

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

# **ТЕХНОЛОГИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Практикум

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

Оренбург  
2019

УДК 664.69(075.8)  
ББК 36.83я73  
Т38

Рецензент – доцент, кандидат технических наук В.П. Попов  
Авторы: Е.Я. Челнокова, П.В. Медведев, И.А. Бочкарева, В.А. Федотов

**Челнокова, Е.Я.**  
Т38      Технология макаронных изделий: практикум / Е.Я. Челнокова, П.В. Медведев, И.А. Бочкарева; В.А. Федотов, Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 126 с.  
ISBN

В практикуме рассмотрены основные теоретические вопросы, касающиеся последовательности проведения технологических операций при производстве макаронных изделий, способствующие приобретению студентами практических навыков их применения. Приведены лабораторные работы по контролю технологических операций при получении макаронных изделий, оценке качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Составлены ситуационные задачи и контрольные вопросы для самостоятельной подготовки студентов. Представлена возможность постановки лабораторных работ с элементами научно-исследовательской работы студентов.

Практикум предназначен для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

УДК 664.69(075.8)  
ББК 36.83я73

ISBN

© Челнокова Е.Я.  
© Медведев П.В.  
© Бочкарева И.А.  
© Федотов В.А., 2019  
© ОГУ, 2019

## Содержание

Введение .....	5
1 Оценка качества муки .....	6
1.1 Определение органолептических и физико химических показателей качества муки.....	7
2 Изучение технологии макаронных изделий.....	14
2.1 Подготовка сырья и приготовление макаронного теста.....	15
2.2 Прессование и формование теста.....	25
2.3 Сушка сырых макаронных изделий.....	31
3 Оценка качества макаронных изделий.....	38
3.1 Правила приемки и методы отбора проб и подготовка их к анализам.....	38
3.2 Определение органолептических и физико-химических показателей качества макаронных изделий.....	42
3.3 Определение варочных свойств макаронных изделий.....	51
3.4 Оценка качества макаронных изделий по показателям, не предусмотренным ГОСТ 31743-2012.....	55
4 Определение оптимальных режимов получения макаронных изделий методом полного факторного планирования экспериментов.....	67
5 Определение конкурентоспособности или уровня качества макаронных изделий	71
Список использованных источников .....	78
Приложение А - Показатели качества муки .....	79
Приложение Б - Добавки .....	84
Приложение В - Определение влажности пищевого сырья и продуктов на приборе «КВАРЦ-21М33-1» .....	89
Приложение Д - Определение количества и качества клейковины .....	98
Приложение Е - Определение числа падения.....	102
Приложение Ж - Количество воды для замеса теста. Удельная теплоемкость муки и теста .....	108

Приложение И - Относительная влажность воздуха над водными растворами серной кислоты .....	111
Приложение К - Показатели качества макаронных изделий .....	112
Приложение Л - Ситуационные задачи .....	114
Приложение М - Статистическая обработка результатов реализации ПФЭ2n .....	121

## Введение

Практикум составлен в соответствии с программой курса «Технология макаронных изделий» для студентов, обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

В практикуме рассмотрены основные теоретические вопросы, касающиеся последовательности проведения технологических операций при производстве макаронных изделий, способствующие приобретению студентами практических навыков их применения.

Приведены лабораторные работы по контролю технологических операций при получении макаронных изделий, оценке качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

В практикуме изложены методы определения качества готовой продукции, как по показателям, предусмотренным требованиями ГОСТ 31743-2012, так и показателям, не предусмотренным данным стандартом, но используемых в научно-исследовательской работе.

Практикум может быть использован при проведении лабораторных работ с элементами НИРС не только по курсу «Технология макаронных изделий», но и по другим дисциплинам, так как содержит методы определения конкурентоспособности макаронных изделий и математические методы планирования экспериментов.

Составлены варианты ситуационных задач и контрольные вопросы для самостоятельной подготовки студентов.

Практикум поможет студентам освоить материал курса и приобрести навык его использования при решении конкретных задач.

## 1 Оценка качества муки

Основным сырьем для производства традиционных макаронных изделий является пшеничная мука и вода. Используется следующая пшеничная мука: мука высшего (крупка), первого (полукрупка), второго сортов, вырабатываемая из зерна твердой пшеницы с допустимым до 10 % для первого класса и до 15 % для второго, третьего, четвертого классов содержанием зерен пшеницы других типов; мука экстра, высшего (крупка) и первого (полукрупка) сортов, вырабатываемая из мягкой пшеницы в соответствии с ГОСТ9353 или с содержанием в ней до 20 % твердой пшеницы и мука пшеничная хлебопекарная высшего и первого сортов, вырабатываемая из мягкой пшеницы с содержанием твердой пшеницы не более 5 %.

Показатели качества муки, используемой при производстве макаронных изделий, в соответствии с требованиями стандартов, представлены в приложении А.

К дополнительному сырью относят обогатительные, биологически-активные (витаминные препараты), вкусовые и ароматические добавки, улучшители (аскорбиновая кислота, поваренная соль и др.) Перечень добавок и нормы расхода их в макаронные изделия приведены в приложении Б.

Каждая партия сырья должна сопровождаться документом о качестве, иметь упаковку и маркировку в соответствии с действующей нормативно-технической документацией (НТД). Условия хранения должны обеспечивать сохранность качества сырья.

При оценке качества муки определяют ее органолептические и физико-химические показатели.

## **1.1 Определение органолептических и физико-химических показателей качества муки**

### **Цель работы**

Ознакомиться с методами определения показателей качества муки, используемой для производства макаронных изделий.

### **1.1.1 Оборудование приборы и материалы**

Весы лабораторные марки НВ-300-Н; сушильный электрический шкаф СЭШ-3М; прибор К.Н. Чижовой или его аналог «КВАРЦ-21М33-1»; бюксы металлические; бумага ротаторная или газетная; эксикатор; дозатор воды лабораторный ДВЛ-3; тестомесильная машина лабораторная У1-ЕТК-1М; измеритель деформации клейковины ИДК-1М или ИДК-5М; лабораторный рассев РЛ; муфельная печь; тигли; лабораторная зерновая мельница ЛЗМ-1; набор сит, в соответствии со стандартами на конкретный сорт муки; прибор ИЧП1-2 (измеритель числа падения); термометр стеклянный жидкостный с диапазоном измерений от 0 °С до 50 °С; емкость вместимостью не менее 4 дм<sup>3</sup>, диаметром не менее 300 мм; исследуемые образцы пшеничной муки.

### **1.1.2 Определение органолептических показателей качества муки**

**Цвет.** Цвет муки зависит от ее выхода (чем больше оболочек попадает в муку, тем она темнее) и от природных особенностей зерна (содержания пигментов, состава минеральных веществ, стекловидности эндосперма), и крупности помола. Данный показатель определяют несколькими методами.

**Метод по ГОСТ 27558.** Основан на сравнении испытуемой пробы с установленной характеристикой цвета, данной в соответствующем стандарте.

Особое внимание обращают на наличие отдельных частиц оболочек или посторонних примесей, нарушающих однородность цвета.

Цвет определяют при дневном свете или достаточно ярком искусственном освещении. Арбитражные анализы проводят только при рассеянном дневном свете.

Для объективной оценки цвета макаронной муки в исследовательской работе используют методы двух светофильтров и химические методы.

**Метод двух светофильтров.** Этот метод основан на разложении цвета пробы муки на три составных компонента (желтый, белый, коричневый) и определении их процентного соотношения.

Измерения проводят на фотометрах типов ФМ-56, ФМ-58И, ФПМ-1, с помощью которых можно определять коэффициенты светотражения проб муки.

Коэффициенты светотражения проб муки определяют по общепринятым методикам, сравнивая их с эталонным белым образцом, входящим в комплект прибора. Сначала определяют коэффициент светотражения через синий

(или фиолетовый) светофильтр, а затем – через зеленый. Зная два коэффициента, можно рассчитать количество белого, желтого и коричневого составных цветов в цвете исследуемой пробы муки по формулам

$$Б=f, \quad (1)$$

$$Ж=\frac{5}{4}(g-f), \quad (2)$$

$$К=100-(Б+Ж), \quad (3)$$

где Б, Ж и К - соответственно белый, желтый и коричневый компоненты, %;  
f и g - коэффициенты светотражения исследуемой пробы муки при измерении через синий и зеленый светофильтры, ед. прибора.

Иными словами, если составить смесь белой, желтой и коричневой красок, взятых в рассчитанных пропорциях, то ее цвет получится таким же, как цвет исследуемой пробы муки.

Для удобства сравнения результатов измерения цвета различных проб муки между собой, рассчитывают числовую оценку цвета муки ОЦ по формуле

$$\text{ОЦ} = \frac{\text{Ж}}{0,5 \cdot \text{Б} + \text{К}} \quad (4)$$

Эта формула основана на том, что для макаронной муки желателен желтый оттенок, менее желателен белый и совсем нежелателен темный оттенок.

**Химические методы.** Основаны на количественном определении содержания в муке каротиноидных пигментов путем извлечения их растворителями: ацетоном, н-бутиловым спиртом, хлороформом, четыреххлористым углеродом, гексаном и т.п.- обычно в соотношении муки и растворителя 1:5.

Смесь муки и растворителя помещают в колбу с притертой пробкой и настаивают в течение определенного времени при определенной температуре, в частности, используя ацетон - в течение 30 минут при температуре 40 °С, смесь хлороформ-этанол (в соотношении 2:1)-12 ч при температуре от 9 °С до 10 °С. Содержимое колбы периодически перемешивают. После настаивания растворитель отфильтровывают, а фильтрат подвергают колориметрированию или спектрофотометрированию.

При использовании, например, фотоэлектроколориметра ФЭК-М определяют оптическую плотность фильтрата, помещенного в кювету прибора (расстояние между гранями 30 мм, синий светофильтр). Результаты измерений выражают в единицах прибора, а при наличии градуировочной кривой – в миллиграммах каротиноидов на 1 кг муки: чем больше содержание каротиноидов в муке, тем выше величина оптической плотности фильтрата.

**Запах, вкус и хруст.** Запах, вкус и хруст определяют по ГОСТ 27558 следующим образом: отбирают навеску муки около 20 г, высыпают на чистую

бумагу, согревают дыханием и устанавливают запах. Для усиления запаха муку обливают в стакане горячей водой (температура 60 °С), воду сливают и определяют запах испытуемой муки. Свежесмолотая мука почти не имеет запаха. Кислый или затхлый запах образуют продукты распада составных частей муки (углеводов, белков, жиров ) при хранении ее в неблагоприятных условиях. Неприятный запах может также возникнуть в результате жизнедеятельности микроорганизмов, содержания нежелательных примесей (головни, полыни и др.).

Вкус и наличие хруста устанавливают разжевыванием небольшого количества муки .Мука нормального качества при длительном разжевывании обладает пресным вкусом с ощущением приятной сладковатости. Кислый или горький вкус свидетельствует о порче муки.

Хруст при разжевывании появляется при плохой очистке зерна от минеральных примесей (песка, глины и др.) перед его помолом.

**Зараженность вредителями.** Зараженность вредителями определяют по ГОСТ 27559. При этом образец муки массой 1 кг просеивают через проволочное сито № 056. Сход и проход разравнивают тонким слоем и рассматривают с помощью лупы на наличие мертвых или живых вредителей.

### **1.1.3 Определение физико-химических показателей качества муки**

**Массовая доля влаги.** Существуют два метода – стандартный по ГОСТ 9404-88 и экспресс-метод. Стандартный метод заключается в высушивании навесок муки массой по  $(5,00 \pm 0,01)$  г при температуре 130 °С в сушильном электрическом шкафу в течение 40 мин.

Массовую долю влаги  $W$ , %, рассчитывают по формуле

$$W = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $m$  – масса образца до высушивания, г;

$m_1$  – масса образца после высушивания, г.

Допустимое расхождение при проведении параллельных определений не более 0,2 %.

Для определения массовой доли влаги в муке экспресс-методом используют прибор К.Н. Чижовой или его аналог «КВАРЦ -21М33 -1». Этот метод основан на сушке твердых тел в тонком слое при помощи тепловых лучей, исходящих из соприкасающихся с высушиваемым материалом нагретых до 160 °С массивных металлических плит. Устройство и принцип работы прибора «КВАРЦ -21М33 -1» приведены в приложении В.

**Массовая доля золы.** Массовая доля золы муки – основной показатель сорта муки. Это связано с тем, что содержание минеральных веществ в отдельных анатомических частях зерна неодинаково. Наиболее высокая зольность в оболочках и алейроновом слое, несколько меньше – в зародыше, и самая низкая – в эндосперме. Чем ниже сорт муки, тем больше в ней периферийных частиц, имеющих высокую зольность, тем выше зольность муки. Мука высшего сорта, представляющая собой чистый эндосперм, имеет невысокую зольность.

Массовую долю золы в муке определяют путем сжигания навески муки в муфельной печи при температуре от 600 °С до 900 °С до полного озоления с последующим определением количества несгораемого остатка. В соответствии с ГОСТ 27494-87 определение проводят по одному из трех методов: озолением без ускорителя (основной арбитражный метод) и ускоренным методом с ускорителями – азотной кислотой или спиртовым раствором ацетата магния (приложение Г).

**Крупность помола муки.** Крупность помола муки определяют по ГОСТ 27560 – 87 путем просеивания 50 г навески испытуемой муки с помощью набора сит, устанавливаемых в соответствии со стандартом на конкретный вид муки.

**Количество и качество клейковины.** Под клейковиной понимают гидратированный белковый студень, получаемый при отмывании его водой из пшеничного теста.

Состав клейковины сильно колеблется и зависит как от сортовых и природных свойств пшеницы, из которой получена мука, так и от самой техники получения

клейковины: от интенсивности и длительности отмывания клейковины, состава и температуры воды и прочее.

В среднем клейковина состоит из следующих компонентов (% на СВ): белковые вещества от 80 до 85; жир – от 2 до 4; минеральные соли – от 1 до 2; клетчатка – от 1 до 2; углеводы (кроме клетчатки) – от 7 до 9. Кроме того, в состав клейковины входят ферменты муки, витамины и др. Основную часть клейковины составляют белки (в основном две фракции – глиадин и глютенин).

Физические свойства клейковины (ее эластичность, растяжимость) изменяются в широких пределах и зависят от влияния многих факторов. Прежде всего, эти свойства являются наследственными сортовыми особенностями пшеницы. На свойства клейковины оказывают влияние почвенно-климатические, погодные и агротехнические условия произрастания, а также повышение температуры при хранении или искусственной сушке зерна.

Количество и качество клейковины определяют по методикам, изложенным в приложении Д.

**Определение числа падения.** Число падения – это время свободного падения штока-мешалки прибора ИЧП 1-2 (измеритель числа падения) в калиброванную пробирку, находящуюся в кипящей водяной бане и содержащую суспензию из муки и воды.

По времени погружения штока-мешалки в клейстеризованную водно-мучную суспензию судят о количестве образовавшихся водорастворимых веществ под действием собственных ферментов муки. Высокая степень разжижения водно-мучной суспензии свидетельствует о повышенной активности ферментов, особенно  $\alpha$  – амилазы. Причиной этому является использование при помоле проросшего, незрелого или морозобойного зерна. Число падения служит характеристикой доброкачественности муки. Устройство и принцип работы прибора представлены в приложении Е.

## 1.2 Задание

1 Ознакомиться с ассортиментом и характеристикой муки, используемой для макаронных изделий

2 Определить качественные показатели муки согласно приведенным методикам и дать оценку ее качества с указанием признаков нестандартности, если таковые обнаружатся.

Результаты работы оформить в виде таблиц 1 и 2.

Таблица 1 – Органолептическая оценка качества муки

Показатель	Характеристика показателя	Норма по стандарту
Цвет Запах Вкус Содержание минеральной примеси		

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества муки

Показатель	Единица измерения	Значение показателя	Норма по стандарту
1 Массовая доля влаги			
2 Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество	%		
3 Массовая доля сырой клейковины	%		
4 Качество сырой клейковины	усл. ед. прибора ИДК		
5 Крупность помола (номера сит в зависимости от типа и сорта муки)	%		
6 Число падения	с		

### **1.3 Контрольные вопросы**

1 Как отличается по цвету мука разных сортов и почему?

2 Какие посторонние привкусы и запахи могут возникнуть в муке? Причины их возникновения.

3 Отчего появляется хруст на зубах при определении вкуса муки?

4 Что характеризует число падения?

5 Почему зольность муки высшего сорта, полученной из зерна твердой пшеницы выше, чем зольность муки такого же сорта, полученной из зерна мягкой стекловидной пшеницы и муки хлебопекарной?

## **2 Изучение технологии макаронных изделий**

Процесс производства макаронных изделий состоит из следующих основных стадий:

- подготовки сырья к производству;
- приготовления макаронного теста (составление и расчет рецептуры теста и замес теста);
- прессования макаронного теста (уплотнение теста и формование сырых изделий);
- разделки сырых изделий;
- сушки сырых изделий;
- стабилизации и охлаждения высушенных изделий;
- отбраковки и упаковки готовых изделий.

## **2.1 Подготовка сырья и приготовление макаронного теста**

### **Цель работы**

Ознакомиться с этапами подготовки сырья и методикой приготовления макаронного теста. Произвести замес теста и определить его качество.

### **2.1.1 Оборудование, приборы и материалы**

Весы лабораторные марки НВ-300-Н; цилиндр вместимостью на 50 см<sup>3</sup>; лабораторный макаронный пресс марки «Dolly» итальянской фирмы «Imperiamonferrina»; прибор К.Н. Чижовой или его аналог «КВАРЦ-21М33-1»; бумага ротаторная или газетная; термометр стеклянный жидкостный с диапазоном измерений от 0 °С до 50 °С; распылитель для воды; образцы пшеничной муки.

### **2.1.2 Основные положения**

**Подготовка сырья к производству.** Подготовка муки к производству выражается в смешивании, просеивании, магнитной очистке и взвешивании. Смешивание (валка) различных партий муки одного и того же сорта осуществляется для улучшения какого-либо показателя качества одной партии за счет другой, у которой этот показатель выше.

Рецептуру смешивания составляет лаборатория на основании анализов муки. За основу принимают цвет муки, зольность, количество и качество клейковины.

Подготовка отдельных видов добавок изложена в приложении Б.

**Приготовление макаронного теста.** Макаaronное тесто по своему составу является самым простым из всех видов теста (хлебного, бисквитного и т.п.), употребляемого для производства мучных изделий. Главными и в большинстве случаев единственными его компонентами являются мука и вода. Внесение же в

тесто добавок, в обычно принятых малых количествах, мало влияет на его свойства и характеристики.

При замесе макаронного теста добавляют меньше воды, чем при замесе, например, хлебного теста. Это количество составляет примерно половину того, которое могут поглотить основные компоненты муки – крахмал и белок. Поэтому макаронное тесто после вымешивания, условно называемого замесом, представляет собой сыпучую массу увлажненных комочков и крошек, а не связанное пластичное тесто, что обычно подразумевают под этим названием. Уплотненное вязкопластичное тесто получается из этой сыпучей массы после дальнейшей доработки – прессование его под большим давлением в шнековой камере макаронного пресса.

Приготовление макаронного теста начинается с расчета его рецептуры и замеса теста в тестосмесителях непрерывного действия, входящих в состав промышленных прессов.

**Составление и расчет рецептуры теста.** Рецептура макаронного теста зависит от качества муки, вида вырабатываемых изделий, способа сушки и других факторов.

В рецептуре указывают количество и температуру муки и воды, влажность и температуру теста, а при выработке изделий с добавками – дозировку добавок. Обычно количество воды и добавок указывают в расчете на 100 кг муки.

Составление и расчет рецептуры ведут в следующей последовательности:

а) задаются влажностью теста. В зависимости от влажности различают три типа замеса:

- твердый (влажность теста менее 30 %);
- средний (влажность теста от 30 % до 32 % включительно);
- мягкий (влажность теста более 32 %).

В зависимости от тех или иных факторов выбирают определенный тип замеса:

– при использовании муки с низким содержанием клейковины желателно применять мягкий замес, и при липкой, тянущейся клейковине – твердый;

– при производстве коротких изделий и макарон с использованием касетной сушки, используют твердый или средний замес (в целях предотвращения слипания изделий во время сушки);

– при производстве длинных изделий с использованием подвесной сушки, для придания сырым изделиям большей пластичности, применяют средний или мягкий замес, причем при использовании полукрупки или хлебопекарной муки влажность теста должна быть на 1-1,5 % выше, чем в случае использования крупки;

– при применении матриц с фторопластовыми вставками влажность теста выше на 1-1,5 %;

б) по заданной влажности теста и известной влажности муки (по данным лабораторных анализов), рассчитывают необходимое количество воды  $G_B$ , л, для замеса

$$G_B = G_M \cdot \frac{W_T - W_M}{100 - W_T}, \quad (6)$$

где  $G_M$  – дозировка муки, кг;

$W_T, W_M$  – влажность соответственно теста и муки, %.

Для быстрого определения количества воды для замеса теста на 100 кг муки можно воспользоваться таблицей Ж.1;

в) задаются температурой теста, исходя из того, что после замеса (на входе в шнековую камеру) она должна быть примерно 40 °С. Такая температура обусловлена тем, что при традиционных режимах замеса и формования макаронного теста температура его перед матрицей должна быть от 50 °С до 55 °С, а при прессовании в шнековой камере происходит разогрев теста в среднем от 10 °С до 20 °С.

По заданной температуре теста (после замеса) и измеренной температуре муки определяют температуру воды для замеса по формуле

$$t_B = \frac{(G_T \cdot t_T \cdot c_T - G_M \cdot t_M \cdot c_M)}{G_B \cdot c_B}, \quad (7)$$

где  $t_B$  – температура воды, °С;

$G_T$  – количество теста, кг ( $G_T = G_M + G_B$ );

$t_T$  – температура теста, °С;

$t_M$  – температура муки, °С;

$c_T$  – удельная теплоемкость теста, Дж/(кг·К), зависит от влажности теста, определяется по таблице Ж.2;

$c_M$  – удельная теплоемкость муки, Дж/(кг·К), зависит от влажности муки и определяется по таблице Ж.3;

$c_B$  – удельная теплоемкость воды, равная 4187 Дж/(кг·К).

В зависимости от температуры воды, поступающей на замес теста, различают три типа замеса:

- горячий – при температуре воды более 65 °С;
- теплый – при температуре воды от 35 °С до 65 °С;
- холодный – при температуре воды менее 35 °С.

На практике наиболее часто используют теплый замес.

При приготовлении макаронных изделий с добавками в рецептуре замеса теста указывается дозировка добавок. В таблицах Б.1, Б.2 приведены перечень и нормы расхода добавок при производстве макаронных изделий. При этом в зависимости от наличия на фабрике тех или иных видов добавок, можно вырабатывать изделия по одному из трех приведенных вариантов.

Лаборатория предприятия составляет рецептуру приготовления макаронного теста с добавками с учетом фактической влажности исходного сырья (данные, указанные в сертификате поставщика и подтвержденные анализом предприятия).

Количество каждого компонента (муки, добавок) фактической влажности рассчитывают, исходя из того, чтобы содержание сухих веществ в компоненте

фактической влажности, соответствовало содержанию сухих веществ в компоненте по рецептуре

$$M = \frac{G_{\text{с.в.}} \cdot 100}{100 - W_{\text{ф}}}, \quad (8)$$

где  $M$  – количество компонента фактической влажности, кг;

$G_{\text{с.в.}}$  – количество сухих веществ в компоненте по рецептуре, кг;

$W_{\text{ф}}$  – фактическая влажность компонента, %.

Количество воды, которое потребуется для приготовления теста необходимой влажности, определяют с учетом содержания сухого вещества вносимого сырья и влажности теста. При расчете исходят из того, что масса теста  $G_{\text{Т}}$  представляет собой сумму массы сырья (муки, добавок)  $G_{\text{С}}$  и массы воды  $G_{\text{В}}$ , отсюда

$$G_{\text{Т}} = G_{\text{С}} + G_{\text{В}}, \quad (9)$$

$$G_{\text{В}} = G_{\text{Т}} - G_{\text{С}}$$

Выход или массу теста после замеса определяют по формуле из пропорции:  
в 100 кг теста содержится  $(100 - W_{\text{Т}})$  кг сухих веществ

$$G_{\text{Т}} \text{ кг} \quad \text{—} \quad G_{\text{с.в.}} \text{ кг}$$

Отсюда

$$G_{\text{Т}} = \frac{G_{\text{с.в.}} \cdot 100}{100 - W_{\text{Т}}}, \quad (10)$$

где  $G_{\text{с.в.}}$  – масса сухих веществ в сырье, кг;

$W_{\text{Т}}$  – влажность теста, %.

$$G_B = \frac{G_{C.B} \cdot 100}{100 - W_T} - G_C \quad (11)$$

Количество добавок (кг) на одну закладку в бак установки, в которой готовят водообогащительную смесь, рассчитывают по формуле

$$M_D = \frac{M \cdot V}{G_B}, \quad (12)$$

где  $M_D$  – количество добавок фактической влажности по рецептуре на одну закладку, кг;

$M$  – количество добавок фактической влажности по рецептуре на 100 кг муки, кг;

$V$  – количество воды, заливаемое в бак установки на одну закладку, л. Определяется конкретно для каждого предприятия с учетом объема воды и используемых добавок;

$G_B$  – количество воды для замеса теста с добавками, л.

Рассмотрим пример расчета рецептуры приготовления теста для макаронных изделий «Школьные» с использованием сухого молока и яичного порошка. Предположим на данном предприятии: фактическая влажность муки – 14,8 %, сухого молока – 4,0 %, сухого яичного порошка – 4,4 %, заданная влажность теста – 31 % (таблица 3).

Из утвержденной рецептуры на 100 кг муки базисной влажности

(14,5 %) следует, что на 85,5 кг сухого вещества муки расходуется 2,88 сухого вещества молока и 3,64 кг сухого вещества яичного порошка, т.е. доля сухих веществ составляет

$$G_{C.B} = 85,5 + 2,88 + 3,64 = 92,02 \text{ кг}$$

Определяем количество муки ( $M_1$ ) и добавок ( $M_2, M_3$ ) с учетом их фактической влажности по формуле (8):

$$M_1 = \frac{85,5 \cdot 100}{100 - 14,8} = 100,3 \text{ кг};$$

$$M_2 = \frac{3,64 \cdot 100}{100 - 4,4} = 3,81 \text{ кг};$$

$$M_3 = \frac{2,88 \cdot 100}{100 - 4,0} = 3,0 \text{ кг};$$

Масса всего количества сырья в натуре

$$G_B = 100,3 + 3,81 + 3,0 = 107,11 \text{ кг}$$

Количество воды для замеса теста с добавками

$$G_B = \frac{92,02 \cdot 100}{100 - 31,0} - 107,11 = 26,25 \text{ л}$$

Рецептура после пересчета может быть представлена в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Рецептуры теста для макаронных изделий

Компонент ы	Рецептуры теста					
	на базисную влажность сырья			в пересчете на фактическую влажность сырья		
	базисная влажность, %	в натуральном выражении, кг	в сухих веществах, кг	фактическая влажность, %	в натуральном выражении, кг	в сухих веществах, кг
1	2	3	4	5	6	7
Мука	14,5	100	85,5	14,8	100,3	85,5

### Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Яичный порошок	6,0	3,87	3,64	4,4	3,81	3,64
Сухое молоко	4,0	3,0	2,88	4,0	3,0	2,88
Итого		106,87	92,02		107,11	92,02
Вода					26,25 л	

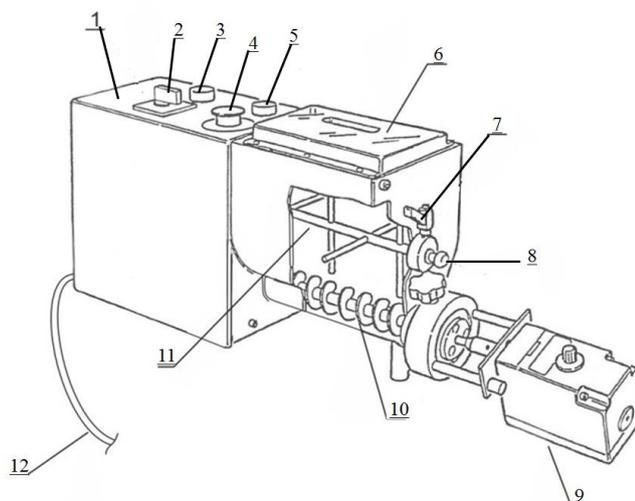
### 2.1.3 Задание

1 Составить и рассчитать рецептуру теста из муки (макаронной или хлебопекарной) с учетом ее фактического качества. Подготовить сырье.

2 Произвести замес теста и определить его качество.

### 2.1.4 Порядок выполнения работы

После подготовки сырья и расчета рецептуры теста осуществляется его замес в тестосмесительной камере лабораторного макаронного прессы «Dolly» (рисунок 1). Продолжительность замеса от 8 до 20 минут в зависимости от типа муки (хлебопекарная, макаронная) и сорта. Техническая характеристика прессы представлена в таблице 4.



1 – щит управления; 2 – основной выключатель; 3 – лампа зеленого цвета, присутствие напряжения; 4 – кнопка аварийного состояния; 5 – кнопка ХОДА (зеленый цвет) или СТОП (красный цвет) машины; 6 – предохранительная крышка; 7 – рукоятка блокировки/разблокировки вала смесителя; 8 – штифт; 9 – двигатель тесторезки; 10 – шнек; 11 – вал с лопастями для замеса теста; 12 – питающий кабель

Рисунок 1 – Лабораторный макаронный пресс марки «Dolly» фирмы «Imperiamonferrina»

Таблица 4 – Техническая характеристика макаронного прессы «Dolly»

Наименование параметра	Единица измерения	Величина параметра
Вместимость ванны для замеса теста	кг	2
Производительность прессы	кг/ч	6 ÷ 8
Мощность трехфазного или однофазного двигателя	кВт	0,55
Масса	кг	27

### 2.1.4.1 Порядок работы на макаронном прессы

1 Проверьте: ручка 2 должна находиться в положении «0».

2 Откройте предохранительную крышку 6 и заполните верхнюю месильную камеру мукой. Для равномерного распределения влаги по всей массе теста, необходимое количество воды в муку добавьте в распыленном состоянии. Если используются добавки, то их необходимо предварительно растворить в расчетном количестве воды или приготовить водную эмульсию, а затем в растворенном виде добавить в муку.

3 Закройте крышку 6, блокируя ее специальным предохранительным крюком. Крышка в приподнятом состоянии останавливает обработку теста.

4 Поставьте ручку 2 в положение «ЗАМЕШИВАНИЕ».

5 Нажмите на пусковую кнопку 5 «ХОД», вал замешивания теста вращается против часовой стрелки. Продолжительность замеса теста от 8-20 минут в зависимости от типа муки и сорта.

Тесто в конце замеса должно состоять из крупных зерен величиной с зернышко кофе. Если мука образует однородное тесто, это знак того, что было добавлено слишком много жидкости. В этом случае необходимо добавить немного муки и продолжить замешивание.

Если мука не образует зернышек, а остается очень мучнистой, нужно добавить немного жидкости.

Хорошо замешанное тесто должно быть крошковатым или мелкокомковатым, равномерно увлажненным, не иметь следов непромеса.

6 Отключите вал тестосмесителя, нажав кнопку 5 «СТОП». Из середины массы теста отберите пробы и определите эффективность замеса теста по его внешнему виду, влажности и температуре.

Влажность теста определяют ускоренным методом на приборе Чижовой или на его аналоге (приложение В). Среднюю пробу теста сжимают в плотный комок. Верхние слои срезают и от оставшегося брусочка теста на стекле ножом быстро нарезают пластинки толщиной не более 2 мм. Навеску теста в количестве от 4 до 5 г взвешивают в предварительно высушенных бумажных пакетиках на технических весах с точностью до 0,01 г.

Высушивание навески теста проводят при температуре 160 °С в течение 10 мин.

Температуру теста перед прессованием определяют в пробах, предварительно сжатых в комок, куда вставляют термометр. Через 2-3 мин снимают показания термометра.

Результаты работы оформляют в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Результаты определения влажности и температуры теста

Повторности	Масса пакета, г	Масса пакета с навеской до высушивания, г	Масса пакета с навеской после высушивания, г	Массовая доля влаги в тесте, %	Температура теста, °С
1					
2					
Среднее значение					

## **2.1.5 Контрольные вопросы**

1 Назовите типы замесов теста в зависимости от его влажности и температуры воды, добавляемой при замесе.

2 Каковы требования к качеству муки для макаронных изделий?

3 Каков тип замеса теста, в зависимости от температуры воды, наиболее часто используют на практике?

## **2.2 Прессование и формование теста**

### **Цель работы**

Изучить характер движения тестовой массы в шнековой камере прессы и каналах матрицы.

### **2.2.1 Основные положения**

Второй этап приготовления макаронного теста осуществляется в канале шнековой камеры прессы, где порошкообразная масса теста под воздействием шнековой лопасти постепенно уплотняется и пластифицируется, приобретая структуру и свойства, необходимые для последующего формования.

Производительность прессы зависит от многих факторов. Решающим из них является пропускная способность матрицы, которая выражается количеством сырых изделий, выпрессовываемых через ее отверстия в единицу времени. Пропускная способность матрицы получается умножением площади живого сечения всех отверстий, расположенных на поверхности матрицы, на установленную для данных изделий среднюю скорость выпрессовывания.

Скорость выпрессовывания изделий определяется пластичностью теста, характеризуемой влажностью, температурой теста и водопоглощательной способностью муки; величиной давления прессования и степенью сопротивления

отверстий матрицы, которое тем выше, чем больше высота формующей щели и чем сильнее прилипание теста к ее поверхности.

Температура выпрессовываемого полуфабриката зависит от температуры муки и воды, поступающих на замес теста. Кроме того, при нагнетании теста к матрице, происходит интенсивное перетиравание слоев теста друг о друга, в результате чего температура теста перед матрицей, а значит и полуфабриката, может значительно повыситься. Оптимальной является температура теста перед матрицей около 50 °С. При большей температуре происходит заваривание теста, оно становится более крутым, и скорость прессования падает.

Площадь живого сечения матрицы – площадь матрицы «в свету» зависит от формы отверстий и их числа.

Площадь живого сечения матрицы для вермишели  $f_v$ , см<sup>2</sup>, равна

$$f_v = n \cdot \frac{\pi d^2}{4}, \quad (13)$$

где  $d$  – диаметр формующего отверстия, см;

$n$  – число отверстий.

Площадь живого сечения матрицы для лапши, см<sup>2</sup>

$$f_l = n \cdot l \cdot a, \quad (14)$$

где  $l$  – длина формующей щели, см;

$a$  – ширина формующей щели, см;

$n$  – число отверстий.

Площадь живого сечения матрицы для трубчатых изделий, см<sup>2</sup>

$$f_M = n \cdot \frac{\pi}{4} (d_H^2 - d_B^2), \quad (15)$$

где  $n$  – число отверстий;

$d_H$  – диаметр формирующего отверстия, см;

$d_B$  – диаметр ножки вкладыша, см.

Для характеристики производительности матрицы используют показатель, называемый коэффициентом живого сечения, который обозначается  $k_f$  и определяется отношением площади живого сечения матрицы к полной ее рабочей площади, на которую давит тестовый поток

$$k_f = \frac{f}{F}, \quad (16)$$

где  $f$  – площадь живого сечения матрицы, см<sup>2</sup>;

$F$  – площадь матрицы, см<sup>2</sup>.

Теоретически пропускная способность матрицы по сырым изделиям  $Q_c$ , (кг/ч) определяется по формуле

$$Q_c = f \cdot v \cdot \gamma \cdot 0,0036, \quad (17)$$

где  $f$  – площадь живого сечения матрицы, см<sup>2</sup>

$v$  – скорость выпрессовывания, см/с;

$\gamma$  – удельная масса теста, кг/м<sup>3</sup>; в зависимости от температуры и влажности теста составляет от 1300 до 1430 кг/м<sup>3</sup>;

0,0036 – коэффициент перевода секунд в часы и сантиметры в метры.

Производительность матрицы по сухим изделиям  $Q$  (кг/ч) составит

$$Q = Q_c \cdot \frac{100 - W_c}{100 - W}, \quad (18)$$

где  $Q_c$  – производительность матрицы по сырым изделиям, кг/ч;

$W_c$  – влажность сырых изделий, %;

$W$  – влажность сухих изделий, %.

На практике производительность пресса по сырым макаронным изделиям (полуфабрикатам) определяют по формуле

$$Q = \frac{G \cdot 3600}{\tau}, \quad (19)$$

где  $Q$  – производительность пресса по сырым макаронным изделиям, кг/ч;

$G$  – масса пробы, кг;

$\tau$  – время отбора пробы, с.

Качество выпрессованных сырых изделий определяют по следующим показателям: внешний вид, влажность, температура.

**Внешний вид.** Сырые макаронные изделия должны иметь гладкую ровную поверхность без следов непромеса, надрывов, заусенцев, бугристости и т.п.; однородный матовый желтый, кремовый или беловато-желтый цвет без белесых полос; хорошую упругость и некоторую эластичность; сохранять приданную им форму, не мяться, не слипаться между собой, не прилипать к сушильным поверхностям, не трескаться и не обрываться при разделке. Длинные изделия должны выдерживать, не обрываясь и не вытягиваясь, собственную массу нити длиной до 1,5-2 м. При легком сжатии трубочки макарон двумя пальцами до

соприкосновения внутренних поверхностей она не должна слипаться или трескаться в месте сжатия.

**Влажность и температура.** При анализе пользуются теми же методами, что и для теста (работа 2.1).

### **2.2.2 Задание**

- 1 Получить сырые макаронные изделия и определить их качество
- 2 Определить температуру и влажность полуфабриката
- 3 Рассчитать производительность прессы по сырым и сухим макаронным изделиям теоретическую и фактическую

### **2.2.3 Порядок проведения работы**

После определения эффективности замеса теста, работу необходимо продолжить в следующем порядке:

- 1 Закройте крышку 6, блокируя ее специальным предохранительным крюком.
- 2 Ручку 2 поверните на положение «Волочение».
- 3 Нажмите на пусковую кнопку 5 «ХОД».

При вращении шнека сыпучая масса теста перемещается к матрице. Матрица пропускает только от 10 % до 20 % нагнетаемой к ней шнеком массы теста. Вследствие этого в головке и шнековой камере возникает противодействие, в результате чего тесто уплотняется, превращается в связанную плотную тестовую массу. В таком виде тесто продавливается через отверстия матрицы в виде прямых отформованных сырых макаронных изделий.

4 Начните резку макаронных изделий на выходе из матрицы, используя нож или шпатель, одновременно включая секундомер.

- 5 Замерьте длину пряди по линейке и взвесьте массу пряди с точностью до 0,1г.

6 Рассчитайте скорость прессования (см/с) и производительность пресса (г/с; кг/ч). Опыты проводятся в двух повторностях. За результирующую скорость и производительность пресса берутся средние значения полученных измерений.

7 В средней пробе сырых изделий (полуфабрикатов) определяют влажность и температуру, пользуясь теми же методиками, что и для теста.

8 Результаты исследований оформляют в виде таблиц с 6 по 9.

9 Снятую с пресса матрицу поместите в емкость с холодной водой для отмачивания на 5-6 часов, после чего матрицу промойте под струей воды из водопроводного крана. Оставшиеся в формующих отверстиях частицы теста удалите при помощи деревянной палочки, затем вновь промойте.

Таблица 6 – Результаты определения скорости прессования изделий

Повторности	Длина пряжи полуфабриката, см	Время выпрессовывания, с	Скорость прессования, см/с
1			
2			
Среднее значение			

Таблица 7 – Прирост температуры при прессовании

Температура теста, °С	Температура полуфабриката, °С	Прирост температуры, °С

Таблица 8 – Результаты определения влажности полуфабриката (п/ф)

Повторности	Масса пакета, г	Масса пакета с навеской до высушивания, г	Масса пакета с навеской после высушивания, г	Массовая доля влаги п/ф, %
1				
2				
Среднее значение				

Таблица 9 – Результаты определения производительности пресса

Повторности	Масса пряди п/ф, г	Время выпрессовывания, с	Производительность пресса по полуфабрикату		Производительность пресса в пересчете на макаронные изделия влажностью 13%, кг/ч
			г/с	кг/ч	
1					
2					
Среднее значение					

### 2.2.4 Контрольные вопросы

1 Какие факторы влияют на процесс прессования?

2 Из каких технологических операций состоит технология макаронных изделий?

3 При выработке каких макаронных изделий используют вкладыши в отверстиях матрицы?

### 2.3 Сушка сырых макаронных изделий

#### Цель работы

Изучить процесс конвективной сушки макаронных изделий и по экспериментальным данным построить кривые сушки и скорости сушки макаронных изделий.

### 2.3.1 Основные положения

Сушка макаронных изделий наиболее длительная стадия процесса их производства. От правильности ее проведения зависят такие показатели качества готовой продукции, как прочность, стекловидность излома, кислотность. Очень интенсивное удаление влаги может привести к растрескиванию изделий, чрезмерно длительная сушка на первой стадии удаления влаги – к закисанию изделий, а при сушке в слое – к образованию слитков, деформированию продукта.

Уплотненное макаронное тесто и сырые макаронные изделия относятся к коллоидно-капиллярно-пористым материалам, в которых различают химическую, физико-химическую и физико-механическую формы связи влаги с материалом.

В сырых макаронных изделиях наблюдаются две первые формы связи влаги.

Химически связанная вода входит в состав молекул вещества и может быть удалена из него только химическим взаимодействием или прокаливанием. При сушке химически связанная вода не удаляется.

Физико-химическая связь влаги включает два вида: адсорбционную и осмотическую.

Осмотически связанная влага проникает внутрь клеток в виде жидкости, в том же агрегатном состоянии она удаляется при сушке; лишь только на поверхности материала она превращается в пар. Иначе ведет себя адсорбционно связанная влага: внутри материала она превращается в пар и в этом виде перемещается к поверхности. При сушке макаронных изделий вначале удаляется менее связанная осмотическая влага, а затем адсорбционная как более прочносвязанная. Кроме того в первую очередь отделяется влага, удерживаемая крахмальными зернами, а затем белками.

Процесс сушки макаронных изделий графически изображают в виде кривой сушки, характеризующей изменение средней влажности изделий во времени. Используют также кривые скорости сушки, которые строят методом дифференцирования по кривым сушки.

При сушке макаронных изделий воздухом с постоянной сушильной способностью (постоянная температура, влажность и скорость перемещения) влажность высушиваемых изделий приближается к равновесной влажности, которая не снижается, сколько бы изделия не омывались этим воздухом.

Для правильного выбора режима сушки важно знать величины равновесной влажности макаронных изделий. Они определяются по кривым равновесной влажности (изотермам десорбции влаги), которые строятся на основании экспериментальных данных.

### 2.3.2 Задание

- 1 По результатам испытания построить кривые сушки и скорости сушки макаронных изделий.
- 2 Построить кривые равновесной влажности макаронных изделий.
- 3 Провести анализ полученных кривых.

### 2.3.3 Порядок проведения работы

1 Разрезать сырые макаронные изделия на отрезки длиной по 3-4 см и равномерным слоем разложить их по 15 г в предварительно взвешенные сетчатые бюксы. Опыты проводят в двух повторностях.

2 Определить массу сухих веществ в навесках сырых макаронных изделий, разложенных в бюксы

$$G_c = \frac{G_n(100 - W_n)}{100}, \quad (20)$$

где  $G_n$  – масса навески сырых макаронных изделий, г;

$W_n$  – начальная влажность сырых макаронных изделий, % (см. работу 2.2).

3 Поместить сетчатые бюксы с навесками сырых макаронных изделий в сушильный шкаф, предварительно нагретый до 60 °С. Отметить время. Сушка макаронных изделий осуществляется воздухом с постоянной сушильной способностью (постоянные температура, относительная влажность и скорость движения воздуха).

4 Через 10 мин, после начала сушки, бюксы вынуть, охладить и взвесить каждую в отдельности. После этого снова поместить в сушильный шкаф. Взвешивания бюкс с макаронными изделиями повторяют каждые 10 мин до достижения постоянной массы бюкс. Результаты испытаний заносят в таблицу 10.

5 Определить количество влаги и рассчитать значения влажности в исследуемых навесках для каждого момента времени (замера) исходя из того, что масса сухих веществ в процессе сушки есть величина постоянная по формулам

$$G_{\text{вл}} = G_{\text{н}} - G_{\text{с}}, \quad (21)$$

$$W = \frac{G_{\text{вл}} \cdot 100}{G_{\text{н}}}, \quad (22)$$

где  $G_{\text{вл}}$  – масса влаги в навеске, г;

$G_{\text{н}}$  – масса навески в данный момент времени, г;

$G_{\text{с}}$  – масса сухих веществ в навеске, г.

Результаты испытаний записывают в таблицы 10, 11.

6 Построить кривые сушки и скорости сушки макаронных изделий

**Построение кривой сушки.** Кривую сушки, дающую графическую зависимость между влажностью материала и временем, строят на миллиметровой бумаге на основании данных таблицы 11.

По оси абсцисс откладывают в определенном масштабе время от начала испытания  $t$  (в мин), а по оси ординат – влажность материала  $W$  (в %). Экспериментальные точки соединяют плавной линией, которая и будет кривой сушки. На кривой сушки находится критическая точка 4, которая делит весь процесс на периоды постоянной и падающей скорости сушки (рисунок 2).

Таблица 10 – Результаты испытаний для построения кривой сушки макаронных изделий

Номер бюксы	Влажность сырых макаронных изделий, %	Время от начала испытания, мин	Масса, г								
			бюкса	бюкса с навеской до высушивания	навески до высушивания	сухих веществ в навеске	бюксы с навеской после высушивания	навески после высушивания	влаги в навеске		
									до высушивания	после высушивания	
1		0									
		10									
		20									
		30									
		40									
2		0									
		10									
		20									
		30									
		40									

Таблица 11 – Изменение влажности сырых макаронных изделий в процессе сушки

Время от начала испытания, мин	Влажность изделий в момент замера в бюксах, %		Среднее значение влажности изделий в точках замера, %
	1	2	
0			
10			
20			
30			
40			

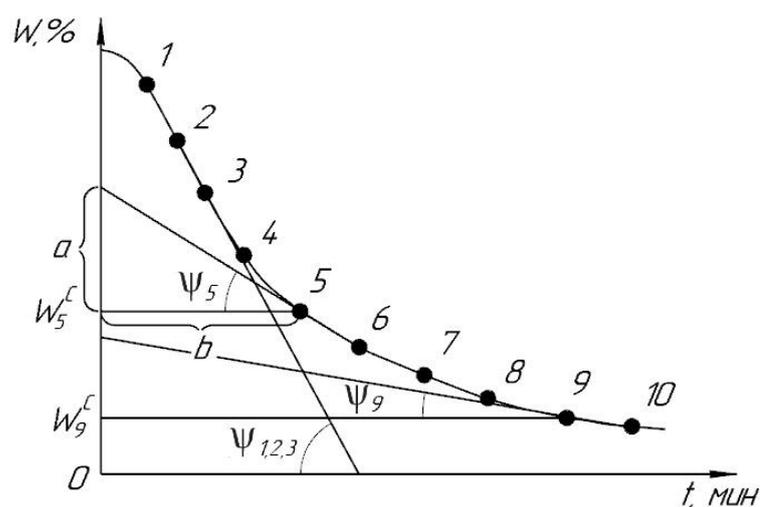


Рисунок 2 – Кривая сушки

**Построение кривой скорости сушки.** Скорость сушки характеризует изменение влажности макаронных изделий в единицу времени, т.е. является производной от влажности  $\frac{dW}{dt}$ . Кривую скорости сушки строят методом графического дифференцирования по кривой сушки. Скорость сушки в любой момент времени определяют как тангенс угла наклона касательной, проведенной через точку кривой сушки, соответствующую определенной влажности макаронных изделий  $\frac{dW}{dt} = \text{tg} \varphi$ .

На кривой сушки намечают несколько точек от 10 до 15, для которых будет определена скорость сушки. Через каждую точку проводят касательную к кривой и

определяют тангенс угла наклона каждой касательной. Например, для точки 5

$$\operatorname{tg} \varphi_5 = \frac{a}{b}$$

(где  $a$  – величина отрезка на оси ординат;  $b$  – величина отрезка вдоль оси абсцисс) (рисунок 2).

Для точек 1, 2, 3, 4, лежащих на прямой, тангенсы угла наклона одинаковы. Это свидетельствует о том, что точки лежат в периоде постоянной скорости сушки. Для последующих точек тангенсы уменьшаются, следовательно, процесс сушки происходит с убывающей скоростью. Значения скорости сушки, найденные как тангенс угла наклона касательных, записывают в таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты определения скорости сушки

Параметры сушки	Номер точки на рисунке									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Влажность в точках $W$ , %										
Скорость сушки $dW/dt$ , %/мин										

По данным таблицы 12 на миллиметровой бумаге строят кривую скорости сушки  $dW/dt=f(W)$ . По оси ординат откладывают скорость сушки, %/мин, а по оси абсцисс – влажность материала (в процентах). На этом графике также отмечают критическую точку, соответствующую ей критическую влажность  $W_k$  и два периода сушки (рисунок 3).

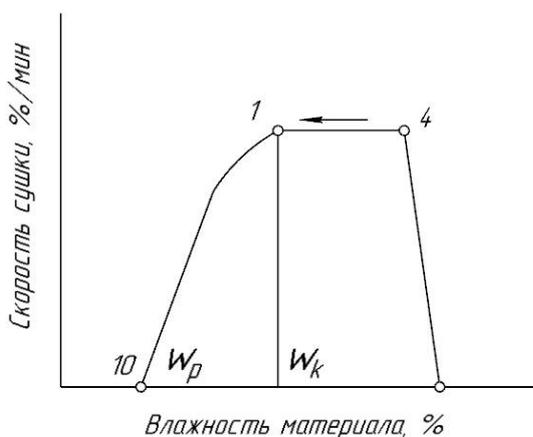


Рисунок 3 – Кривая скорости сушки

**Построение кривых десорбции макаронных изделий.** В предварительно взвешенные сетчатые бюксы, отвешивают пробы сырых макаронных изделий по 5 г известной влажности. Пробы макаронных изделий помещают на 1-2 дня в эксикатор, в нижнюю часть которого наливают раствор серной кислоты около 1 дм<sup>3</sup> определенной концентрации. Каждой концентрации раствора серной кислоты соответствует определенная относительная влажность воздуха (таблица И.1). Изделия периодически взвешивают, пока масса их не станет постоянной. Это свидетельствует о достижении состояния равновесия, которому соответствует определенная влажность изделий. Равновесную влажность изделий рассчитывают по методике, изложенной выше. Повторяя опыт при различных концентрациях серной кислоты, т.е. помещая изделия в атмосферу с различной влажностью, получают зависимость равновесной влажности изделий от относительной влажности воздуха.

Серии опытов проводят при различных температурах, получая кривые равновесной влажности для определенных температур – изотермы десорбции. Они могут быть также получены путем высушивания изделий до постоянной массы в атмосфере воздуха с постоянными значениями температуры и влажности.

### **2.3.4 Контрольные вопросы**

- 1 Дайте характеристику конвективной сушки.
- 2 Как строится кривая сушки?
- 3 Как строится кривая скорости сушки?
- 4 В чем заключается метод графического дифференцирования?
- 5 Дайте анализ кривых сушки и скорости сушки.
- 6 Дайте определение понятия равновесной влажности?
- 7 Что такое сорбция и десорбция влаги?

### 3 Оценка качества макаронных изделий

#### 3.1 Правила приемки и методы отбора проб и подготовка их к анализам

##### Цель работы

Изучить правила приемки и методы отбора и подготовки проб для определения качества макаронных изделий по ГОСТ 31964-2012.

##### 3.1.1 Основные положения

**Правила приемки.** Макароны изделия принимают партиями. Партией макаронных изделий считают: определенное количество пищевой продукции одного наименования, одинаково упакованной, произведенной одним изготовителем по одному (межгосударственному) стандарту или национальному стандарту, или стандартом организации, или иным документом изготовителя в определенный промежуток времени, сопровождаемое товаротранспортной документацией, обеспечивающей прослеживаемость пищевой продукции.

Для контроля качества упаковки, маркировки транспортной и оптовой тары, из партии отбирается выборка, объем которой указан в таблице 13.

Таблица 13 – Выборка из транспортной и оптовой тары

Количество единиц транспортной и оптовой тары в партии, шт	Количество единиц транспортной и оптовой тары, подвергаемых контролю, шт	Приемочное число	Браковочное число
До 15 включ.	Все единицы	0	1
От 16 до 200	15	0	1
Свыше 200	25	1	2

**Выборка** – одна или несколько выборочных единиц, взятых из генеральной совокупности и предназначенных для получения информации о ней.

Для определения массы нетто макаронных изделий, упакованных в оптовую тару, используют выборку, отобранную по таблице 13.

Для контроля качества упаковки, маркировки и определения массы нетто упаковочной единицы потребительской тары, из отобранных по таблице 13 единиц транспортной тары, берут выборку, в соответствии с таблицей 14.

Таблица 14 – Выборка упаковочных единиц потребительской тары

Масса нетто упаковочной единицы, г	Объем выборки, шт.	Приемное число	Браковочное число
До 500	22	3	4
От 501 до 1000 включительно	13	2	3
Свыше 1000	8	1	2

После определения массы нетто, выборку по таблице 14 используют для определения органолептических и физико-химических показателей качества макаронных изделий, упакованных в потребительскую тару; выборку по таблице 13 – для макаронных изделий, упакованных в оптовую тару.

Партию принимают, если число единиц продукции в выборке, не отвечающее требованию нормативного документа по контролируемому показателю, меньше или равно приемочному числу, указанному в таблицах 13,14, и бракуют, если оно больше или равно браковочному числу.

**Приемочное число** – максимально-допустимое количество забракованных единиц выборки или объединенной (суммарной) пробы, позволяющее принять решение о приемке товарной партии по качеству.

**Браковочное число** – минимально-допустимое количество забракованных единиц объединенной пробы, являющееся основанием для отказа от приемки товарной партии по качеству.

При получении неудовлетворительного результата хотя бы по одному из показателей проводят повторный контроль качества на удвоенной выборке, отобранной от той же партии.

Результаты повторного контроля распространяют на всю партию.

При получении неудовлетворительных результатов органолептических или физико-химических испытаний хотя бы по одному из показателей, при повторном контроле качества, партию макаронных изделий бракуют.

Качество изделий в немаркированной, нечетко маркированной или дефектной упаковке проверяют отдельно, результаты проверки распространяются на изделия только в этой упаковке.

**Методы отбора проб.** Из выборки (таблица 14) отбирают не менее трех мгновенных проб в зависимости от массы упаковочной единицы макаронных изделий.

Отобранные мгновенные пробы освобождают от потребительской упаковки, перемешивают и получают суммарную пробу, масса которой должна быть не менее 1500 г. Полученную суммарную пробу помещают в сухую, чистую, крепкую и герметичную тару.

Из выборки (таблица 13) после вскрытия одной единицы оптовой тары макаронных изделий отбирают не менее трех мгновенных проб, взятых из разных мест, и получают суммарную пробу, масса которой должна быть не менее 1500 г. Полученную суммарную пробу помещают в сухую, чистую, крепкую и герметичную тару.

Подготовленные суммарные пробы снабжают этикеткой с указанием наименования предприятия-изготовителя, наименования продукции, даты изготовления, номера партии, смены, даты отбора, массы и подписи лица, отобравшего суммарную пробу.

Суммарные пробы делят на две равные части, помещая каждую в сухую, чистую тару и снабжая этикетками.

Одну часть упакованных суммарных проб с протоколом отбора проб направляют в лабораторию для проведения анализа, другую пломбируют и хранят на случай возникновения разногласий при определении качества.

**Подготовка проб.** В лаборатории суммарную пробу освобождают от тары и отбирают 200 г для определения зараженности вредителями. Из остальной суммарной пробы составляют две пробы для проведения испытаний.

Для приготовления первой лабораторной пробы отбирают от 200 до 250 г макаронных изделий из суммарной пробы и измельчают на лабораторной мельнице. От измельченной лабораторной пробы отбирают две пробы для анализа массой 10 г каждая и проводят определение на наличие искусственного синтетического красителя нефтяного происхождения. Затем оставшуюся часть измельченной лабораторной пробы макаронных изделий просеивают через сито в зависимости от проводимого анализа:

- для определения запаха, вкуса, металломагнитной примеси, влажности, белка и примеси мягких сортов пшеницы в макаронных изделиях группы А, берут проход через сито размером отверстий 1000 мкм (сито 7,5ПЧ-340);

- для определения кислотности берут проход через сито размером отверстий 1000 мкм и сход с сита размером отверстий 250 мкм (сито 27ПА-120 или 27ПЧ-120);

- для определения золы, нерастворимой в 10 %-ном растворе соляной кислоты, берут проход через сито размером отверстий 250 мкм.

Вторую лабораторную пробу (это оставшаяся часть суммарной пробы) используют для определения: цвета, состояния поверхности, излома, формы, состояния изделий после варки, сохранности формы сваренных изделий и сухого вещества, перешедшего в варочную воду.

### **3.1.2 Задание**

1 Рассчитайте размер суммарной или объединенной пробы для оценки качества фасованных макаронных изделий (ракушка), если в магазин поступила партия массой 200 кг в ящиках по 200 пачек в каждом (масса пачки 500 г).

2 Рассчитайте размер суммарной или объединенной пробы для оценки качества весовых макаронных изделий, если в магазин поступила партия массой 100 кг в ящиках по 10 кг в каждом.

### **3.1.3 Контрольные вопросы**

1 Что такое выборка?

2 Какие пробы бывают?

3 Что такое приемочное и браковочное числа?

## **3.2 Определение органолептических и физико-химических показателей качества макаронных изделий**

Качество готовых макаронных изделий по органолептическим и физико-химическим показателям должно соответствовать требованиям ГОСТ 31743-2012 «Изделия макаронные. Общие технические условия» (таблицы К.1, К.2)

### **Цель работы**

Изучить нормативную документацию на макаронные изделия и освоить методы определения органолептических и физико-химических показателей их качества.

### **3.2.1 Аппаратура, приборы и реактивы**

Весы лабораторные марки НВ-300-Н; сушильный электрический шкаф СЭШ-3М; бюксы металлические; прибор К.Н. Чижовой или его аналог «КВАРЦ-21М33-1»; бумага ротаторная или газетная; эксикатор; муфельная печь; тигли; лабораторная зерновая мельница ЛЗМ-1; магнит, стекло часовое, сита 7,5 ПЧ-340 и 27ПА-120; конические колбы вместимостью 100 или 150 см<sup>3</sup>; бумага фильтровальная; титровальная установка; ступка фарфоровая с пестиком; стакан химический вместимостью 50 см<sup>3</sup>; водяная баня, раствор гидроксида натрия или калия концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup>; спиртовой раствор с массовой долей фенолфталеина 1 %; 10 %-ный раствор соляной кислоты.

### 3.2.2 Определение органолептических показателей качества макаронных изделий

**Цвет** должен быть однотонный с кремовым или желтоватым оттенком, соответствующий сорту муки. Признаки непромеса должны отсутствовать. Цвет изделий с добавками соответственно изменяется.

Методы оценки цвета изделий, как и для муки, могут быть разделены на группы.

**Метод по ГОСТ 31964-2012.** Пробу макаронных изделий рассыпают тонким слоем на лист фильтрованной бумаги и оценивают визуально при естественном освещении.

Стандартный метод заключается в словесном описании цвета поверхности изделий с какими-либо эталонами цвета.

**Химические методы.** Основаны на определении количества красящих каротиноидных пигментов в предварительно размолотых макаронных изделиях. Эти методы объективны, однако они не учитывают структуру поверхности изделий. Например, даже при высоком содержании в изделиях пигментов, цвет поверхности будет казаться белым, если поверхность шероховатая, с заусенцами.

**Метод двух светофильтров.** Этот метод используют для объективной оценки цвета изделий. Длинные макаронные изделия распиливают на отрезки по 4 см и плотно укладывают в лоток, дно которого, для устранения влияния темного фона, покрывают белой бумагой. При измерении цвета коротких изделий пользуются микронасадками, входящими в комплект фотометра.

Измерение коэффициентов светоотражения пробы изделий, расчет цветовых компонентов и оценки цвета производят таким же образом, как для муки. Цвет макаронных изделий тем лучше, чем выше численное значение величины оценки цвета (ОЦ). По величине ОЦ цвет макаронных изделий, согласно исследованиям Г.М. Медведева, можно характеризовать следующим образом:  $ОЦ \geq 0,6$  – цвет отличный; ОЦ от 0,45 до 0,59 – цвет хороший; ОЦ от 0,30 до 0,44 – цвет удовлетворительный; ОЦ от 0,20 до 0,29 – цвет посредственный; ОЦ менее 0,19 – цвет плохой.

**Поверхность и излом.** Степень шероховатости поверхности изделий определяется в первую очередь материалом, из которого изготовлены формующие щели матрицы, а также качеством обработки поверхности этих щелей. Кроме того, если формующие щели металлические, степень шероховатости зависит от влажности теста. Из ГОСТ 31743-2012 удалено требование к гладкой поверхности макаронных изделий.

**Излом** изделий должен быть стекловидным. Белый мучнистый излом может быть вызван дефектами муки, недостаточным давлением при прессовании или очень жестким режимом сушки.

**Форма** изделий должна соответствовать данному виду изделий.

**Запах и вкус.** Для определения запаха, из измельченной (проход через сито размером отверстий 1000 мкм) лабораторной пробы макаронных изделий отбирают навеску для анализа массой  $(20 \pm 1)$  г, переносят ее в стакан, заливают 200-250 см<sup>3</sup> воды температурой  $(60 \pm 5)$  °С, тщательно перемешивают, закрывают крышкой и оставляют на 1-2 мин, после чего воду сливают и определяют запах испытуемого продукта.

Если запах макаронных изделий отвечает требованиям стандарта, то вкус определяют разжевыванием измельченной пробы массой 1 г, отобранной из лабораторной пробы. Эту операцию повторяют, предварительно ополоснув рот водой.

### 3.2.3 Задание

Оценить качество макаронных изделий по органолептическим показателям. Результаты оформить в виде таблицы 15 и сравнить их с требованиями стандарта.

Таблица 15 – Органолептическая оценка качества макаронных изделий

Показатель	Характеристика показателя
Цвет	
Форма	
Вкус	
Запах	

### **3.2.4 Определение физико-химических показателей качества макаронных изделий**

**Определение влажности.** Согласно ГОСТ 31964-2012 влажность макаронных изделий определяют различными методами: методом высушивания до постоянной массы, ускоренного высушивания, экспресс-методом с помощью печи сушильной лабораторной ПСЛ1-180 или на приборе Чижовой и аналогичной аппаратуре, и с применением анализатора МА-30 «SARTORIUS» или других инфракрасных термографических влагомеров.

В данной работе для определения влажности макаронных изделий, используют методы ускоренного высушивания и экспрессные.

**Метод ускоренного высушивания** предполагает сушку навесок измельченных макаронных изделий (проход через сито размером отверстий 1000 мкм) массой  $(5,00 \pm 0,01)$  г в сушильном шкафу СЭШ-3М при температуре  $(130 \pm 2)$  °С в течение 40 мин (отсчет времени ведут с момента доведения температуры шкафа до 130 °С после помещения в него бюкс. Этот метод ничем не отличается от стандартного метода определения влажности муки (см. работу № 1).

**Экспресс-метод.** Для определения влажности берут две навески измельченных макаронных изделий (проход через сито размером отверстий 1000 мкм) массой  $(5,00 \pm 0,01)$  г каждая и помещают в пакетики предварительно высушенные и взвешенные. Пакетики с навесками помещают в прибор Чижовой и сушат в течение 28 мин при температуре 160 °С. По окончании высушивания пакетики охлаждают в эксикаторе до полного остывания, но не > 2 ч, и взвешивают с погрешностью не более  $\pm 0,01$  г. Обработка результатов (см. приложение В).

**Определение металломагнитной примеси.** Из подготовленной измельченной лабораторной пробы макаронных изделий отбирают пробу для анализа массой 50 г, разравнивают на листе бумаги, толщина слоя от 2 до 4 мм.

Магнитом медленно проводят в продольном и поперечном направлениях так, чтобы вся поверхность исследуемой пробы была пройдена магнитом. Притянутые

магнитом частицы металломагнитных примесей осторожно снимают и переносят на предварительно взвешенное часовое стекло.

Извлечение металломагнитной примеси из пробы макаронных изделий проводят три раза. Перед каждым извлечением примеси пробу смешивают и разравнивают тонким слоем.

Собранные на часовое стекло частицы металломагнитной примеси взвешивают с погрешностью не более 0,005 г.

Содержание металломагнитной примеси  $X$ , мг, на 1 кг изделий вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1}{m_2}, \quad (23)$$

где  $m_1$  – масса металломагнитной примеси, выделенная из анализируемой пробы, мг;

$m_2$  – масса изделий в анализируемой пробе, кг.

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

**Определение зараженности вредителями.** Из суммарной пробы макаронных изделий отбирают около 200 г изделий и дробят их в ступке до разрушения макаронных трубок. Раздробленные изделия осторожно высыпают на чистую белую бумагу, разравнивают тонким слоем и рассматривают через лупу, устанавливая наличие вредителей (жуков, куколок, личинок и т.п.).

**Определение кислотности макаронных изделий.** Кислотность макаронных изделий характеризует их вкусовые свойства и степень свежести.

При нормальном проведении технологического процесса кислотность изделий увеличивается по сравнению с кислотностью муки не более чем на 10 %.

Общая (титруемая) кислотность изделий связана с наличием в них прежде всего свободных жирных кислот, количество которых увеличивается при

длительном хранении изделий, а также при неблагоприятных условиях хранения. Кроме того, кислотность связана с наличием в изделиях свободных органических кислот, аминокислот и кислых фосфатов.

Кислотность макаронных изделий выражается в градусах. Под градусом кислотности понимается количество см<sup>3</sup> 1 н (0,1 н) раствора гидроксида натрия или калия, необходимого для нейтрализации кислот и кислореагирующих соединений, содержащихся в 100 г изделий.

Для всех видов макаронных изделий, кроме томатных, второго сорта, молочных, соевых и с пшеничным зародышем, кислотность должна быть не более 4°.

Существуют следующие методы определения общей (титруемой) кислотности макаронных изделий: титрование водной болтушки (стандартный метод) и методы, не предусмотренные нормативными документами (титрование водной вытяжки и водно-спиртовой вытяжки).

**Определение титруемой кислотности по водной болтушке (стандартный метод).** Из подготовленной лабораторной пробы, отбирают две навески для анализа массой  $(5,0 \pm 0,1)$  г каждая, переносят их в конические колбы вместимостью 100 или 150 см<sup>3</sup> с предварительно налитой в них от 30 до 40 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Содержимое колб взбалтывают в течение 3 мин до исчезновения комочков. Приставшие к стенкам частицы смывают дистиллированной водой так, чтобы общий объем воды составил 50 см<sup>3</sup>.

В полученную взвесь добавляют пять капель 1 %-ного раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором щелочи до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Определяют объем щелочи, израсходованный на титрование.

В сомнительных случаях, когда по окрашенной взвеси трудно определить конец титрования, к ней добавляют 2-3 капли фенолфталеина, и если поверхностный слой взвеси окрасится в розовый цвет, титрование считают законченным.

Кислотность X, град, вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \cdot 20}{10} \cdot K, \quad (24)$$

где V – объем раствора гидроокиси натрия или калия, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

$\frac{1}{10}$  – коэффициент пересчета концентрации 0,1 н (0,1 моль/дм<sup>3</sup>) раствора

гидроокиси натрия или калия на концентрацию 1н (1 моль/дм<sup>3</sup>);

20 – коэффициент пересчета на 100 г изделий;

K – поправочный коэффициент к титру 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора гидроокиси натрия или калия.

За окончательный результат определения кислотности принимают среднее арифметическое значение определений двух навесок.

Все вычисления проводят до второго десятичного знака с последующим округлением результата до первого десятичного знака.

При определении кислотности муки и макаронных изделий необходимо чтобы размеры частиц муки и размолотых макаронных изделий были одинаковыми.

**Титрование водной вытяжки.** Этот метод позволяет легко и точно установить появление розового окрашивания, однако в водный раствор переходят лишь кислые фосфаты и небольшое количество водорастворимых кислот.

**Титрование водно-спиртовой вытяжки.** Сущность этих методов состоит в настаивании навески размолотых изделий в определенном объеме этилового спирта различной концентрации и титровании щелочью. К этим методам относят методы, принятые в Италии и Франции.

**Итальянский метод водно-спиртовой вытяжки.** Берут 4 г размолотых макаронных изделий (проход через сито № 32) и 100 см<sup>3</sup> 50 %-ного нейтрального (по фенолфталеину) этилового спирта помещают в колбу на 500 см<sup>3</sup> с притертой

пробкой, взбалтывают и оставляют на 3 часа для настаивания, периодически встряхивая. Затем декантируют через складчатый фильтр, отбирают 50 см<sup>3</sup> фильтрата и титруют его 0,05 н раствором щелочи (индикатор фенолфталеин) до появления слабого, но стойкого розового окрашивания.

Величину кислотности X (град) рассчитывают по формуле

$$X = \frac{V \cdot A \cdot 100 \cdot K \cdot 0,05}{50 \cdot B}, \quad (25)$$

где V – количество щелочи, израсходованной на титрование, см<sup>3</sup>;

A – количество 50 %-ного спирта, израсходованного на приготовление вытяжки (A =100 см<sup>3</sup>);

B – навеска муки, г (B =4 г);

K – поправочный коэффициент к титру 0,05 н щелочи.

Использование в этом методе этилового спирта 50 %-ной концентрации позволяет учесть практически всю сумму кислореагирующих веществ в изделиях.

На величину кислотности, получаемую итальянским методом, величина частиц исходной муки почти не влияет.

**Французский метод спиртовой вытяжки.** Предполагает использование 96 %-ного этилового спирта, в котором растворяются только жирные кислоты и небольшая часть кислых фосфатов. При помощи этого метода, не определяя общего количества кислореагирующих веществ, устанавливают степень свежести изделий.

**Определение массовой доли золы.** Сущность метода состоит в сжигании пробы изделий до полного озоления органического вещества с последующим количественным определением полученного остатка (приложение Г).

**Определение золы (песка), нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты.** Оставшуюся после озоления в тигле золу растворяют в 10 см<sup>3</sup> 10 %-ного раствора соляной кислоты при нагревании на кипящей водяной бане в течение 5 мин.

Верхний прозрачный слой солянокислого раствора фильтруют в колбу или стакан через фильтр и промывают на фильтре дистиллированной водой температурой от 50 °С до 70 °С.

Фильтр с остатком (нерастворимой золой) слегка подсушивают в воронке и переносят в тигель, предварительно прокаленный до постоянной массы и взвешенный с точностью до 0,0005 г, который помещают в муфельную печь, сжигают и прокаливают при температуре от 600 °С до 650 °С до постоянной массы. Одновременно в муфельную печь помещают тигель с фильтром, сжигают и прокаливают остаток до постоянной массы. Затем охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают с точностью до 0,0005 г.

Массовую долю золы (песка), нерастворимой в 10 %-ном растворе соляной кислоты на сухую массу,  $X$ , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)}, \quad (26)$$

где  $m_1$  – масса тигля с остатком на фильтре после прокаливания, г;

$m_2$  – масса тигля с золой фильтра, г;

$m$  – масса навески испытуемой пробы, г;

$W$  – массовая доля влаги в испытуемой пробе, %.

Вычисление проводят до третьего десятичного знака, результат вычислений округляют до второго десятичного знака.

За окончательный результат измерения принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений. Абсолютное расхождение между результатами двух измерений, проведенных тем же методом, на идентичном материале, в одной лаборатории, тем же оператором и на том же оборудовании с незначительным перерывом во времени, не должно превышать 0,05 %.

### 3.2.5 Задание

1 Определить физико-химические показатели макаронных изделий. Результаты оформить в виде таблицы 16.

2 Провести сравнительный анализ полученных результатов с данными стандарта.

Таблица 16 – Физико-химические показатели макаронных изделий

Показатель	Значение показателя	Норма по ГОСТ 31743-2012
Массовая доля влаги, %		
Кислотность, град		
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %		
Зола, нерастворимая в 10 %-ном растворе HCl, %		
Металломагнитная примесь, мг на 1 кг продукта		
Наличие зараженности и загрязненности вредителями хлебных запасов		

### 3.2.6 Контрольные вопросы

1 Как определяется зольность макаронных изделий?

2 Что характеризует показатель «зольность» макаронных изделий?

3 Как определяется зола, нерастворимая в 10 %-ном растворе соляной кислоты и содержание чего она характеризует?

## 3.3 Определение варочных свойств макаронных изделий

### Цель работы

Освоить методы определения варочных свойств макаронных изделий по ГОСТ 31964-2012.

### 3.3.1 Аппаратура, приборы и материалы

Сосуды варочные с толстым дном диаметром 170 мм и вместимостью от 2,0 до 2,5 дм<sup>3</sup>; пластина давальная из прозрачного пластика толщиной 3 мм; сито диаметром 200 мм с размером отверстий 1-2 мм; секундомер; тарелки белые; электроплитка; вода дистиллированная; колбы мерные плоскодонные вместимостью 1000 см<sup>3</sup>; пипетка вместимостью 50 см<sup>3</sup>; чашки выпарительные; баня водяная; шкаф сушильный СЭШ-3М; эксикатор; металлические бюксы; весы лабораторные марки НВ-300-Н.

### 3.3.2 Определение сохранности формы макаронных изделий после варки

**Подготовка к проведению анализа.** Определяют время варки. Время варки макаронных изделий до готовности – это интервал от момента погружения макаронных изделий в кипящую воду до момента исчезновения мучнистого непроварившегося слоя.

Дистиллированную воду 1000 см<sup>3</sup> в варочном сосуде доводят до кипения. Макароны в количестве 50 г (из расчета на целое изделие), не ломая, погружают в кипящую воду, осторожно помешивая их шпателем до повторного закипания воды.

Варят изделия в открытом сосуде при умеренном кипении, проверяя их готовность через каждую минуту после повторного закипания, используя давальную пластину (рисунок 4). Фиксируют время варки до готовности  $t$ . Варят до тех пор, пока не исчезнет непрерывная белая линия, видимая в центре пластины.

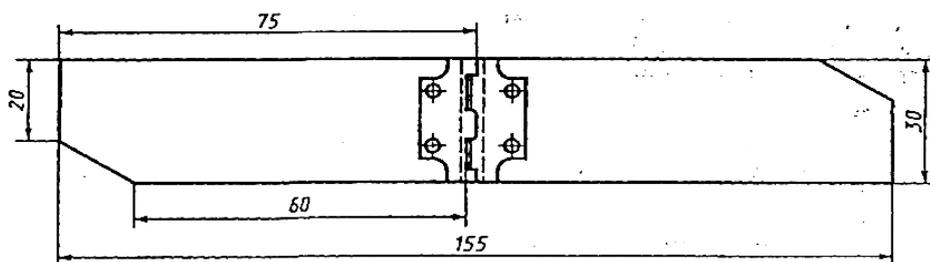


Рисунок 4 – Давильная пластина

**Проведение анализа.** Наливают 1000 см<sup>3</sup> дистиллированной воды в варочный сосуд и доводят до кипения. Макароны изделия в количестве 50 г (из расчета на целое изделие) погружают в кипящую воду, осторожно помешивая шпателем в начале варки до повторного закипания воды. Изделия варят в открытом сосуде при умеренном кипении.

По истечении времени  $t$  варочную воду переносят на сито, дают варочной воде стечь и раскладывают изделия на тарелке. Внешним осмотром сваренных макаронных изделий, определяют число изделий, не сохранивших первоначальную форму.

Сохранность формы макаронных изделий, т.е. отношение числа изделий, сохранивших форму после варки к числу изделий, отобранных для варки,  $X$ , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{B}{A} \cdot 100, \quad (27)$$

где  $B$  – число макаронных изделий сохранивших форму после варки, шт;

$A$  – число макаронных изделий отобранных для варки, шт.

Результат округляют до целого числа.

### **3.3.3 Определение сухого вещества, перешедшего в варочную воду**

Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, выражается в процентах к массе сухих изделий, взятых для варки. Согласно ГОСТ 31964-2012 количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, определяется методами высушивания до постоянной массы, ускоренного высушивания и на анализаторе влажности МА-30 «SARTORIUS». В данной работе рассмотрим метод ускоренного высушивания.

**Определение потерь сухих веществ, перешедших в варочную воду, ускоренным методом высушивания.** Макароны варят по методике описанной выше. Сваренные макаронные изделия переносят на сито и дают стечь жидкости. Варочную жидкость охлаждают до температуры около 20 °С и измеряют ее объем в мерном цилиндре. Затем варочную воду помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> и доводят дистиллированной водой до метки и тщательно взбалтывают. Из полученного раствора отбирают пипеткой 50 см<sup>3</sup> испытуемой пробы варочной воды и переносят в чашку Петри или фарфоровую чашку, предварительно высушенные и взвешенные на весах с точностью до 0,0005 г.

Содержимое чашки выпаривают на водяной бане до образования пленки, а затем остаток высушивают в сушильном шкафу при температуре 130 °С в течение 30 мин. Чашки вынимают из сушильного шкафа, охлаждают в эксикаторе и взвешивают на весах с точностью до 0,0005 г.

Массу сухого вещества, перешедшего при варке макаронных изделий в варочную воду X, %, рассчитывают по формуле

$$X = \frac{(B - A) \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot a} \cdot \frac{100}{100 - W}, \quad (28)$$

где B – масса чашки с сухим остатком, г;

A – масса пустой чашки, г;

V<sub>1</sub> – общий объем варочной воды исследуемого раствора, см<sup>3</sup>;

V<sub>2</sub> – объем варочной воды исследуемого раствора, взятый на выпаривание, см<sup>3</sup>;

a – масса навески испытуемой пробы, г;

W – влажность испытуемой пробы, %.

Вычисление проводят до второго десятичного знака, результат округляют до первого десятичного знака.

За окончательный результат измерения принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений. Абсолютные расхождения между результатами двух измерений, проведенных тем же методом, на идентичном материале, в одной лаборатории, тем же оператором и на том же оборудовании, с значительным перерывом во времени, не должны превышать 0,5 %.

### 3.3.4 Задание

Определить варочные свойства макаронных изделий. Оформить результаты в виде таблицы 17 и сравнить полученные данные с показателями стандарта. Сделать вывод.

Таблица 17 – Варочные свойства макаронных изделий

Показатель	Значение показателя	Норма по ГОСТ 31743-2012
Сохранность формы сваренных изделий, %		
Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %		

### 3.3.5 Контрольные вопросы

- 1 Какими показателями характеризуются варочные свойства макаронных изделий?
- 2 Каково допускаемое количество сухих веществ, перешедших в варочную воду для группы изделий А?
- 3 Какова сохранность формы сваренных изделий для группы В?

## 3.4 Оценка качества макаронных изделий по показателям, не предусмотренным ГОСТ 31743-2012

Для полной и объективной оценки качества макаронных изделий при проведении исследовательских работ, используют дополнительные показатели

качества и методы их определения, не предусмотренные ГОСТ 31743-2012. К таким показателям относятся: содержание деформированных изделий и крошки; прочность готовых и сваренных изделий; слипаемость сваренных изделий; балльная оценка сваренных изделий.

### **Цель работы**

Изучить и провести оценку варочных свойств макаронных изделий по показателям, не предусмотренным ГОСТ 31743-2012.

### **3.4.1 Аппаратура, приборы и материалы**

Весы лабораторные марки НВ-300-Н; приспособление для выделения крошки из короткорезанных изделий; прибор ИПМ (аналог прибора Строганова); мерный цилиндр вместимостью 250 см<sup>3</sup>; прибор ПМ; приспособление для определения прочности сваренных изделий; приспособление для определения слипаемости сваренных макаронных изделий.

### **3.4.2 Техника определения**

**Определение содержания деформированных изделий и крошки (ГОСТ Р 51865-2002).** Деформированными изделиями называют:

- трубчатые изделия, потерявшие форму или имеющие продольный разрыв, смятые концы или значительные искривления (у макарон и «перьев»);
- лапшу, собранную в складки или имеющую несвойственную данному виду форму;
- фигурные изделия, имеющие несвойственную данному виду форму, смятые полностью или частично.

К крошке относят: обломки, обрывки, обрезки макаронных изделий (независимо от их размеров). При определении содержания деформированных изделий и крошки в макаронах и длинных лапше и вермишели, а также в

короткорезанных изделиях, каждую отобранную для проверки пробу около 500 г осторожно выкладывают на стол или чистый лист бумаги, отбирают деформированные изделия и крошку, взвешивают порознь и полученные массы выражают в процентах к общей массе пробы макаронных изделий.

Для ускорения выделения крошки из вермишели и лапши можно использовать приспособление, изображенное на рисунке 5. Оно представляет собой плиту толщиной около 10 мм, в которой в шахматном порядке высверлены гнезда диаметром 1,5 см и глубиной от 6 до 8 мм.

Анализируемую пробу изделий высыпают на один из краев плиты, наклоняют плиту и, слегка покачивая ее, дают изделиям медленно рассыпаться по плите. Крошка остается в гнездах, а изделия стандартной длины ссыпаются с плиты.

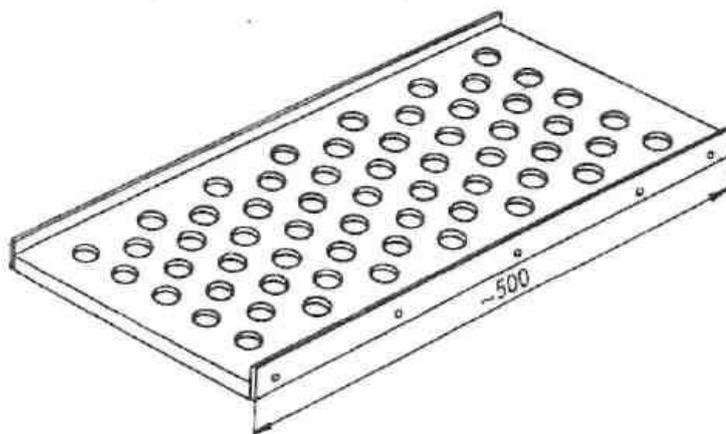


Рисунок 5 – Приспособление для выделения крошки из короткорезанных вермишели и лапши

Содержание деформированных изделий или крошки  $X$ , %, вычисляют по формуле

$$X = \frac{m_1 \cdot 100}{m_2}, \quad (29)$$

где  $m_1$  – масса деформированных изделий или крошки,

выделенных из анализируемой пробы, г;

$m_2$  – масса анализируемой пробы, г.

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

Согласно стандарту (ГОСТ Р 51865-2002) допускается наличие крошки макаронных изделий от массы нетто каждой упаковочной единицы, %, не более

1,0 – для изделий группы А и Б;

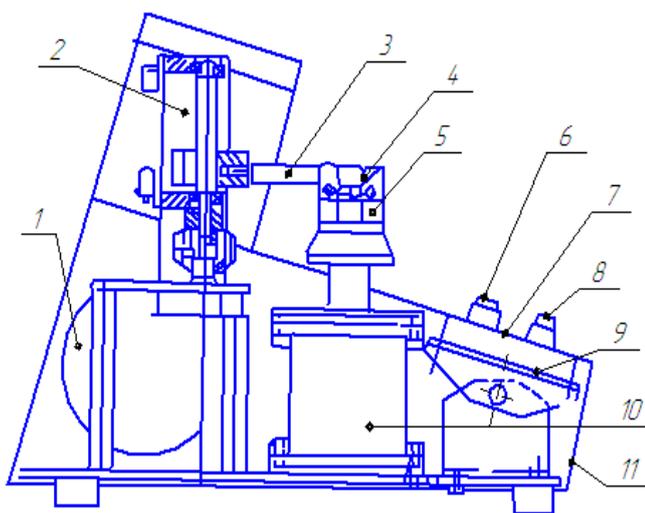
3,0 – для изделий группы В.

Допускается не более 2 % деформированных макаронных изделий от массы нетто изделий в каждой упаковочной единице.

Допускаются следующие отклонения от средней длины макаронных изделий в каждой упаковочной единице, при условии их однородности, %:

15 – для длинных изделий; 25 – для коротких. Согласно стандарту длинные макаронные изделия – это изделия длиной не менее 20 см, а короткие – не более 15 см.

**Определение прочности готовых изделий.** Прочность готовых изделий определяется на приборе ИПМ-1 (аналог прибора Строганова) (рисунок 6).



1 – привод двигателя пуансона; 2 – привод пуансона; 3 – пуансон; 4 – гайки для регулировки расстояния между опорами; 5 – опоры для образцов; 6 – кнопка «стоп»; 7 – выключатель сети; 8 – кнопка «пуск»; 9 – плата микропроцессора; 10 – датчик контроля величины нагрузки, действующей на образец; 11 – кожух прибора

Рисунок 6 – Прибор ИПМ-1

Принцип работы устройства основан на воздействии линейно-нарастающей нагрузки пуансона на образец макаронного изделия, помещенного на две опоры, до его разрушения и фиксации величины нагрузки, при которой произошло разрушение образца. Диапазон изменения нагрузки, воздействующей на образец от 0,5 до 30 Н (от 50 г до 3 кг). Диапазон регулирования расстояния между опорами от 50 до 155 мм.

**Порядок работы на приборе ИПМ-1.** Включить устройство в сеть через розетку, имеющую отдельный заземляющий привод. Нажать кнопку «Сеть» на передней панели прибора. На всех цифровых индикаторах высвечиваются нули. Освободить опоры 5, ослабив гайки 4 и установить между опорами требуемое расстояние, завернуть гайки до упора. Положить на опоры испытываемый образец макаронного изделия. Нажать кнопку «Пуск». Зафиксировать значение разрушающей нагрузки для данного изделия. После измерения выключить устройство выключателем «Сеть» (при этом должны погаснуть цифровые индикаторы и индикаторы сети). При необходимости остановить процесс испытаний можно нажав кнопку «Стоп». Величину прочности рассчитывают как среднее арифметическое результатов десяти определений.

Для удобства сравнения результатов измерения прочности макаронных изделий разного вида определяют удельную прочность изделий (Па)

$$\rho = \frac{P}{f}, \quad (30)$$

где  $P$  – усилие на излом, Н (измеренное на приборе ИПМ-1);

$f$  – площадь поперечного сечения пробы сухих изделий, м<sup>2</sup>.

**Определение количества поглощенной воды макаронными изделиями в процессе варки.** Этот показатель характеризуется коэффициентом увеличения массы  $K$  (или объема) макаронных изделий в процессе варки. Изделия хорошего качества имеют коэффициент увеличения массы или объема не менее 2.

Количество поглощаемой воды определяет вкусовые качества сваренных изделий, а следовательно, их усвояемость. Этот показатель зависит:

- от плотности изделий. С увеличением плотности снижается количество поглощаемой при варке воды;

- от количества клейковины в муке, из которой изготовлены изделия. С уменьшением количества клейковины возрастает объем поглощенной воды.

**Методика определения.** Изделия варят до готовности и рассчитывают коэффициент увеличения массы (или объема) изделий в процессе варки. В первом случае определяют массу сухих и сваренных изделий, во втором – объем сухих и сваренных изделий.

Для определения коэффициента увеличения объема изделий при варке в мерный цилиндр вместимостью 250 см<sup>3</sup>, наполненный водой комнатной температуры до определенного уровня, опускают 25 г сухих изделий, взвешенных с точностью до ±0,01 г. Для удаления пузырьков воздуха цилиндр встряхивают. По поднятию уровня воды определяют объем взятых изделий. Затем воду сливают, а изделия переносят в кастрюлю с кипящей водой (250 см<sup>3</sup>), где их варят до готовности. По окончании варки изделия переносят на сито и после того, как стечет избыток воды, их снова помещают в мерный цилиндр, предварительно наполненный водой так, чтобы вода полностью покрыла изделия. По поднятию уровня воды определяют объем сваренных изделий.

Если определяют коэффициент увеличения массы изделий, то сваренные изделия переносят на сито и после того, как стечет вода, их взвешивают.

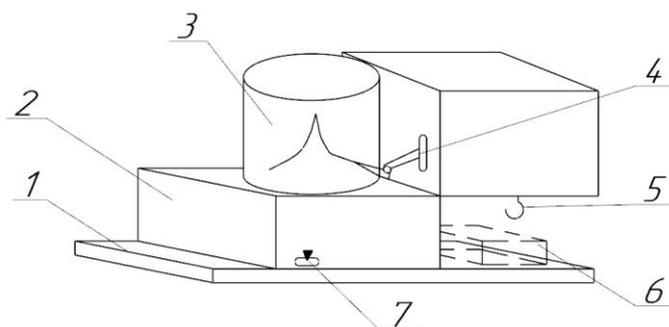
**Прочность сваренных изделий.** Прочность может быть определена на срез при помощи прибора ПМ (прочность макарон) приведенного на рисунке 7 и приспособления, изображенного на рисунке 8.

Макаронные изделия варят, как описано выше до готовности (длинные изделия предварительно распиливают на отрезки от 4 до 5 см). По окончании варки сливают варочную воду и изделия помещают в чашку с холодной водопроводной водой.

В прорезь верхней части приспособления (рисунок 8) вставляют металлическую пластину 1, подвешиваемую через верхнее отверстие на крючок 5 прибора ПМ. В нижнее отверстие пластины 1 вставляют макаронное изделие 2. При

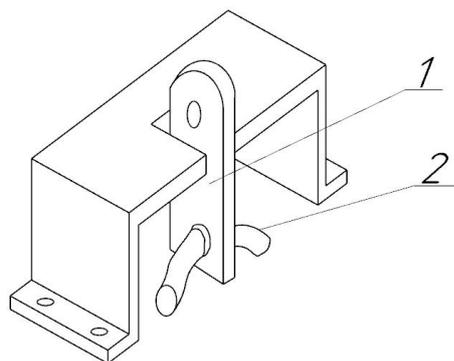
включении двигателя прибора ПМ через тумблер 7 поднимается пластина и макаронное изделие разрезается. Усилие, необходимое для этого, отмечается стрелкой на шкале барабана 3.

Опыт повторяют не менее пяти раз, за окончательный результат принимают среднее арифметическое.



1 – основание прибора; 2 – корпус; 3 – вращающийся барабан; 4 - самописец;  
5 – крючок; 6 – приспособления; 7 – тумблер

Рисунок 7 – Прибор ПМ для определения прочности сваренных макаронных изделий



1 – пластина с двумя отверстиями; 2 – макаронное изделие

Рисунок 8 – Приспособление для определения прочности сваренных макаронных изделий

Для удобства сравнения результатов измерения прочности сваренных или сухих макаронных изделий разного вида, определяют удельную прочность,  $\rho$ , макаронных изделий, Па, по формуле

$$\rho = \frac{F}{S}, \quad (31)$$

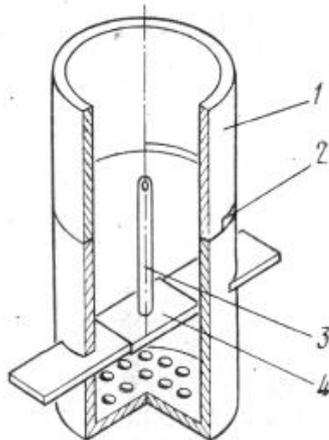
где  $\rho$  – удельная прочность сваренных или сухих изделий, Па;

$F$  – абсолютная прочность сваренных или сухих изделий, Н (измеренная на приборе);

$S$  – площадь поперечного сечения пробы сухих изделий (до варки),  $\text{м}^2$ .

Изделия имеют нормальную прочность (упругость при разжевывании), если их удельная прочность от 100 до 160 кПа [1]

**Слипаемость.** Степень слипаемости сваренных изделий может быть также определена на приборе ПМ при помощи специального приспособления, изображенного на рисунке 9.



1 – корпус; 2 – прорезь; 3 – стержень; 4 – планка

Рисунок 9 – Приспособление для определения слипаемости сваренных макаронных изделий

Сваренные изделия вместе с варочной жидкостью сливают в цилиндрический корпус 1 приспособления (рисунок 9), поставленного в миску. Варочная жидкость сливается через перфорированное дно приспособления в миску.

После выстаивания изделий в течение 10 мин в боковую прорезь 2 вставляют лезвие ножа и поворачивают верхнюю часть корпуса на 360 °С, срезая таким образом верхнюю часть массы сваренных изделий. Не вынимая лезвия ножа из прорези, снимают верхнюю часть корпуса вместе с отрезанной верхней частью сваренных изделий. Затем в отверстие стержня 3 вставляют крючок 5 прибора ПМ и определяют усилие, необходимое для вырывания стержня 3 с укрепленной на нем планкой 4 из массы сваренных изделий. Это усилие и характеризует степень слипаемости сваренных макаронных изделий.

#### **Балльная оценка качества сваренных макаронных изделий.**

Потребительские свойства сваренных изделий определяют по органолептическим показателям, используя 100-балльную оценку качества с учетом весомости каждого показателя. Каждый показатель оценивают по пятибалльной шкале. Сумма коэффициентов весомости равна 20. Весомость показателей качества установлена на основании математической обработки данных опросов потребителей. В таблице 18 приведены показатели качества сваренных макаронных изделий и указана их весомость. Изделия по качеству делят на группы: «очень хорошие» 96 баллов и выше; «хорошие» от 95 до 82 баллов; «удовлетворительные» от 81 до 75 баллов; «неудовлетворительные» ниже 75 баллов.

«Очень хорошими» считаются изделия, которые после варки сохраняют форму, свободно отделяются друг от друга, имеют гладкую поверхность. Вкус и запах хорошо выраженные, свойственные данному изделию. Цвет типичный, хорошо выраженный, консистенция упругая, без мучнистого ядра. Варочная вода слабо мутная.

Для изделий группы «хорошие» допускается легкое слипание, слабо мутная вода с небольшим количеством взвешенных частиц после варки, небольшое потемнение или посветление. Вкус и запах хорошо выраженные, типичные.

Для изделий группы «удовлетворительные» характерны менее выраженный вкус и запах, заметное слипание после варки, темноватый или излишне светлый цвет, мутная вода, размягченная консистенция.

У изделий группы «неудовлетворительные» в процессе варки нарушается их целостность, они слипаются, приобретают блеклый цвет, «пустой» или очень слабо выраженный вкус и запах.

Таблица 18 – Балльная оценка качества сваренных макаронных изделий

Показатели	Баллы	Коэффициент весомости	Общая оценка в баллах
1	2	3	4
Внешний вид:			
- поверхность гладкая, форма правильная, изделия не слипаются;	5	5	25
- форма правильная, поверхность шероховатая, края слегка разрыхленные, изделия не слипаются;	4,6		23
- форма правильная, поверхность гладкая, изделия слегка слипаются или незначительная часть их теряет форму;	4,4		22
- форма правильная, изделия заметно слипаются или частично теряют форму, или частично же имеют трещины;	3		15
- изделия слипаются с образованием комьев или значительное количество их теряет форму, или имеет трещины;	1		5
- большая часть изделий теряет форму, слипается или превращается после варки в осколки	0,4		2
Цвет:			
– однотонный, типичный для данного сорта;	5	3	15
– однотонный, слегка темнее или светлее;	4		12
– значительно темнее или светлее ;	3,33		10
– неоднотонный;	1,67		5
– серый, коричневатый ;	0,66		2
Запах:			
– типичный для данного вида, хорошо выраженный ;	5	2	10

Продолжение таблицы 18

–хороший, но недостаточно выраженный ;	4		8
– слабо выраженный ;	3		6
– невыраженный, «пустой» ;	2		4
– посторонний	0		0
<b>Вкус:</b>			
– типичный, очень хорошо выраженный ;	5	5	25
– типичный, хорошо выраженный;	4,6		23
– типичный, слабо выраженный ;	4		20
– «пустой» ;	2		10
– посторонний .	0		0
<b>Консистенция:</b>			
– упругая, без мучного ядра;	5	3	15
– слегка размягченная ;	4		12
– мягкая ;	2,67		8
– мягкая, слегка расползающаяся ;	1,66		5
– сильно расползающаяся	0		5
			0
<b>Варочная вода:</b>			
– слабо мутная ;	5	2	10
– слабо мутная, с небольшим количеством взвешенных частиц ;	4,5		9
– слабо мутная, с небольшим количеством взвешенных частиц и мелких осколков ;	4		8
– мутная ;	3,5		7
– мутная, с небольшим количеством осколков ;	2,5		5
– очень мутная, с большим количеством крупных и мелких осколков	1		2

### 3.4.3 Задание

1 Определить качество макаронных изделий по показателям, не предусмотренным ГОСТ 31743-2012. Результаты оформить в виде таблицы 19.

Таблица 19 – Показатели качества макаронных изделий, не предусмотренные ГОСТ 31743-2012

Показатель	Ед. измерения	Значение показателя
1	2	3
1 Содержание деформированных изделий	%	
2 Количество крошки	%	
3 Отклонение от средней длины макаронных изделий	%	
4 Удельная прочность готовых изделий	Па	
5 Коэффициент увеличения массы (или объема) макаронных изделий в процессе варки		
6 Удельная прочность сваренных изделий	Па	
7 Слипаемость изделий	Н	

2 Решить одну из ситуационных задач, приведенных в приложении Л.

#### 3.4.4 Контрольные вопросы

1 Какие методы применяют для объективной оценки варочных свойств макаронных изделий?

2 Какие изделия считаются деформированными?

3 Что относят к крошке макаронных изделий?

4 Как определяется прочность готовых макаронных изделий?

5 Какие факторы влияют на прочность сухих макаронных изделий?

6 Какие стандартные и нестандартные показатели характеризуют качество макаронных изделий?

7 Что называют макаронным ломом и крошкой?

## **4 Определение оптимальных режимов получения макаронных изделий методом полного факторного планирования экспериментов**

Используя методы математического планирования экспериментов можно, при сравнительно низком уровне теоретических знаний о процессе, получить математическую модель, учитывающую наиболее существенные связи между параметрами и факторами, влияющими на ход процесса. Такие модели могут быть применены для оптимизации процесса, выбора режимных и конструктивных параметров, анализа процесса и выбора системы управления процессом [2].

### **Цель работы**

Изучить и применить метод полного факторного планирования эксперимента ПФЭ<sup>2</sup> для поиска оптимальных значений влажности макаронного теста и дозировки добавки при получении макаронных изделий.

### **4.1 Оборудование, приборы и материалы**

Весы лабораторные марки НВ-300-Н; лабораторный макаронный пресс марки «Dolly» и другие приборы и материалы, приведенные в работе 3.

### **4.2 Порядок проведения работы**

На основании априорной (до опытной) информации или проведенных однофакторных экспериментов выбираются факторы, наиболее существенно влияющие на процесс получения макаронных изделий и выходные параметры.

Учитывая ресурс учебного времени и технические возможности лабораторного прессы «Dolly» выбран ПФЭ<sup>2</sup> с факторами:  $X_1$  – массовая доля влаги в тесте, %;  $X_2$  – процент ввода добавки, %. В качестве выходных параметров:  $Y_1$  – производительность прессы, кг/ч;  $Y_2$  – количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %.

Основные уровни и интервалы варьирования факторов представлены в виде таблицы 20.

Таблица 20 – Основные уровни и интервалы варьирования факторов

Код	Факторы	Единицы измерения	Уровни факторов			Интервалы варьирования
			+1	0	-1	
$x_1$						
$x_2$						

Составляется матрица планирования ПФЭ<sup>2</sup> эксперимента (таблица М.1). Опыты проводят в двух повторностях. Статистическая обработка результатов реализации плана приведена в приложении М. Для статистического анализа результатов проводят еще один опыт в двух повторностях при нулевом уровне значений  $X_1$  и  $X_2$ , всего выполняют пять опытов.

В результате статистической обработки данных получают уравнения регрессии, адекватность которых проверяют по критерию Фишера. Если уравнения адекватно описывают данный процесс, то их используют для поиска оптимальных режимов.

Решить систему уравнений можно с помощью ЭВМ или графическим способом. При графическом способе на плоскости координат  $X_2O X_1$  строятся линии равного выхода, соответствующие контурам сечения поверхности отклика плоскостью  $Y=const$ . Линии равного выхода при  $n=2$  строятся так: задаются значениями  $Y_k$  и  $X_1$ , находя координаты  $X_2$  точек, в которых выход процесса равен заданному. Эти точки наносят на плоскость в координатах  $X_2O X_1$  или в натуральной размерности  $C_2O C_1$  и соединяют их плавной кривой.

Если  $n>2$ , то необходимо выделить два наиболее активных фактора, а остальным факторам дать какое-либо стабильное значение.

Уравнение  $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i)$  сводится к уравнению  $y = f(x_1, x_2)$  по которому и строятся линии равного выхода.

Линии равного выхода строятся для каждого уравнения. При решении системы уравнений, эти линии налагаются друг на друга и дают возможность нахождения компромиссного оптимума.

### **4.3 Задание**

Определить оптимальные значения влажности макаронного теста и дозировки добавок, используя метод полного факторного планирования эксперимента ПФЭ<sup>2</sup>.

### **4.4 Контрольные вопросы**

1 Что характеризует линейные коэффициенты в линейном уравнении регрессии?

2 Каковы причины получения незначимого линейного коэффициента какого-либо фактора в уравнении регрессии?

3 Что означает адекватность уравнения?

## **5 Определение конкурентоспособности или уровня качества макаронных изделий**

Оценка способности товара конкурировать производится путем сопоставления параметров анализируемой продукции с параметрами базы сравнения. За базу сравнения принимается аналогичный товар, имеющий наилучшие показатели качества и наилучшую перспективу сбыта.

### **Цель работы**

Изучить и применить методы определения конкурентоспособности для макаронных изделий разных фирм производителей.

### **5.1 Порядок проведения работы**

Рассмотрим методику определения конкурентоспособности на примере макаронных изделий разных фирм производителей.

Конкурентоспособность макаронных изделий разных фирм производителей определяется только среди образцов, которые по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 31743-2012 «Изделия макаронные. Общие технические условия».

Стоимость образцов макаронных изделий разных фирм производителей представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Стоимость макаронных изделий

Образцы макаронных изделий	Цена за 1 кг, р
1	86
2	95,8
3	107,6
4	115,0
5	145
6	204

Для оценки конкурентоспособности макаронных изделий определяются их потребительские свойства после варки по балльной оценке, приведенной в таблице 22 (см. работу 3).

Таблица 22 – Балльная оценка качества сваренных макаронных изделий

Показатели	Обозначение показателей	Баллы	Коэффициент весомости	Общая оценка в баллах
Внешний вид	P <sub>1</sub>	5	5	25
Цвет	P <sub>2</sub>	5	3	15
Запах	P <sub>3</sub>	5	2	10
Вкус	P <sub>4</sub>	5	5	25
Консистенция	P <sub>5</sub>	5	3	15
Состояние варочной воды	P <sub>6</sub>	5	2	10
Итого	-	-	20	100

В зависимости от качества сваренных макаронных изделий по каждому показателю делаются скидки с баллов. Полученные баллы по каждому показателю умножаются на коэффициент весомости и суммируются, делая заключение о качестве макаронных изделий.

Показатели качества сваренных макаронных изделий представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Качество сваренных макаронных изделий

Образцы макаронных изделий	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус	Состояние варочной воды	Итого баллы
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	
1	25	15	8	15	25	9	95
2	22	15	10	15	25	7	94
3	25	15	10	12	23	9	94
4	25	15	10	15	23	9	97
5	25	15	10	15	25	10	100
6	22	15	10	15	25	9	96
Базовое значение	25	15	10	15	25	10	100

Анализ данных показывает, что лучшими считаются изделия пятого образца, набравшие 100 баллов. Они взяты в качестве базового образца. Внешний вид сваренных изделий базового образца: поверхность гладкая, форма правильная, изделия не слипались; цвет: однотонный, типичный для данного сорта; запах: типичный для данного вида, хорошо выраженный; вкус: типичный, очень хорошо выраженный; консистенция: упругая, без мучного ядра; варочная вода: слабо мутная.

Для оценки конкурентоспособности макаронных изделий используют дифференцированный, комплексный и интегральный методы [3-4].

Дифференцированный метод основан на сопоставлении единичных показателей конкурентоспособности исследуемого товара с аналогичными показателями товаров конкурентов и установление их соотношения. Расчет относительного единичного показателя конкурентоспособности товара производится по формулам

$$q_i = \frac{P_{i\text{юц}}}{P_{i\text{б}}}, \quad (32)$$

$$q_i = \frac{P_{i\text{б}}}{P_{i\text{юц}}}, \quad (33)$$

где  $q_i$  – относительный единичный показатель конкурентоспособности;

$P_{i\text{юц}}$  – значение  $i$ -го единичного показателя конкурентоспособности оцениваемого товара;

$P_{i\text{б}}$  – значение  $i$ -го единичного показателя конкурентоспособности базового образца товара.

В случае, если рост единичного показателя ведет к повышению конкурентоспособности исследуемого товара по сравнению с базовым образцом,

используют формулу (32), если при увеличении значения показателя свойство товара ухудшается, то используют формулу (33).

Относительные показатели конкурентоспособности макаронных изделий для данных образцов представлены в таблице 24. Значения относительных показателей показывают, во сколько раз по отдельным показателям качества изделие конкурентоспособно, относительно базового образца.

Далее определяют комплексный показатель конкурентоспособности по качеству

$$J = \sum_{i=1}^n q_i \cdot a_i, \quad (34)$$

где  $J$  – комплексный показатель конкурентоспособности по качеству;

$q_i$  – относительные показатели конкурентоспособности по  $i$ -тому показателю качества;

$a_i$  – коэффициент весомости  $i$ -го показателя качества.

Комплексные показатели конкурентоспособности по качеству приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Относительные и комплексные показатели конкурентоспособности макаронных изделий

Образцы макаронных изделий	Относительные показатели конкурентоспособности, $q_i$						Комплексный показатель конкурентоспособности, $J_i$
	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$	$q_6$	
1	1	1	0,8	1	1	0,9	19,4
2	0,8	1	1	1	1	0,7	18,4
3	1	1	1	0,8	0,9	0,9	18,6
4	1	1	1	1	0,9	0,9	19,6
5	1	1	1	1	1	1	20,0
6	0,8	1	1	1	1	0,9	19,2

Анализ комплексных показателей качества исследуемых образцов относительно базового показывает, что наиболее конкурентоспособны макаронные изделия образца 4, затем следуют образцы 1,6,3 и 2. Макароны изделия 4 образца незначительно уступают по качеству базовому пятому образцу.

В целях учета влияния на конкурентоспособность макаронных изделий не отдельных факторов, а их комбинаций и взаимодействий, используют интегральный показатель конкурентоспособности. Интегральный показатель конкурентоспособности рассчитывается по формуле

$$K = K_y \cdot t_y + K_3 \cdot t_3, \quad (35)$$

где  $K$  - интегральный показатель конкурентоспособности товара;

$K_y = \frac{J_{оц}}{J_б}$  - коэффициент конкурентоспособности макаронных изделий по уровню качества;

$J_{оц}, J_б$  - комплексные показатели качества оцениваемого и базового товаров;

$K_3 = \frac{C_б}{C_{оц}}$  - комплексный показатель конкурентоспособности товара по цене;

$C_б, C_{оц}$  - стоимость базового и оцениваемого товара;

$t_y, t_3$  - коэффициенты весомости качества и цены для отдельных потребительских сегментов рынка, принятые по 0,5.

Так, интегральный показатель конкурентоспособности для макаронных изделий «образца 1» составит:

$$J_1 = \frac{19,4}{20} \cdot 0,5 + \frac{145}{86} \cdot 0,5 = 0,485 + 0,843 = 1,32$$

Аналогично рассчитывали интегральные показатели конкурентоспособности и для других образцов макаронных изделий. Результаты приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Показатели конкурентоспособности макаронных изделий

Образцы макаронных изделий	Коэффициент конкурентоспособности по качеству	Интегральный показатель конкурентоспособности
1	2	3
1	0,97	1,32
1	2	3
2	0,92	1,22
3	0,93	1,14
4	0,98	1,12
5	1,0	1,0
6	0,96	0,84

Таким образом, более низкая рыночная цена повысила конкурентоспособность макаронных изделий образцов 1, 2, 3, 4 по сравнению с базовым образцом 5, а конкурентоспособность образца 6, из-за высокой цены, резко снизилась.

Макаронные изделия образцов 1 и 4 имеют высокие коэффициенты конкурентоспособности по качеству, приближающиеся к единице, т.е. их можно считать конкурентоспособными. Цена их ниже, чем базового образца, поэтому они являются лучшими в соотношении цена-качество.

Цена макаронных изделий образцов 2 и 3 в 1,58 и 1,3 раза ниже цены базового образца, что позволяет занимать им при высоком интегральном показателе свою нишу на рынке, так как потребитель большее предпочтение по статистике отдает макаронам эконом-класса.

## 5.2 Задание

Определить конкурентоспособность макаронных изделий разных фирм производителей

### **5.3 Контрольные вопросы**

1 Методы определения конкурентоспособности товара?

2 Что характеризует интегральный показатель конкурентоспособности товара?

3 На чем основан дифференцированный метод определения конкурентоспособности товара?

## Список использованных источников

1 Медведев, Г.М. Технология макаронных изделий/ Г.М. Медведев. – СПб.: ГИОРД, 2005.- 312 с.

2 Грачев, Ю.П. Математические методы планирования экспериментов. – М.: «Пищевая промышленность», 1979

3 Чепурной, И.П. Конкурентоспособность продовольственных товаров: учебное пособие. – М.: Книготорговый центр «Маркетинг», 2002. – 83 с.

4 Медведев, П.В. Организация продажи продовольственных товаров: учебное пособие / П.В. Медведев, Е.Я. Челнокова, Л.И. Демченко. – Оренбург: ООО Агентство «Пресса», 2010. -286 с.

**Приложение А**  
(справочное)

**Показатели качества муки**

Таблица А.1 – Органолептические показатели качества муки из твердой пшеницы с допустимым до 10 % для первого класса и до 15 % для остальных классов содержанием зерен пшеницы других типов (ГОСТ 31463-2012)

Наименование показателя	Характеристика и норма сортов муки		
	высший (крупка)	первый (полукрупка)	второй
Цвет	Светло-кремовый с желтым оттенком	Светло-кремовый	Кремовый с желтоватым оттенком
Запах	Свойственный муке из здорового зерна, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый		
Вкус	Свойственный муке из здорового зерна, без посторонних привкусов, не кислый, не горький		
Наличие минеральной примеси *	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста		
Металлическая примесь, мг в 1 кг муки; размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, не более	3,0		
Зараженность вредителями	Не допускается		
Загрязненность вредителями	Не допускается		
*При возникновении разногласий при определении наличия минеральной примеси в муке из твердой пшеницы для макаронных изделий (наличие хруста) определение проводят по ГОСТ875 по показателю «Зола нерастворимая в 10 % HCl» с нормой не более 0,2 %			

Таблица А.2 – Физико-химические показатели муки из твердой пшеницы (ГОСТ 31463-2012)

Сорт муки	Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %, не более	Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	Качество сырой клейковины, усл. ед. прибора ИДК	Массовая доля влаги, %, не более	Крупность помола, %	
					Остаток на сите по ГОСТ 4403, не более	Проход через сито по ГОСТ 4403
Высший (крупка)	0,90	26	50—105	15,5	2,0 из полиамидной ткани № 12,5 ПЧ-240	не более 40,0 из полиамидной ткани № 24,7 ПЧ-150
Первый (полукрупка)	1,20	28	50—105	15,5	2,0 из полиамидной ткани № 17,5 ПЧ-180	не более 40,0 из полиамидной ткани № 45/50 ПА
Второй	1,90	25	50—105	15,5	2,0 из полиамидной ткани № 24,7 ПЧ-150	не менее 65,0 из полиамидной ткани № 36/40 ПА

Таблица А.3 – Органолептические показатели муки из мягкой стекловидной пшеницы, общей стекловидностью не менее 60 %. Допускается в мягкой пшенице содержание твердой пшеницы не более 20 % (ГОСТ 31491-2012)

Наименование показателя	Норма для сортов		
	экстра	высшего	первого
Цвет	Белый с желтоватым оттенком		Белый с кремоватым оттенком
Запах	Свойственный нормальной муке без запаха плесени, затхлости и других посторонних запахов		
Вкус	Свойственный нормальной муке без кислого, горького и других посторонних привкусов		
Содержание минеральной примеси	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста		

Таблица А.4 – Физико-химические показатели муки из мягкой пшеницы (ГОСТ 31491-2012)

Наименование показателя	Характеристика для сортов		
	экстра	высшего	первого
1	2	3	4
Влажность, %, не более	15,5	15,5	15,5
Клейковина сырая: количество, % не менее качество	28 50-100	28 50-100	30 50-100
Массовая доля золы, %	0,55	0,60	0,75
Крупность помола, %: остаток на сите по ГОСТ 4403 из полиамидной ткани № 14 ПЧ-200, не более проход через сито по ГОСТ 4403 из полиамидной ткани № 27 ПЧ-120, не более остаток на сите по ГОСТ 4403 из полиамидной ткани № 16 ПЧ-200, не более проход через сито по ГОСТ 4403 из полиамидной ткани № 27 ПЧ-120, не более остаток на сите по ГОСТ 4403 из полиамидной ткани № 18,5 ПЧ-180, не более проход через сито по ГОСТ 4403 из полиамидной ткани № 45/50 ПА, не более	2  15  -  -  -	-  -  2  25  -	-  -  -  2  50
Содержание металломагнитной примеси в 1 кг муки, мг, не более	3,0		
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается		

Примечания – Величина отдельных частиц металломагнитной примеси в наибольшем линейном измерении не должна превышать 0,3 мм, а масса отдельных крупинок руды или шлака должна быть не более 0,4 мг.

Таблица А.5 – Органолептические и физико-химические показатели пшеничной хлебопекарной муки, вырабатываемой из мягкой или из мягкой пшеницы с содержанием твердой пшеницы не более 5 % (ГОСТ 26574-2017)

Наименование показателя	Характеристика и норма для пшеничной муки
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький
Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Массовая доля влаги. %, не более	15,0
Наличие минеральной примеси	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста
Металломагнитная примесь, мг в 1 кг муки, размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, не более	3,0
Зараженность вредителями	Не допускается
Загрязненность вредителями	Не допускается

П р и м е ч а н и е – Влажность муки, предназначенной для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, а также для длительного хранения, должна быть не более 14,5 %.

Таблица А.6 – Показатели качества пшеничной хлебопекарной муки (ГОСТ 26574-2017)

Сорт муки	Цвет	Массовая доля зола в пересче те на сухое веществ о, % не более	Белизна, условных единиц прибора РЗ-БПЛ, не менее	Массовая доля сырой клейкови ны, %, не менее	Качество сырой клейковин ы, условных единиц прибора ИДК	Крупность помола, %		Число падения. «ЧП»,с, не менее
						Остаток на сите по ГОСТ 4403, не более	Проход через сито по ГОСТ 4403, не менее	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Высший	Белый или белый с кремовым оттенком	0,55	54,0	26,0	45-90	5 из шелковой ткани № 43 или из полиамидной ткани №45/50 ПА	-	200
Первый	Белый или белый с желтоваты м оттенком	0,75	36,0	30,0		2 из шелковой ткани № 35 или из полиамидной ткани №36/40 ПА или №35/40 ПА	60,0 из шелковой ткани №43 или 80 из полиамидной ткани №45/50 ПА и № 44/50 ПА	200

**Приложение Б**  
(справочное)

**Добавки**

Таблица Б.1 - Перечень добавок, используемых в качестве обогатителей макаронных изделий

Наименование добавок	ГОСТ, ТУ, РТУ, ОСТ и т.д.	Влажность, % не более
1	2	3
1 Яйца куриные пищевые		75,0
2 Продукты яичные мороженные	ТУ 10.02.01.70-88	75,0
3 Яичный порошок	ГОСТ 30363-96 ГОСТ 30364.0-97 ГОСТ 30364.1 – 97 ГОСТ 30364.2 - 96	не более 8,5 не менее 4,0
4 Концентрат сывороточно-яичный	ТУ 10-02-02-3-86	6,0
5 Белок яичный сухой Желток яичный сухой	ОСТ 49 181-81	9 5
6 Молоко коровье цельное сухое	ГОСТ 4495-87	распылительной сушки в транспортной таре - 4 пленочной сушки в транспортной таре - 5,0
7 Молоко коровье сухое обезжиренное	ГОСТ 10970-87	потребительская тара-4,0 транспортная тара - 5,0
8 Творог	РСТ РСФСР 371-89	18 % жирности - 65 9 % жирности - 73 нежирный - 80
9 Сыворожка молочная сухая	ТУ 49-800-81	Массовая доля сухих веществ не менее 95
10 Казеиты пищевые (белковая добавка)	ТУ 49-740-80	6,0
11 Белок сухой молочный	ТУ 49-176-81	6,0
12 Сухая белковая смесь	У 10-02-01-53-88	8,0

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3
13 Продукты томатные концентрированные	ГОСТ 3343-89	Массовая доля сухих веществ по рефрактометру %: томат-пюре 12,0; 15,0; 20,0 томатная паста 25; 30; 35; 40
14 Консервы. Пюре из шпината, щавеля и смеси шпината и щавеля	ОСТ 10-78-87	Массовая доля сухих веществ по рефрактометру не менее 6,0
15 Консервы. Соки и напитки овощные:  морковный сок свекольный сок	ТУ 10.03.809-89	Массовая доля сухих веществ по рефрактометру, % не менее 8,0 10,0
16 Смесь из витаминов В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , РР	ТУ 64-5-97-87	1,0
17 Крахмал кукурузный	ГОСТ Р 51985-2002	13,0
18 Крахмал кукурузный набухающий пищевой	ТУ 10 РСФСР 135-87	14,0
19 Крахмал экструзионный	ТУ 18-8-55-85	14,0
20 Соль поваренная	ГОСТ Р 51574-2000	5,0
21 Глицерофосфат кальция		10,0
22 Глицерофосфат железа		10,0
23 Порошок из томатопродуктов		7,5

Таблица Б.2 - Нормы расхода добавок в макаронные изделия на 100 кг муки базисной влажности 14,5 %

Изделия и добавки	Варианты		
	I	II	III
1	2	3	4
<b>Яичные</b>			
Яйцо куриное, шт. (в 1 кг- 40шт. яиц)	250	-	-
Меланж, кг	-	10	-
Порошок яичный, кг	-	-	2,75
<b>С увеличенным содержанием яичных обогатителей</b>			
Яйцо куриное, шт.	380	-	-
Меланж, кг	-	15,2	-
Порошок яичный, кг	-	-	4,18
<b>С овощными добавками</b>			
Паста томатная, кг	10	-	-
Порошок из томатопродуктов, кг	-	3,25	-
Пюре из шпината (щавеля), кг	27	-	-
Сок морковный (свекольный), кг	28	-	-
<b>Молочные</b>			
Молоко сухое цельное, кг	8	-	-
Молоко сухое обезжиренное, кг	-	8	-
Творог нежирный, кг	-	-	24
Сухая молочная сыворотка	-	-	5
<b>Витаминизированные</b>			
Витамин В <sub>1</sub> , г	4	-	-
Витамин В <sub>2</sub> , г	-	4	-
Витамин РР, г	-	-	20
Смесь витаминов В <sub>1</sub> , В <sub>2</sub> , РР для витаминизации муки	4,2	-	-
<b>«Детское питание»</b>			
Яйцо куриное, шт.	380	-	-
Меланж, кг	-	15,2	-
Порошок яичный, кг	-	-	4,18
Молоко сухое цельное, кг	3,5	3,5	3,5
<b>«Школьные»</b>			
Яйцо куриное, шт.	364	-	-
Меланж, кг	-	14,6	-
Порошок яичный, кг	-	-	4,0
Молоко сухое цельное, кг	3,0	3,0	3,0

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4
<b>«Артек»</b>			
Яйцо куриное, шт.	380	-	-
Меланж, кг	-	15,2	-
Порошок яичный, кг	-	-	4,18
Творог нежирный, кг	12,0	12,0	12,0
<b>«Здоровье»</b>			
Казецит, кг	5,0	-	-
Глицерофосфат железа, г	15,0	-	-
Витамин В <sub>1</sub> , г	0,54	-	-
Витамин В <sub>2</sub> , г	0,54	-	-
Витамин РР, г	5,4	-	-
<b>Безбелковые для детского и диетического питания</b>			
Крахмал кукурузный (вместо муки), кг	100	100	-
Крахмал кукурузный набухающий амилпектиновый фосфатный, кг	18	18	-
Глицерофосфат кальция, кг	2,4	6	-
Глицерофосфат железа, г	-	26	-
Витамин В <sub>1</sub> , г	-	2,4	-
Витамин В <sub>2</sub> , г	-	2,4	-
Витамин В <sub>6</sub> , г	-	2,0	-
Витамин РР, г	-	24,0	-
<b>Яично-сывороточные</b>			
Сывороточно-яичный концентрат	5,5	-	-
<b>«Украинские» и «Киевские»</b>			
Смесь белковая сухая	3,37	-	2,25

**П р и м е ч а н и е** – В зависимости от наличия на фабрике тех или иных видов добавок, можно вырабатывать изделия по одному из трех вариантов.

### **Подготовка добавок**

**Яйца.** Для предотвращения попадания бактерий, находящихся в большинстве случаев на поверхности скорлупы, яйца перед употреблением дезинфицируют, а потом промывают водой. Для этой цели применяют устройство, состоящее из бака, разделенного перегородкой на два отделения, и переносного ящика из сетки. В первое отделение бака наливают 2 %-ный раствор хлорной

известии, во второе – 20 %-ный раствор пищевой соды. Яйца, помещенные в сетчатый ящик, погружают последовательно в первое и второе отделения на 5-10 мин, после чего их промывают под краном холодной водой в течение 3-5 мин.

После дезинфекции и промывки яйца разбивают по 3-5 шт. в отдельную посуду, определяют по запаху пригодность к употреблению, перемешивают и переливают в общую посуду через сито с ячейками размером не более 3 мм. При разбивании яиц в скорлупе остается 3-4 % яичной массы, и для ее стекания скорлупу оставляют на некоторое время в ящике с сетчатым дном.

**Меланж.** Перед употреблением размораживают, помещая закрытые банки в ванну с теплой водой (температура около 45 °С) на 3-4 ч. Перед вскрытием банки тщательно промывают. Затем меланж процеживают через сито с отверстиями не более 3 мм. Для лучшего процеживания его можно разбавлять водой в соотношении 1:1. Размороженный меланж должен быть использован в течение 3-4 ч.

**Яичный порошок и сухое молоко.** Смешивают примерно с равным количеством воды температурой от 40 °С до 45 °С до сметанообразной консистенции. Затем смесь выливают в бак установки для подготовки добавок, куда предварительно выливают оставшееся количество воды (той же температуры), рассчитанное по рецептуре замеса теста. Полученная эмульсия тщательно перемешивается до и во время подачи ее к дозатору воды макаронного пресса.

**Творог.** Перед пуском в производство тщательно протирают через сито с размером ячеек не более 2 мм, а затем готовят так же, как яичный порошок и сухое молоко.

**Концентрированные томатные продукты.** Перед вскрытием банки тщательно протирают или моют. Томатные продукты растворяют в воде, рассчитанной по рецептуре, температурой от 55 °С до 65 °С.

**Порошок из томатпродуктов.** Готовят так же, как яичный порошок и сухое молоко, однако используют более теплую воду температурой от 55 °С до 65 °С.

**Витамины.** Упаковку вскрывают только перед составлением витаминной смеси. Витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР термоустойчивы и в используемых количествах

хорошо растворимы в воде, поэтому их можно растворять водой любой температуры непосредственно в баках для подготовки добавок.

## **Приложение В** (обязательное)

### **Определение влажности пищевого сырья и продуктов на приборе «КВАРЦ-21М33-1» (аналог прибора Чижовой)**

**Описание устройства** (рисунок В.1). Устройство состоит из блока высушивания образцов пищевого сырья 1 и электронного блока управления и контроля 2. Блок высушивания состоит из верхней и нижней нагревательных плит, соединенных между собой шарнирами, позволяющими приоткрывать верхнюю плиту с помощью ручки при закладке пакета с образцом пищевого сырья.

Нагревательные плиты представляют собой металлические плиты с электронагревательными элементами. В нижней плите установлен датчик температуры, соединенный кабелем с электронным блоком и механический регулятор температуры, обеспечивающий ограничение нагрева плиты до температуры не более 200 °С.

Электронный блок имеет следующие функциональные возможности:

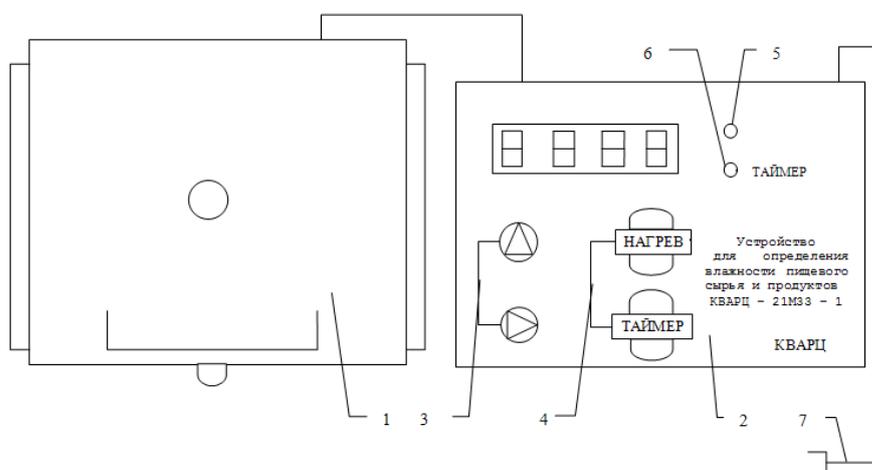
- измерение, регулирование и контроль температуры;
- задание времени выдержки (таймер).

Блок автоматически осуществляет нагрев плит и поддержание установленного значения температуры высушивания. При работе устройства датчик температуры (термопреобразователь сопротивления) выдает сигнал, пропорциональный значению температуры, которую имеют нижняя и верхняя плиты блока высушивания. Электронный блок обрабатывает сигнал датчика в значение реальной температуры плит, отображает его на индикаторе и вырабатывает сигнал управления.

Устройство позволяет выполнять высушивание образцов пищевого сырья и продуктов при заданной температуре в течение требуемого интервала времени.

На лицевую панель электронного блока вынесены:

- 4-х разрядный цифровой индикатор 5, позволяющий просматривать текущую температуру блока высушивания, время оставшееся до окончания процесса высушивания пакета, а также значение установок:
- светодиод «ТАЙМЕР» 6, сигнализирующий о включении таймера в режиме ввода и просмотра установки «ВРЕМЯ»;
- светодиод «НАГРЕВ» 7, сигнализирующий о включенном состоянии блока высушивания, режиме ввода и просмотра установки «ТЕМПЕРАТУРА».
- кнопки «▶», «▲» 3, позволяющие устанавливать необходимый временной интервал и требуемое значение температуры высушивания пакетов;
- кнопки «ТАЙМЕР» и «НАГРЕВ» 4, предназначенные для включения и выключения таймера и плит нагревателя соответственно.



- 1 – металлические плиты (блок высушивания); 2 – пульт управления (электронный блок); 3 – кнопки, позволяющие устанавливать необходимый временной интервал и требуемое значение температуры высушивания пакетов; 4 – кнопки, предназначенные для включения и выключения таймера и плит нагревателя соответственно; 5 – 4<sup>х</sup> разрядный цифровой индикатор; 6 – светодиод «Таймер»; 7 – светодиод «Нагрев»; 8 – вилка

Рисунок В.1 – Внешний вид устройства для определения влажности пищевого сырья и продуктов «КВАРЦ – 21М33 – 1»

**Порядок работы.** После включения устройства в штепсельную розетку, оно начинает работу в режиме ожидания – таймер и нагрев отключены.

Для просмотра текущих значений температуры и времени, установленных ранее, необходимо выполнить следующие операции:

- нажать кнопку «▲», на цифровом индикаторе высветится текущее значение «ТЕМПЕРАТУРА» в градусах Цельсия;
- повторно нажать кнопку «▲», на цифровом индикаторе высветится текущее значение «ВРЕМЯ» в минутах;
- нажатием кнопки «▲» перейти в режим индикации температуры плит блока высушивания.

Для изменения значений температуры и времени необходимо выполнить следующие операции:

- войти в режим индикации установки «ТЕМПЕРАТУРА», нажав кнопку «▲»;
- однократным нажатием кнопки «▶» войти в режим изменения значения установки;
- ввод требуемой цифры осуществляется нажатием кнопки «▲»;
- для изменения следующей цифры температурного режима нажать «▶»;
- после ввода значения «ТЕМПЕРАТУРА» нажатием кнопки «▶», выйти в режим индикации установки «ТЕМПЕРАТУРА», при этом значение установки запишется в энергозависимую память устройства.

Чтобы войти в режим «ВРЕМЯ» нужно нажать на кнопку «▲».

Изменение значения установки «ВРЕМЯ» производится аналогично изменению установки «ТЕМПЕРАТУРА».

После ввода установки «ВРЕМЯ» нажатием кнопки «▶», выйти в режим индикации установки «ВРЕМЯ», при этом значение установки запишется в энергозависимую память устройства.

*Внимание! Операции просмотра и ввода установки «Температура» возможны при отключенных режимах нагрева и таймера, а операции просмотра и ввода установки «Время» возможны только при отключенном таймере.*

После установки температуры и времени нажимают кнопку «Нагрев». Светодиод «Нагрев» сигнализирует о включенном состоянии электронагревательных элементов блока высушивания. На цифровом индикаторе отображается текущая температура плит блока высушивания. При достижении температуры, равной заданному значению установки, она автоматически поддерживается в требуемых пределах. Затем следует нажать кнопку «ТАЙМЕР» для активации заданного времени высушивания. Светодиод «ТАЙМЕР» сигнализирует о включенном состоянии таймера. При работе таймера возможен просмотр температуры плит блока высушивания, при нажатии кнопки «▲». На цифровом индикаторе отображается время, оставшееся до окончания процесса высушивания. По истечении временного интервала, равного значению установки «ВРЕМЯ», таймер останавливается, и выдается звуковой сигнал. Выключение таймера производится однократным нажатием кнопки «ТАЙМЕР».

**Методика определения влажности.** Методика определения влажности пищевого сырья и продуктов с использованием устройства «КВАРЦ – 21М33 – 1» состоит из следующих операций:

- изготовление бумажных пакетов;
- подготовка устройства к работе;
- сушка, охлаждение, взвешивание и хранение пакетов;
- навеска и заполнение обезвоженных пакетов сырьем;
- высушивание, охлаждение и взвешивание пакетов с сырьем;
- расчет влажности сырья.

Бумажные пакеты изготавливаются из слабо проклеенной бумаги типа ротаторной или газетной. Листы размером 150x150 мм сгибают по диагонали пополам в виде треугольника, загибают края примерно на 10 - 15 мм.

Размеры пакетов могут быть иными, при этом необходимо, чтобы края пакетов не выходили за пределы плит блока высушивания.

Пакеты необходимо предварительно просушить в течение 3<sup>х</sup> мин. В прибор одновременно помещают два пакетика. Для муки и макаронных изделий устанавливается температура 160 °С.

Пакеты помещают между нагревательными плитами блока высушивания. Нажать кнопку «НАГРЕВ», начнется процесс сушки пакета. По истечении времени заданного таймером, включается звуковая сигнализация. Для выключения звуковой сигнализации нажимают кнопку «ТАЙМЕР».

Высушенные пакеты вынимают из устройства и помещают на 1-2 минуты в эксикатор для охлаждения. Эксикатор должен быть заполнен сухим силикагелем. Хранить пакеты в эксикаторе можно не более 2 часов. Пакеты после охлаждения взвешивают с точностью  $\pm 0,01$  г.

Навеску муки или измельченную пробу макаронных изделий равномерным слоем распределяют по поверхности пакетика. Для продукта, имеющего влажность до 20 %, масса навески составляет 4 г, а при влажности выше 20 % - 5 г. Пакеты с продуктом помещают между плитами блока высушивания и нажимают кнопку «НАГРЕВ». При помещении пакетов с продуктом нельзя открывать верхнюю плиту более чем на  $45^\circ$ .

Время сушки пакетов с хлебопекарной мукой 5 мин, с макаронной мукой (крупкой и полукрупкой) и измельченными (проход через сито размером отверстий 1000 мкм) макаронными изделиями 28 мин.

По истечении установленного времени высушивания пакеты охлаждают в эксикаторе 1-2 мин, затем взвешивают. Из-за гигроскопичности бумаги и навески взвешивать пакетики следует быстро.

Влажность продукта рассчитывают по формуле

$$B = \frac{H - C}{H - B} \cdot 100, \quad (B.1)$$

где  $B$  – влажность продукта, %;

$H$  – масса навески продукта с бумажным пакетом до высушивания, г;

$C$  – масса навески продукта с бумажным пакетом после высушивания, г;

$B$  – масса высушенного бумажного пакета, г.

## Приложение Г (обязательное)

### Определение массовой доли золы в муке

**Техника определения (ГОСТ 27494-87).** Предварительно выделенную из среднего образца навеску муки массой 20 – 30 г переносят на стеклянную пластину размером 20×20 см и при помощи двух плоских совочков смешивают, распределяют ровным слоем и прикрывают другим стеклом такого же размера так, чтобы слой получился не толще 3 – 4 мм. Удалив верхнее стекло, берут из разных мест муки (не менее чем из 10) совочком в количестве 1,5 – 2,0 г и помещают в заранее прокаленные до постоянной массы и взвешенные с погрешностью  $\pm 0,0002$  г тигли.

#### Г.1 Без применения ускорителя

Взвешенные тигли с навеской помещают у дверцы муфельной печи (или на дверцу, если она откидывается), нагретой от 400 °С до 500 °С (темно-красное каление), и обугливают навески, не допуская воспламенения продуктов сухой перегонки. После прекращения выделения продуктов сухой перегонки тигли задвигают в муфельную печь и закрывают дверцу, затем муфельную печь нагревают от 600 °С до 900 °С (ярко-красное каление).

Озоление ведут до полного исчезновения черных частиц, пока цвет золы не станет белым или слегка сероватым.

После охлаждения в эксикаторе тигли взвешивают, затем вторично прокаливают не менее 20 мин. Озоление считается законченным, если масса тиглей с золой после вторичного взвешивания изменилась не более чем на 0,0002 г, если масса тиглей с золой уменьшилась более чем на 0,0002 г, прокаливание повторяют. В случае увеличения массы тиглей с золой после повторного прокаливания берут меньше значение массы.

Зольность  $Z$ , %, в пересчете на сухое вещество рассчитывают по формуле

$$Z = \frac{m_z \cdot 100 \cdot 100}{m_H \cdot (100 - W)}, \quad (\text{Г.1})$$

где  $m_z$  – масса золы, г;

$m_H$  – масса навески муки, г;

$W$  – влажность муки, %

## **Г.2 С применением ускорителей**

### **Г.2.1 Озоление со спиртовым раствором уксуснокислого магния**

Тигель с мукой взвешивают с погрешностью  $\pm 0,0002$  г и вносят в него пипеткой  $3 \text{ см}^3$  ускорителя – спиртового раствора ацетата магния (1,61 г ацетата магния растворяют в  $100 \text{ см}^3$  этилового 96 % - ного спирта, вносят 1-2 кристалла йода и фильтруют через бумажный фильтр). Тигель оставляют на 1 – 2 мин для того, чтобы вся навеска пропиталась ускорителем, помещают на металлическую или фарфоровую подставку вытяжного шкафа, а затем содержимое тигля поджигают горячей ватой, надетой на металлический стержень и смоченной предварительно спиртом.

После окончания выгорания спирта тигли переносят на откидную дверцу муфеля, нагретого от  $600 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $900 \text{ }^\circ\text{C}$  (ярко – красное каление), и после прекращения горения тигли постепенно задвигают в глубь муфеля. Прокаливание ведут около 1 ч до полного исчезновения черных частиц. Продолжительность озоления в присутствии ацетата магния существенно сокращается вследствие того, что образующийся оксид магния имеет пористую структуру, которая сдерживает уплотнение продукта при сжигании и облегчает проникновение кислорода, необходимого для горения. После окончания озоления тигли охлаждают в эксикаторе, взвешивают с погрешностью  $\pm 0,0002$  г и делают расчет. При расчете

нужно учесть, массу золы ускорителя (MgO). Поэтому из массы золы нужно вычесть массу золы ускорителя.

Массу золы ускорителя определяют заранее, для чего в два прокаленных до постоянной массы и взвешенных с погрешностью  $\pm 0,0002$  г тигля, вносят по 3 см<sup>3</sup> ускорителя, поджигают и после сгорания спирта тигли ставят в муфельную печь и прокаливают 20 мин. После охлаждения в эксикаторе их взвешивают и находят массу золы ускорителя. Среднее арифметическое двух определений используют затем при расчете результата анализа.

Для пересчета на сухие вещества определяют массовую долю влаги по ГОСТ 9404 – 60.

Массовую долю золы в пересчете на сухие вещества  $Z$ , %, с точностью 0,01 %, рассчитывают по формуле

$$Z = \frac{(m_3 - m_y) \cdot 100 \cdot 100}{m_H \cdot (100 - W)}, \quad (\text{Г.2})$$

где  $m_3$  – общая масса золы, г;

$m_y$  – масса золы ускорителя, г;

$m_H$  – масса навески муки, г;

$W$  – влажность муки, %

### **Г.2.2 Озоление с азотной кислотой**

Взвешенные тигли с навеской помещают у дверцы муфельной печи (или на дверцу, если она откидывается), нагретой от 400 °С до 500 °С (темно-красное каление), и обугливают навески, не допуская воспламенения продуктов сухой перегонки. После прекращения выделения продуктов сухой перегонки тигли задвигают в муфельную печь и закрывают дверцу. Озоление ведут до превращения содержимого тиглей в рыхлую массу серого цвета. После этого тигли охлаждают на воздухе до комнатной температуры и содержимое их смачивают 2-3 каплями

азотной кислоты. Тигли помещают у дверцы (или на дверцу, если она откидывается) муфельной печи и осторожно, не допуская кипения, выпаривают кислоту досуха, после чего тигли ставят вглубь муфельной печи, нагретой от 600 °С до 900 °С (ярко-красное каление), закрывают дверцу и ведут озоление в течение 20-30 мин.

Если после озоления на дне тигля не видно темных точек, озоление считается законченным. После окончания озоления тигли охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе и взвешивают.

При озолении с азотной кислотой зольность в процентах вычисляют по формуле

$$Z = \frac{m_3 \cdot 100 \cdot 100}{m_n \cdot (100 - W)}, \quad (\Gamma.3)$$

где  $m_3$  – масса золы, г;

$m_n$  – масса навески муки, г;

$W$  – влажность муки, %.

При проведении анализов необходимо помнить, что зола муки сильно гигроскопична.

## Приложение Д (обязательное)

### Определение количества и качества клейковины

#### Д.1 Определение количества клейковины

**Количество клейковины** устанавливают по ГОСТ 27839-88 путем отмывания ее из теста, замешенного из муки и питьевой воды температурой от 18 °С до 20 °С. Количество воды для замеса теста в зависимости от массы навески муки должно быть следующее

Таблица Д.1 – Объем воды для замеса теста в зависимости от массы навески

Масса навески, г	Объем воды, см <sup>3</sup>
25,0	14,0
30,0	17,0
35,0	20,0
50,0	28,0

При подготовке пробы для определения клейковины в муке из твердой пшеницы, проводят дополнительное размалывание анализируемой муки на лабораторной мельнице типов У1-ЕМЛ, ЛМТ-1, ЛМЦ-1М или аналогичных мельницах. Проход сита № 38 из шелковой ткани или полиамидной №41/43 ПА должен быть не менее 60 %. Замешенное тесто хорошо проминают и скатывают в шарик. Шарик теста 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. Оторвавшиеся кусочки клейковины тщательно собирают с сита и присоединяют к общей массе клейковины.

Отмывание ведут до тех пор, пока вода, стекающая при отжимании клейковины, не будет прозрачной (без мути).

Отмытую клейковину отжимают прессованием между ладонями, вытирая их сухим полотенцем, пока клейковина 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  $\pm 0,1$  г отмывание считают законченным.

Количество сырой клейковины  $K$  в %, вычисляют с точностью до второго десятичного знака по формуле

$$K = \frac{m_k \cdot 100}{m_m}, \quad (\text{Д.1})$$

где  $m_k$  – масса сырой клейковины, г;

$m_m$  – масса навески муки, г.

Результат определения в карточках для анализа указывают с точностью до второго десятичного знака, в документах о качестве проставляют с точностью до единицы.

Результаты испытаний округляют так: если первая из отбрасываемых цифр меньше пяти, то последнюю сохраняемую цифру не меняют; если же первая из отбрасываемых цифр больше или равна пяти, то последнюю сохраняемую цифру увеличивают на единицу.

## Д.2 Определение качества сырой клейковины

**Качество сырой клейковины** определяют на приборе ИДК. Для этого из окончательно отмытой и взвешенной клейковины выделяют навеску массой 4 г. Навеску клейковины обминают пальцами и придают ей шарообразную форму.

Шарик клейковины помещают в чашку с водой температурой от 18 °С до 20 °С и оставляют для отлежки на 15 мин.

После отлежки шарик клейковины вынимают из чашки и помещают в центр столика прибора ИДК. Затем нажимают «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.

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 Д.2

Таблица Д.2 - Зависимость группы качества клейковины от показателя ИДК

Группа качества	Характеристика клейковины	Показания прибора в условных единицах		
		Макаронная мука сортов высшего и первого из пшеницы		Хлебопекарная мука высшего и первого сортов
		твердой	мягкой	
III	Неудовлетворительно крепкая	-	-	От 0 до 30
II	Удовлетворительно крепкая	-	-	От 35 до 50
I	Хорошая	От 50 до 80	От 50 до 75	От 55 до 75
II	Удовлетворительно слабая	От 85 до 105	От 80 до 100	
III	Неудовлетворительно слабая	110 и более	105 и более	

Качество клейковины можно определить путем растяжения ее образца вручную над линейкой с выражением результатов в сантиметрах.

При этом образец клейковины массой 4 г после 15 мин отлежки осторожно растягивают над линейкой и фиксируют величину растяжения в момент разрыва жгутика клейковины.

По значению растяжимости клейковины определяется ее качество:

при растяжении до 10 см – клейковина неудовлетворительно крепкая;

от 10 до 15 см – удовлетворительно крепкая;  
от 15 до 25 см – хорошая;  
от 25 до 45 см – удовлетворительно слабая;  
свыше 45 см – неудовлетворительно слабая.

## **Приложение Е** (обязательное)

### **Определение числа падения**

**Устройство прибора ИЧП 1-2.** Прибор состоит из двух блоков: блок механического привода; блок управления.

На блоке механического привода (рисунок Е.1) спереди установлена водяная баня 1, на кожухе которой справа установлен индикатор для визуального контроля уровня воды в бане, а сверху расположены гнезда 3 для установки кассеты 4 с пробирками 2.

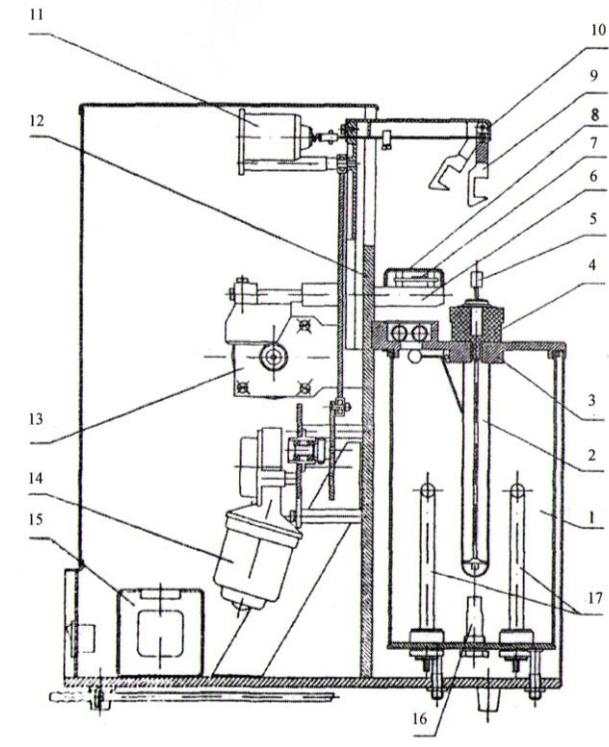
Над крышкой водяной бани располагается устройство прижима 6 кассеты с пробирками. Устройство выдвигается и убирается автоматически по командам блока управления. В центре устройства прижима 6 имеются выступы 8, внутри которых смонтированы датчики нижнего положения 7 для фиксации момента достижения шток-мешалкой 5 своего нижнего положения.

Вверху над баней располагается коромысло 10 с двумя захватами 9, (изображено в двух положениях). Коромысло 10 по командам блока управления осуществляет колебательные движения вверх-вниз. Конструкция захватов 9 обеспечивает автоматический захват шток-мешалок 5 и их освобождение по команде блока управления. Внутри бани 1 установлен нагреватель 17 и датчик температур 16.

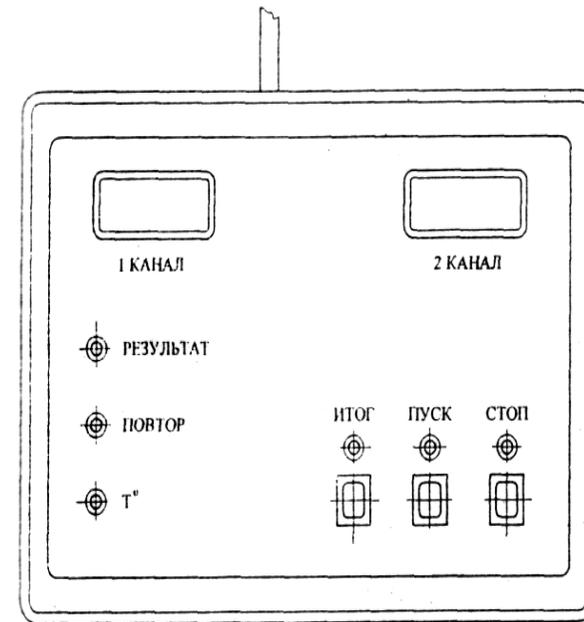
Электроприводы коромысла 13 и прижима 14 смонтированы на задней стороне вертикальной панели 12 под кожухом. Здесь же установлен электромагнит управления захватами 11 с датчиком верхнего положения.

Под кожухом блока механического привода также располагается плата электронных элементов 15.

На задней части блока располагается сетевой шнур, предохранители и разъем для соединения с блоком управления.



Блок механического привода



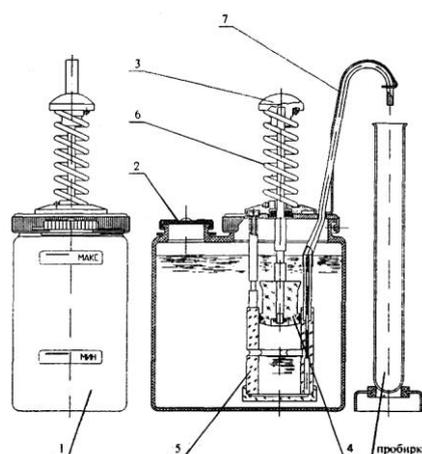
Блок управления

1 – водяная баня; 2 – пробирки; 3 – гнезда для кассеты; 4 – кассеты; 5 – шток-мешалка; 6 – прижим;  
 7 – датчики нижнего положения; 8 – выступы; 9 – захваты; 10 – коромысло; 11 – электромагнит управления захватами;  
 12 – вертикальная панель под кожухом; 13, 14 – электроприводы коромысла и прижима; 15 – плата электронных элементов;  
 16 – датчик температуры; 17 – нагреватели

Рисунок Е.1 - Измеритель числа падения (ИЧП 1-2)

На лицевой панели блока управления (рисунок Е.1) расположены два трехразрядных цифровых индикатора («1 канал», «2 канал»), справа внизу – элементы управления (кнопки «ИТОГ», «ПУСК», «СТОП») и слева – элементы визуального контроля работы прибора (светодиоды «РЕЗУЛЬТАТ», «ПОВТОР» и «Температура T°»).

Для отмеривания воды в вискозиметрическую пробирку, используют дозатор (рисунок Е.2). В корпусе 1 дозатора расположен стакан 5, в нижней части которого имеется мерная рабочая зона и отводной канал, соединенный с выходной трубкой 7. В исходном состоянии поршень располагается в стакане над рабочей зоной. При нажатии на ручку 3 дозатора поршень перемещается в рабочую зону и выдавливает по отводному каналу дозу воды ( $25 \pm 0,2$ ) см<sup>3</sup>.



1 – корпус дозатора; 2 – крышка корпуса; 3 – ручка; 4 – поршень;  
5 – стакан; 6 – пружина; 7 – отводная трубка

Рисунок Е.2 – Дозатор

**Подготовка к определению.** При определении числа падения в муке из средней пробы отбирают не менее 300 г муки, просеивают через сито 0,8 мм и определяют ее влажность по ГОСТ 9404. Из муки для параллельного определения выделяют по две навески, массу которых в зависимости от влажности определяют по таблице Е.1.

Таблица Е.1 – Масса навески для анализа в зависимости от влажности

Влажность размолотого зерна или муки, %	Масса навески, г	Влажность размолотого зерна или муки, %	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		

**Порядок выполнения работы.** В водяную баню через отверстие для пробирок наливают дистиллированную воду. Уровень воды по уровнемеру должен достигать верхнего края сливной трубки. Прибор включают в сеть, нажимают клавишу включения, находящуюся сзади блока механического привода. На блоке загорается индикатор блокировки «Т°», на блоке механического привода – индикатор включения сети красного цвета.

Через 30 мин (после погасания индикатора «Т°» и при наличии процесса кипения воды в бане) измеряют температуру кипящей воды термометром ТД-2 (через отверстие для пробирок). Если температура воды ниже  $(100 \pm 0,5)$  °С, то ее доводят до 100 °С, добавляя в нее этиленгликоль или глицерин в соответствии с таблицей Е.2.

Таблица Е.2 – Повышение температуры кипения

Требуемое повышение температуры, °С	Количество добавляемого вещества, % (по объему)	
	этиленгликоль	глицерин
1	2	3
0,2	1,9	2,5
0,4	3,9	4,9
0,6	5,8	7,4
0,8	7,8	9,9
1,0	9,7	12,3

Продолжение таблицы Е.2

1	2	3
1,2	11,3	14,2
1,4	12,9	16,1
1,6	14,4	18,1
1,8	16,0	20,0
2,0	17,6	21,9

В вискозиметрическую пробирку помещают навеску муки и заливают дистиллированной водой в количестве  $(25,0 \pm 0,2)$  г/см<sup>3</sup> и температурой  $(20 \pm 5)$  °С с помощью дозатора.

Пробирку закрывают резиновой пробкой и энергично встряхивают ее 20-25 раз для получения однородной суспензии. Вынимают пробку, колесиком шток-мешалки удаляют прилипшие частицы продукта со стенок в общую массу суспензии и устанавливают пробирку в кассету, стоящую на подставке. Те же операции повторяют со второй пробиркой.

Кассету с двумя пробирками со шток-мешалками быстро опускают в гнезда на крышке водяной бани и нажать кнопку «ПУСК». С этого момента начинается отсчет времени, которое индуцируется на двух трехразрядных индикаторах блока управления, для каждой пробирки свой канал.

Счет времени и работа прибора начинается только в случае кипения воды в бане (индикатор «Т°» на пульте управления не светится).

Через 5 с включается привод коромысла, происходит захват шток-мешалок и перемешивание содержимого пробирок.

На 60-й секунде, по команде с датчика верхнего положения, привод останавливает коромысло в верхнем положении и захваты освобождают шток-мешалки, которые под собственным весом начинают опускаться вниз. Длительность падения шток-мешалок с высоты 68 мм определяется вязкостью клейстера, зависящей от активности  $\alpha$ -амилазы, разжижающей клейстер. Падение каждой из шток-мешалок продолжается до срабатывания соответствующего датчика нижнего положения, который останавливает счет времени по своему каналу. Кассета с пробирками освобождается.

Если после этого загорается индикатор «РЕЗУЛЬТАТ» - расхождение измерения в обоих каналах не превышает допустимого значения ( $\pm 5\%$ ), то в протокол измерений записывается среднее арифметическое число из показаний цифровых индикаторов двух каналов, которое определяется автоматически после нажатия кнопки «ИТОГ». В противном случае загорается индикатор «ПОВТОР».

При необходимости остановки процесса измерений в любой момент, достаточно нажать кнопку «СТОП».

Следует проверять уровень воды в бане и при необходимости доливать воду, поддерживая его в цветной зоне уровнемера. Не допускать работу при уровне воды ниже цветной зоны уровнемера.

**Приложение Ж**  
(справочное)

**Количество воды для замеса теста. Удельная теплоемкость муки и теста**

Таблица Ж.1 - Определение количества воды (л) для замеса теста на 100 кг муки

Влажность муки, %	Влажность теста, %								
	29,0	29,5	30,0	30,5	31,0	31,5	32,0	32,5	33,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11,0	25,4	26,2	27,1	28,1	29,0	29,9	30,9	31,8	32,8
11,1	25,2	26,1	27,0	27,9	28,8	29,8	30,7	31,7	32,7
11,2	25,1	26,0	26,9	27,8	28,7	29,6	30,6	31,6	32,5
11,3	24,9	25,8	26,7	27,6	28,6	29,5	30,4	31,4	32,4
11,4	24,8	25,7	26,6	27,5	28,4	29,3	30,3	31,3	32,2
11,5	24,6	25,5	26,4	27,3	28,3	29,2	30,2	31,1	32,1
11,6	24,5	25,4	26,3	27,2	28,1	29,0	30,0	31,0	31,9
11,7	24,4	25,2	26,1	27,0	28,0	28,9	29,9	30,8	31,8
11,8	24,2	25,1	26,0	26,9	27,8	28,8	29,7	30,7	31,6
11,9	24,1	25,0	25,8	26,8	27,7	28,6	29,6	30,5	31,5
12,0	23,9	24,8	25,7	26,6	27,5	28,5	29,4	30,4	31,3
12,1	23,8	24,7	25,6	26,5	27,4	28,3	29,3	30,2	31,2
12,2	23,7	24,5	25,4	26,3	27,2	28,2	29,1	30,1	31,0
12,3	23,5	24,4	25,3	26,2	27,1	28,0	29,0	29,9	30,9
12,4	23,4	24,2	25,1	26,0	27,0	27,9	28,8	29,8	30,8
12,5	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,7	28,7	29,6	30,6
12,6	23,1	24,0	24,9	25,7	26,7	27,6	28,5	29,4	30,5
12,7	23,0	23,8	24,7	25,6	26,5	27,4	28,4	29,3	30,3
12,8	22,8	23,7	24,6	25,4	26,4	27,3	28,2	29,2	30,2
12,9	22,7	23,5	24,4	25,3	26,2	27,2	28,1	29,0	30,0
13,0	22,5	23,4	24,3	25,2	26,1	27,0	27,9	28,9	29,9
13,1	22,4	23,3	24,1	25,0	25,9	26,9	27,8	28,7	29,7
13,2	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8	26,7	27,6	28,6	29,6
13,3	22,1	23,0	23,8	24,7	25,6	26,6	27,5	28,4	29,4
13,4	22,0	22,8	23,7	24,6	25,5	26,4	27,4	28,3	29,3
13,5	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,2	28,1	29,1
13,6	21,7	22,6	23,4	24,3	25,2	26,1	27,1	28,0	29,0
13,7	21,5	22,4	23,3	24,2	25,1	26,0	26,9	27,8	28,8
13,8	21,4	22,3	23,1	24,0	24,9	25,8	26,8	27,7	28,7
13,9	21,3	22,1	23,0	23,9	24,8	25,7	26,6	27,6	28,5

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14,0	21,1	22,0	22,9	23,7	24,6	25,5	26,5	27,4	28,4
14,1	21,0	21,8	22,7	23,6	24,5	25,4	26,3	27,3	28,2
14,2	20,8	21,7	22,6	23,4	24,3	25,2	26,2	27,1	28,1
14,3	20,7	21,6	22,4	23,3	24,2	25,1	26,0	27,0	27,9
14,4	20,6	21,4	22,3	23,2	24,1	25,0	25,9	26,8	27,8
14,5	20,4	21,3	22,1	23,0	23,9	24,8	25,7	26,7	27,6
14,6	20,3	21,1	22,0	22,9	23,8	24,7	25,6	26,5	27,5
14,7	20,1	21,0	21,9	22,7	23,6	24,5	25,4	26,4	27,3
14,8	20,0	20,8	21,7	22,6	23,5	24,3	25,3	26,2	27,2
14,9	19,9	20,7	21,6	22,4	23,3	24,2	25,1	26,1	27,0
15,0	19,7	20,6	21,4	22,3	23,2	24,1	25,0	25,9	26,9
15,1	19,6	20,4	21,3	22,2	23,0	23,9	24,8	25,8	26,7
15,2	19,4	20,3	21,1	22,0	22,9	23,8	24,7	25,6	26,6
15,3	19,3	20,1	21,0	21,9	22,8	23,6	24,6	25,5	26,4
15,4	19,2	20,0	20,9	21,7	22,6	23,5	24,4	25,3	26,3
15,5	19,0	19,9	20,7	21,6	22,5	23,4	24,3	25,2	26,1
15,6	18,9	19,7	20,6	21,4	22,3	23,2	24,1	25,0	26,0
15,7	18,7	19,6	20,4	21,3	22,2	23,1	24,0	24,9	25,8
15,8	18,6	19,4	20,3	21,2	22,0	22,9	23,8	24,7	25,7
15,9	18,4	19,3	20,1	21,0	21,9	22,8	23,7	24,6	25,5

Таблица Ж.2 – Удельная теплоемкость макаронного теста в зависимости от его влажности

Влажность теста, %	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	Влажность теста, %	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)
28,0	2365	30,5	2428
28,5	2378	31,0	2440
29,0	2390	31,5	2453
29,5	2403	32,0	2466
30,0	2415	32,5	2478

Таблица Ж.3 – Удельная теплоемкость муки в зависимости от ее влажности

Влажность муки, %	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	Влажность муки, %	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)
1	2	3	4
0	1662	13,5	2501
11,0	1938	14,0	2013
11,5	1951	14,5	2026
12,0	1963	15,0	2038
12,5	1976	15,5	2051
13,0	1988	16,0	2064

**Приложение И**  
(справочное)

**Относительная влажность воздуха над водными растворами серной кислоты**

Таблица И.1 – Относительная влажность воздуха над водными растворами серной кислоты при температуре от 5 °С до 50 °С

Относительная влажность воздуха над водными растворами серной кислоты при температуре от 5 °С до 50 °С													
Концентрация серной кислоты H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , % (по массе)	Плотность при 25 °С, г/см <sup>3</sup>	Плотность при 23 °С, г/см <sup>3</sup>	Относительная влажность, %, при температуре, °С										
			5	10	15	20	23	25	30	35	40	45	50
5	1,0300	1,0307	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
10	1,0640	1,0648	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5	95,5
15	1,0994	1,1005	92,5	92,5	92,5	92	92	92	92,5	92,5	92,5	92	92
20	1,1365	1,1376	87,5	88	88	88	88	88	88	88	88,5	88,5	88,5
25	1,1750	1,1764	81,5	82	82	82	82,5	82,5	82,5	83	83	83	83
30	1,2150	1,2164	74	74,5	74,5	75	75	75	75,5	76	76	76,5	76,5
35	1,2563	1,2577	64,5	65	65,5	66	66,5	66,5	67	67,5	67,5	68	68,5
40	1,2991	1,3005	54	55	55,5	56	56,5	56,5	57	57,5	58	58,5	59
45	1,3437	1,3452	43	44	44,5	45	45,5	46	46,5	47	48	48,5	49
50	1,3911	1,3972	32,5	33	34	34,5	35	35	35,5	36,5	37	37,5	38,5
55	1,4412	1,4428	22,5	23	24	24,5	25	25	25,5	26	27	27,5	28
60	1,4940	1,4957	14	14,5	15	15,5	16	16	17	17,5	18	18,5	19
65	1,5490	1,5507	8	8	8,5	9	9	9,5	9,5	10	10,5	11	11,5
70	1,6059	1,6077	3,5	4	4	4	4,5	4,5	4,5	5	5	5,5	6

**Приложение К**  
(справочное)

**Показатели качества макаронных изделий**

Таблица К.1 – Органолептические показатели макаронных изделий (ГОСТ 31743-2012)

Наименование показателя	Характеристика
Цвет	Соответствующий сорту муки Цвет изделий с использованием дополнительного сырья изменяется в зависимости от вида этого сырья
Форма	Соответствующая типу изделий
Вкус	Свойственный данному изделию, без постороннего вкуса
Запах	Свойственный данному изделию, без постороннего запаха

Таблица К.2 – Физико-химические показатели макаронных изделий (ГОСТ 31743-2012)

Наименование показателя	Норма						
	Группа А			Группа Б		Группа В	
	Высший сорт	Первый сорт	Второй сорт	Высший сорт	Первый сорт	Высший сорт	Первый сорт
1	2	3	4	5	6	7	8
Влажность изделий, %, не более: отправляемых в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, а также морским путем	11	11	11	11	11	11	11
остальных	13	13	13	13	13	13	13
Кислотность изделий, град, не более:							
томатных	10	-	-	10	-	10	-
второго сорта	-	-	5	-	-	-	-
остальных	4	4	-	4	4	4	4

Продолжение таблицы К.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Зола, нерастворимая 10 %-ном растворе HCl, %, не более	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Массовая доля золы в пересчете на сухое вещество, %, не более овощных, яичных	1,4	1,7	2,4	1,1	1,25	1,1	1,25
Сохранность формы сваренных изделий, %, не менее	100	100	100	100	100	100	100
Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %, не более для мелкого формата и нитевидных диаметром до 1 мм	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
	6,0	6,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Металломагнитная примесь, мг на 1 кг продукта, не более	3	3	3	3	3	3	3
	при размере отдельных частиц не более 0,3 мм в наибольшем линейном измерении						
Наличие зараженности вредителями	Не допускается						

## Приложение Л (обязательное)

### Ситуационные задачи

#### Вариант 1

1 При приемке в магазине в ящике массой 30 кг с весовыми трубчатыми макаронными изделиями группы А в/с диаметром 5 мм обнаружено: 0,3 кг обломков изделий длиной от 3 до 5 см; 0,1 кг изделий с отклонениями от заданной формы. Определите вид и дайте заключение о качестве данных макаронных изделий.

2 Проведите анализ качества лапши группы А высшего сорта, фасованной по 0,5 кг, по следующим данным: количество деформированных изделий составил – 20 г, крошки – 50 г. Дайте заключение о качестве изделий.

3 Мука макаронная. Сорта. Отличительные особенности муки, выработанной из пшеницы твердой, высокостекловидной мягкой, мягкой со средней стекловидностью?

#### Вариант 2

1 Определите группу и вид фасованных рожков, изготовленных из пшеничной хлебопекарной муки в/с с добавлением соевой муки. Дайте заключение о качестве этих изделий, если при оценке качества в упаковочной единице массой 0,9 кг обнаружено: изделия имеют диаметр 5,6 мм; изделия длиной от 1,0 до 1,2 см содержатся в количестве 0,0225 кг; количество изделий с отклонениями от заданной формы – 0,018 кг. Можно ли предъявить претензию поставщику, если качество определялось через 10 месяцев после приемки? Ответ аргументируйте.

2 Оцените, с помощью балльной оценки, качество макаронных изделий, если после варки, они имели следующие показатели:

Таблица Л.1 – Показатели качества сваренных макаронных изделий

Показатели качества сваренных макаронных изделий	Оценка, баллы	Коэффициент весомости
Внешний вид	4,6	5
Цвет	5,0	3
Запах	4,0	2
Вкус	5,0	5
Консистенция	5,0	3
Варочная вода	4,0	2

3 Дайте заключение о качестве макарон группы А высшего сорта, фасованных по 1,0 кг по следующим данным: количество деформированных изделий при разборке образца – 20 г; крошки – 15 г; количество изделий с отклонениями от средней длины макарон – 10 г.

### Вариант 3

1 Рассчитайте рецептуру макаронного теста, если фактическая влажность муки составляет 14,8 %, а влажность теста 31 %.

2 Дайте заключение о качестве фасованных макаронных изделий группы В в/с, если в упаковочной единице массой 1,2 кг оказалось 30 г обломков изделий длиной от 6 до 11 см и 24 г изделий с отклонениями от заданной формы. Можно ли реализовать данные изделия?

3 Используя балльную оценку сваренных макаронных изделий (см. работу 3), оцените качество изделий, если после варки они имели следующие показатели:

Таблица Л.2 – Показатели качества сваренных макаронных изделий

Показатели	Характеристика показателей	Оценка, баллы
1	2	3
Внешний вид	Поверхность гладкая, форма правильная, изделия не слипаются	
Цвет	Однотонный, слегка темнее или светлее	

Продолжение таблицы Л.2

1	2	3
Запах	Хороший, но недостаточно выраженный	
Вкус	Типичный, слабо выраженный	
Консистенция	Слегка размягченная	
Варочная вода	Слабо мутная	

#### Вариант 4

1 Рассчитать рецептуру на макаронные изделия с овощными добавками, если влажность муки – 15 %; теста – 31,7 %; томатной пасты – 72 %; пюре из шпината – 93 %.

2 У сырых макаронных изделий, в местах их перегиба на бастунах, образовались трещины. Каковы причины их возникновения и как их предупредить?

3 Какова площадь живого сечения матрицы, если диаметр формирующего отверстия равен 3 мм?

#### Вариант 5

1 Дайте заключение о качестве фасованной длинной вермишели группы В в/с, если в каждой упаковочной единице (масса — 0,5 кг), отобранной из выборки, оказалось, что при средней длине изделий в упаковке 30 см, 20 г изделий имеют длину от 26 до 27 см, а 50 г – длину от 1,0 до 1,3 см. Можно ли реализовать данные изделия?

2 Сырые макаронные изделия имеют белесую мучнистую поверхность. Каковы причины их возникновения и как их предупредить?

3 Оцените, используя балльную оценку сваренных макаронных изделий, качество изделий, если после варки, они имели следующие органолептические показатели:

Таблица Л.3 – Показатели качества сваренных макаронных изделий

Показатели	Характеристики показателей	Оценка, баллы
Внешний вид	Форма правильная, изделия заметно слипаются или частично теряют форму	
Цвет	Неоднотонный	
Запах	Слабо выраженный	
Вкус	Типичный, слабо выраженный	
Консистенция	Мягкая	
Варочная вода	Мутная с небольшим количеством осколков	

### Вариант 6

1 В магазин поступила партия фасованных фигурных макаронных изделий Молочные из муки Дурум 1-го сорта в количестве 480 кг в ящиках из гофрированного картона по 25 кг. Изделия сложили в штабель на поддоны высотой восемь рядов в хранилище при температуре + 20 °С и относительной влажности воздуха 68 %. Через шесть месяцев при контроле качества в каждом ящике выборки было обнаружено по 0,4 кг обломков изделий. Можно ли реализовать данные изделия? Можно ли предъявить претензию поставщику, если приемочный контроль качества не проводился? Укажите причины возникших дефектов и виновников их возникновения.

2 При органолептической оценке качества макаронных изделий отмечен хруст при разжевывании. Укажите причину дефекта и как ее предупредить?

3 Рассчитайте количество воды, необходимое для замеса теста влажностью 31 % из 100 кг муки влажностью 14 %.

### Вариант 7

1 Определить конкурентоспособность образцов макаронных изделий по качеству, по балльной оценке их потребительских свойств после варки (см.

работу № 5). Балльная оценка качества сваренных образцов изделий приведена в таблицу Л.4.

Таблица Л.4 – Балльная оценка качества сваренных макаронных изделий

Образцы макаронных изделий	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус	Состояние варочной воды	Итого, баллы
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	
1	25	15	10	14	25	10	
2	24	13	9	15	23	8	
3	25	14	10	13	24	9	
4	23	15	10	14	22	10	
Базовое Значение							

2 Макароны изделия, полученные из муки твердой пшеницы, имеют белесый цвет. Какова причина дефекта и как ее предупредить?

3 Имеются две партии полукрупки твердой пшеницы: первая массой 48 т с содержанием золы 0,85 %, вторая массой 40 т с содержанием золы 1,1 %. Необходимо определить содержание золы в смеси двух партий муки.

### Вариант 8

1 Рассчитать площадь живого сечения матрицы, см<sup>2</sup>, для лапши, если длина формирующей щели равна 0,5 см, а ширина – 0,15 см; число отверстий 100 штук.

2 Определить конкурентоспособность образцов макаронных изделий, разных фирм производителей, по балльной оценке их потребительских свойств после варки (см. работу № 5). Балльная оценка качества сваренных образцов изделий приведена в таблицу Л.5.

Таблица Л.5 – Балльная оценка качества сваренных макаронных изделий

Образцы макаронных изделий	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус	Состояние варочной воды	Итого, баллы
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	
1	24	14	9	13	24	9	
2	25	15	10	15	25	9	
3	23	13	9	14	23	8	
4	24	14	10	12	24	9	
Базовое значение							

3 Макароны изделия из муки твердой пшеницы после сушки приобрели коричневый оттенок, а изделия из мягкой пшеницы – серый. Каковы причины данного дефекта?

### Вариант 9

1 Рассчитать рецептуру на морковные макаронные изделия, если влажность: муки – 14,0 %; морковного сока – 90 %; теста 33 %.

2 Определить конкурентоспособность образцов макаронных изделий, разных фирм производителей, по балльной оценке их потребительских свойств после варки (см. работу № 5). Балльная оценка качества сваренных образцов изделий приведена в таблицу Л.6.

Таблица Л.6 – Балльная оценка качества сваренных макаронных изделий

Образцы макаронных изделий	Внешний вид	Цвет	Запах	Консистенция	Вкус	Состояние варочной воды	Итого, баллы
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	25	14	10	14	24	9	

Продолжение таблицы Л.6

1	2	3	4	5	6	7	8
2	25	15	10	14	25	9	
3	24	14	10	15	25	10	
4	25	15	10	15	24	10	
Базовое значение							

3 При анализе молочных трубчатых макаронных изделий группы А в/с диаметром 4 мм в ящике массой 20 кг обнаружено: 0,4 кг обломков макаронных изделий; 0,2 кг изделий с отклонениями от формы. Определите вид трубчатых макаронных изделий и дайте заключение о качестве изделий.

**Вариант 10**

1 Рассчитать площадь живого сечения матрицы для трубчатых изделий, если диаметр формующего отверстия равен 0,6 см, диаметр ножки вкладыша – 0,3 см, число отверстий в матрице – 100 шт.

2 Используя балльную оценку сваренных макаронных изделий, оцените качество изделий, если после варки они имели следующие показатели:

Таблица Л.7 – Показатели качества сваренных макаронных изделий

Показатели	Характеристика показателей	Оценка, баллы
Внешний вид	Форма правильная, поверхность шероховатая, изделия не слипаются	
Цвет	Однотонный, типичные для данного сорта	
Запах	Типичный для данного вида, хорошо выраженный	
Вкус	Типичный, хорошо выраженный	
Консистенция	Упругая, без мучного ядра	
Варочная вода	Слабо мутная	

3 Влажность смеси двух партий крупки твердой пшеницы 14,5 %. Влажность первой партии 16,9 %. Какова влажность второй партии если при смешивании было взято 300 кг первой партии и 250 кг второй партии.

## Приложение М (обязательное)

### Статистическая обработка результатов реализации ПФЭ2<sup>n</sup>

М.1 Статистическая обработка данных осуществляется в следующем порядке:

1) рассчитывают среднеарифметическую оценку результата  $u$ -го опыта по формуле

$$\bar{Y}_u = \frac{\sum_{k=1}^{m_u} Y_{uk}}{m_u}, \quad (\text{M.1})$$

где  $k = 1 \div m$  - номер повторности опыта;

$n = 1 \div N$  – номер опыта;

$m_u$  – число повторностей  $u$ -го опыта.

Промежуточные результаты записываются в виде таблицы М.1;

2) определяют построчную оценку дисперсии  $S^2_{(Y_{uk})}$  воспроизводимости единичного результата измерения в каждом опыте по формуле

$$S^2_{Y_{uk}} = \frac{\sum_{k=1}^{m_u} (y_{uk} - \bar{y}_u)^2}{m_u - 1} \quad (\text{M.2})$$

3) рассчитывают среднюю для всего эксперимента оценку дисперсии воспроизводимости единичного результата при  $m_u = \text{const}$  по формуле

$$S^2_{y_k} = \frac{\sum_{u=1}^N S^2_{y_{uk}}}{N} = \frac{\sum_{u=1}^N \sum_{k=1}^m (y_{uk} - \bar{y}_u)^2}{N(m-1)} \quad (\text{M.3})$$

Таблица М.1 – Матрица планирования ПФЭ<sup>2</sup> и статистическая обработка результатов

Основные столбцы			Выход процесса						Вспомогательные столбцы							
UN	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>12</sub>	$\bar{Y}_1$	Y <sub>21</sub>	Y <sub>22</sub>	$\bar{Y}_2$	$(\bar{Y}_1 - Y_{11})^2$	$(\bar{Y}_1 - Y_{12})^2$	$\sum_1^m (\bar{Y}_1 - Y_{1k})^2$	S <sup>2</sup> <sub>Yk1</sub>	$(\bar{Y}_2 - Y_{21})^2$	$(\bar{Y}_2 - Y_{22})^2$	$\sum_1^m (\bar{Y}_2 - Y_{2k})^2$	S <sup>2</sup> <sub>Yk2</sub>
1	-	-														
2	-	+														
3	+	-														
4	+	+														

Так как средняя оценка  $\bar{Y}_u$  является более точной, чем единичная  $Y_k$ , то и дисперсия (разброс) средних будет меньше дисперсии единичных результатов.

В статистике доказывается, что оценка дисперсии среднего результата (ошибка эксперимента) будет меньше оценки дисперсии единичного в «m» раз, т.е.

$$S^2(\bar{y}) = \frac{S^2 y_k}{m} = \frac{\sum_{u=1}^N \sum_{k=1}^m (y_{uk} - \bar{y}_u)^2}{N(m-1)m}; \quad (M.4)$$

4) проверяют равнозначность (однородность) опытов по критериям: Кохрена, если  $m_u = m = \text{const}$  или Фишера, если число повторностей в сериях различно. Критерий (F) Кохрена определяется

$$F = \frac{S^2(y_{uk})_{\max}}{\sum_{u=1}^N S^2(y_{uk})} \quad (M.5)$$

Сравнивают это отношение с критическим значением критерия Кохрена (F табл.). Таблица критических значений критерия Кохрена в зависимости от числа степеней свободы числителя  $f = m - 1$ , числа сравниваемых дисперсий N и принятого уровня значимости приводится в справочной литературе [2, приложение 2].

Если  $F < F_{\text{табл.}}$ , то оценки однородны, в противном случае – неоднородны. Неоднородность связана либо с ошибкой при проведении опыта, либо с влиянием случайных величин. В этом случае следует поставить дополнительный опыт (опыты), с тем, чтобы эксперимент был осуществлен при  $m_u = \text{const}$ ;

5) рассчитывают значения коэффициентов уравнения регрессии:

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^N \bar{y}_u}{N}; \quad b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} \bar{y}_u}{N}; \quad b_{ij} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u}{N} \quad (M.6)$$

$$(i \neq j; i = 1 \div n; j = 1 \div n)$$

## М.2 Статистический анализ значимости коэффициентов уравнения и проверка его адекватности

Статистический анализ уравнения имеет своей целью показать с наперед заданной вероятностью  $P$ , что полученные оценки коэффициентов уравнения по модулю либо больше (тогда они значимо отличаются от нуля), либо меньше ошибки в их определении (тогда они незначимо отличаются от нуля и должны быть из уравнения исключены).

Значимость полученных коэффициентов проверяется по критерию Стьюдента (t-критерию). Критерий выбирается в зависимости от принятого уровня значимости, например  $q = 0,05$  и числа степеней свободы  $f = N(m - 1)$  [2, прилож.7]

Доверительная ошибка коэффициентов рассчитывается по формуле

$$\varepsilon(b_i) = t(q, f) \cdot S(b_i) \quad (M.7)$$

Если  $|b_i| > \varepsilon(b_i)$ , то оценка коэффициента « $b_i$ » значимо отличается от нуля. В противном случае оценка  $b_i$  считается значимо не отличающейся от нуля, и ее приравнивают нулю.

При получении незначимого линейного коэффициента какого-либо фактора следует найти этому объяснение, проанализировав следующие ситуации:

- 1) данный фактор на исследуемый процесс не влияет;
- 2) выбран слишком малый интервал варьирования, в связи с чем изменение выхода процесса, обусловленное изменением фактора, соразмерно случайным отклонениям, вызываемым влиянием неучтенных факторов, или погрешности измерительных приборов;
- 3) значение данного фактора в центральной точке эксперимента соответствует его оптимальной величине, в связи с чем одинаковое его уменьшение или увеличение на  $\lambda_i$  понизит выход процесса приблизительно на одну и ту же величину.

Если в уравнении после проверки значимости коэффициентов останутся все коэффициенты, то проверка адекватности уравнения теряет смысл. Рассчитанный по такому уравнению выход процесса для условий какого-либо  $u$ -го опыта должен в пределах точности округления совпадать с величиной  $\bar{Y}_u$ , принятой к расчету.

Если число значимых коэффициентов хотя бы на одну единицу меньше числа опытов, то появляется необходимость (и возможность) статистической проверки адекватности уравнения экспериментальным данным. Эта проверка осуществляется по критерию Фишера:

1) рассчитывают выход  $\hat{Y}_u$  для каждого варианта опыта по уравнению, из которого исключены незначимые члены;

2) находят разность  $|\hat{y}_u - \bar{y}_u|$ ;

3) рассчитывают дисперсию неадекватности

$$S^2_{ад} = \frac{\sum_{y=1}^N |\hat{y}_u - \bar{y}_u|^2}{N - N'}, \quad (M.8)$$

где  $N'$  - число значимых коэффициентов в уравнении регрессии;

4) рассчитывают  $F$  – отношение по формуле

$$F = \frac{S^2_{ад}}{S^2(\bar{y})}; \quad (M.9)$$

5) сравнивают полученное значение  $F$  – отношения со значением  $F_t(P, f_1, f_2)$  критерия Фишера [2, прилож. 3]

В таблицах критерий Фишера дан в зависимости от числа степеней свободы  $f_1 = N - N'$  при определении дисперсии неадекватности и  $f_2 = N(m - 1)$  при определении средней дисперсии воспроизводимости единичного измерения  $S^2_{(Y_{uk})}$ ,

равного числу степеней свободы при определении средней дисперсии воспроизводимости среднего  $S^2(\bar{y})$ .

Критерий Фишера всегда больше единицы. Поэтому в числитель F-отношения дисперсия неадекватности поставлена чисто условно. Если дисперсия воспроизводимости  $S^2(\bar{y})$  больше  $S^2_{ад}$ , то в числителе должна стоять  $S^2(\bar{y})$ . Тогда  $f_1 = N(m-1)$  и  $f_2 = N - N'$ .

Если  $F > F_T$ , то уравнение неадекватно описывает экспериментальные данные. Наиболее часто встречающаяся причина – арифметические ошибки. Чтобы убедиться в отсутствии таковых, рекомендуется по уравнению, в котором оставлены все, в том числе и незначимые коэффициенты (число коэффициентов должно быть равно числу опытов), рассчитать выход процесса при условиях  $3 \div 4$  опытов плана. Если полученные результаты  $\hat{y}_u$  в пределах точности округления будут совпадать с экспериментальными данными  $\bar{y}_u$ , то арифметической ошибки нет.

Неадекватность уравнения может быть объяснена также тем, что центральная точка находится вблизи стационарной области, либо тем, что выбран большой шаг варьирования. Однако если были предварительно проведены однофакторные эксперименты, то предположение о большом шаге варьирования исключается.

Учитывая неадекватность уравнений, делается вывод о том, что для описания результатов эксперимента линейного приближения недостаточно, поэтому с целью изучения области оптимума, необходимо использовать планирование второго порядка, позволяющее получить представление о функции отклика с помощью полинома второй степени.

Несмотря на то, что линейные модели для рассматриваемых зависимостей неадекватны, можно проводить крутое восхождение с учетом полученных коэффициентов регрессии, предполагая, что при удачном движении можно будет установить более благоприятные условия для проведения следующей серии опытов.

Если  $F < F_T$ , то с вероятностью 0,95 делается вывод об адекватности уравнения экспериментальным данным.

Однако это еще не значит, что в принятом диапазоне изменения факторов это уравнение будет точно описывать поверхность отклика при  $|x_i|$ , отличающихся от единицы.

Свободный член уравнения является оценкой выхода процесса в центральной точке эксперимента  $b_0 \rightarrow y_0$ . Расчетным столбцом для определения  $b_0$

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^N \bar{y}_u}{N} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{0u} \bar{y}_u}{N} \quad (M.10)$$

будет столбец  $X_{0u} = 1$ . Но такой же столбец  $X_{iu}^2 = 1$  надо было бы использовать и при расчете оценки квадратичного эффекта  $b_{ii}$ . Следовательно, по результатам реализации плана ПФЭ $2^n$  оценка свободного члена уравнения является смешанной с суммарной оценкой квадратичных эффектов всех факторов:

$$b_0 \rightarrow \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} \quad (M.11)$$

Если квадратичные эффекты будут значимы, то и прогнозируемые результаты опытов при  $X_{i0} = 0$  будут значимо отличаться от их экспериментальных значений.

Если дополнительно к плану поставить в нескольких ( $m_0$ ) повторностях опыт в центре эксперимента, то, не приступая даже к расчету всех (кроме  $b_0$ ) оценок коэффициентов уравнения, можно судить о возможности описания процесса уравнением без включения в последнее квадратичных членов.

Оценкой суммарного квадратичного эффекта факторов будет являться разность:

$$|\bar{y}_0 - b_0| = \sum_{k=1}^n b_{kk} \quad (M.12)$$

Если эта разность при заданной вероятности значима, то переходят к планам второго порядка, позволяющим получить квадратичное уравнение процесса.

Значимость разности  $(\bar{y}_0 - b_0)$  устанавливается при помощи определения доверительной ошибки этой разности  $\varepsilon(\bar{y}_0 - b_0)$  и сравнения ее с величиной самой разности  $|\bar{y}_0 - b_0|$ . Доверительная ошибка рассчитывается так:

$$\varepsilon(\bar{y}_0 - b_0) = t(P, f) \cdot S(\bar{y}_0 - b_0), \quad (M.13)$$

где  $t(P, f)$  – критерий Стьюдента (приложение 2);

$f = (m_0 - 1) + N(m - 1)$  – число степеней свободы;

$$S_{(\bar{y}_0 - b_0)} = \sqrt{\frac{Nm + m_0}{Nmm_0} \cdot \frac{S^2_{(y_{0k})}(m_0 - 1) + S^2_{(y_k)}N(m - 1)}{(m_0 - 1) + N(m - 1)}}, \quad (M.14)$$

где

$$S^2_{(y_{0k})} = \frac{\sum_{k=1}^{m_0} (y_{k0} - \bar{y}_0)^2}{(m_0 - 1)}, \quad S^2_{(y_k)} = \frac{\sum_{u=1}^N \sum_{k=1}^m (y_{uk} - \bar{y}_u)^2}{N(m - 1)}. \quad (M.15)$$

Если  $\varepsilon(\bar{y}_0 - b_0) < |\bar{y}_0 - b_0|$ , то с заданной вероятностью  $P=0,95$  можно считать эту разность значимой. Это равносильно доказательству необходимости включения в уравнение оценок квадратичных эффектов факторов и признанию невозможности по результатам реализации плана ПФЭ<sup>n</sup> получить хорошую математическую модель процесса.

Если  $|\bar{y}_0 - b_0| < t(P, f)S(\bar{y}_0 - b_0)$ , то квадратичные эффекты в уравнении можно не представлять. В этом случае можно судить об адекватности уравнения.

Следовательно, это уравнение может служить основой для поиска оптимальных условий.