

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Высшая медико-биологическая школа  
Кафедра «Пищевые и биотехнологии»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА  
Рецензент \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Зав. кафедрой, д.т.н., профессор  
\_\_\_\_\_ И.Ю. Потороко  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**Технологическое проектирование цеха по выпуску макаронных изделий**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ-19.03.02.2017.408 ПЗ ВКР

Консультанты  
Проектная часть  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ В.Н. Николаев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Руководитель ВКР  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Р.И. Фаткуллин  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор ВКР  
студент группы МБ-471  
\_\_\_\_\_ А.Р. Гимаева  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

Нормоконтроль  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Н.В. Попова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Челябинск 2017

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 1    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

## Оглавление

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                          | 3  |
| 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....                                 | 6  |
| 1.1 Анализ потребительского рынка производства макаронных изделий..... | 6  |
| 1.2 Обзор современных технологий и оборудования.....                   | 9  |
| 1.3 Техничко-экономическое обоснование проектирования цеха.....        | 16 |
| 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....                                              | 19 |
| 2.1 Характеристика предприятия.....                                    | 19 |
| 2.2 Ассортимент и показатели качества выпускаемой продукции.....       | 20 |
| 2.3 Обеспечение условий безопасности труда на производстве.....        | 25 |
| 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....                                         | 33 |
| 3.1 Описание производственного процесса.....                           | 33 |
| 3.2 Расчет производственной мощности проектируемого макаронного цеха.. | 39 |
| 3.3 Расчет производственной рецептуры и подбор параметров.....         | 43 |
| 3.4 Расчет расхода основного и дополнительного сырья.....              | 48 |
| 3.5 Расчет расхода упаковочных материалов и транспортной тары.....     | 50 |
| 3.6 Расчет складских помещений.....                                    | 51 |
| 3.7 Расчет оборудования для приема, хранения и подготовки сырья.....   | 53 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....                                                        | 57 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....                                          | 58 |

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 2    |

## ВВЕДЕНИЕ

Макаронные изделия – пищевой продукт, который производят из зерновых и незерновых культур и продуктов их переработки с использованием и без дополнительного сырья с добавлением воды, смешиванием, различными способами формования и высушивания.

Макаронные изделия обладают рядом преимуществ: быстрота и простота приготовления; хорошая усвояемость; высокая пищевая ценность; в сухом виде, при соблюдении всех необходимых требований имеют длительный срок хранения, при этом не наблюдается изменений органолептических и физико-химических показателей.

В настоящий момент, в России макаронная промышленность выпускает около 1,2 млн. тонн продукции, что позволяет полностью обеспечить потребности рынка страны.

Рынок предлагает большой ассортимент макаронных изделий разнообразных форм, размеров, цветов, вкусов.

Макаронная промышленность должна быть оснащена современной техникой, которая позволит значительно повысить производительность труда, путём автоматизации основного производства и комплексной механизации всех вспомогательных работ, минимизировать число сотрудников, работающих в ночное время, а главное – производить макаронные изделия высокого качества.

Для проектирования макаронного цеха был выбран Ростов-на-Дону с численностью населения 1119875 чел. Этот регион имеет ряд преимуществ:

– ростовская область входит в тройку главных зернопроизводящих регионов России, стабильно занимая по валовому сбору зерна 1 – 2 место в стране.

– согласно заключениям профильных западных экспертов (в частности, представителей лидера мировой макаронной индустрии – компании Barilla), в южных районах Ростовской области – максимально благоприятные природные и климатические условия для выращивания твердых сортов пшеницы.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 3    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

– сто лет назад, в Ростовской области твердой пшеницей было засеяно около полутора миллионов гектар. Именно из донского сырья итальянцы делали свои знаменитые макароны. По свидетельству самих итальянцев, на логотипе их всемирно известных макарон «Анези» (Agnesi) изображен таганрогский парусник, который возил в Италию твердую пшеницу из Ростовской области.

– в Ростовской области сегодня отсутствуют крупные производители макаронной продукции, что гарантирует благоприятную конкурентную среду для старта нового масштабного проекта в этой сфере.

– наличие значительного локального потребительского потенциала.

– развитая транспортная инфраструктура и уникальное географическое положение обеспечивают удобный доступ к основным рынкам сбыта, в том числе зарубежным.

– ростовская область расположена в центре двух основных постсоветских рынков – европейской части России и Украины.

– возможность в качестве сырья использовать высококачественные селекционные сорта донской пшеницы твердых сортов, либо в короткие сроки районировать их импортные аналоги.

Целью квалификационной работы является разработка проекта цеха средней мощности по производству макаронных изделий.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

– проанализировать потребительский рынок производства макаронных изделий;

– провести обзор современных технологий и оборудования для производства макаронных изделий;

– дать технико-экономическое обоснование проектирования цеха по производству макаронных изделий;

– дать характеристику цеха;

– предоставить ассортимент и показатели качества выпускаемой продукции;

– описать производственный процесс изготовления макаронных изделий;

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 4    |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

- рассчитать производственную мощность проектируемого цеха;
- составить производственные рецептуры и технологические режимы;
- рассчитать основное и дополнительное сырье;
- рассчитать и подобрать технологическое оборудование;
- описать устройство и принцип действия линии;
- рассчитать расход упаковочных материалов и транспортной тары;
- рассчитать складские помещения;
- рассчитать оборудование для приема, хранения и подготовки основного и дополнительного сырья;
- предоставить обеспечение условий безопасности труда на производстве;
- предоставить мероприятия по охране окружающей среды;
- описать экологическую безопасность;
- описать безопасность в чрезвычайных ситуациях;
- сформировать выводы и предложения.

|             |             |                 |                |             |                       |             |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-----------------------|-------------|
|             |             |                 |                |             | 260100.2017.408 ПЗ КП | <i>Лист</i> |
|             |             |                 |                |             |                       | 5           |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> |                       |             |

# 1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Анализ потребительского рынка производства макаронных изделий

На сегодняшний день в России выпускается большой ассортимент макаронных изделий, отличающийся как по цвету, так и по вкусовым качествам.

По итогам первых 5 месяцев 2016 года объем производства макаронных изделий в России показал снижение на 3 % г/г. Причиной тому – большой спрос и небывало высокие темпы роста производства, которые наблюдались в 2014 – 2015 гг. Согласно исследованию рынка макаронных изделий, производство ожидает стабилизация в среднесрочной перспективе. Российские предприятия показывают разнонаправленную помесечную динамику производства макаронных изделий на протяжении последних 5 месяцев. Заметное падение произошло в январе, после этого объем производства не смог восстановиться, несмотря на локальные подъемы. По данным исследования компании IndexBox, объем производства макаронных изделий в январе – мае 2016 года в натуральном выражении сократился на 3 % г/г. Динамика производства и потребления макаронных изделий отражает состояние доходов населения, но с обратным знаком – чем хуже материальное состояние граждан, тем выше объем потребления макарон и аналогичных продуктов. В 2014 – 2015 гг. реальные доходы населения сокращались, произошел переход к сберегающей модели потребления и переориентация домохозяйств на более дешевые продукты. Что способствовало росту спроса на дешевые продукты питания, такие как макаронные изделия. В 2016 году реальные доходы населения вновь сокращаются, за первое полугодие падение составило 5 % г/г, производство макаронных изделий также стало сокращаться. Причиной этому является – высокая насыщенность рынка и запасов (в том числе запасов населения), которые сформировались из-за предельно высоких объемов производства в предыдущие годы. В 2015 году Россия стала мировым лидером по экспорту пшеницы, что объясняется рекордным урожаем [1].

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 6    |

## Динамика производства макаронных изделий в России

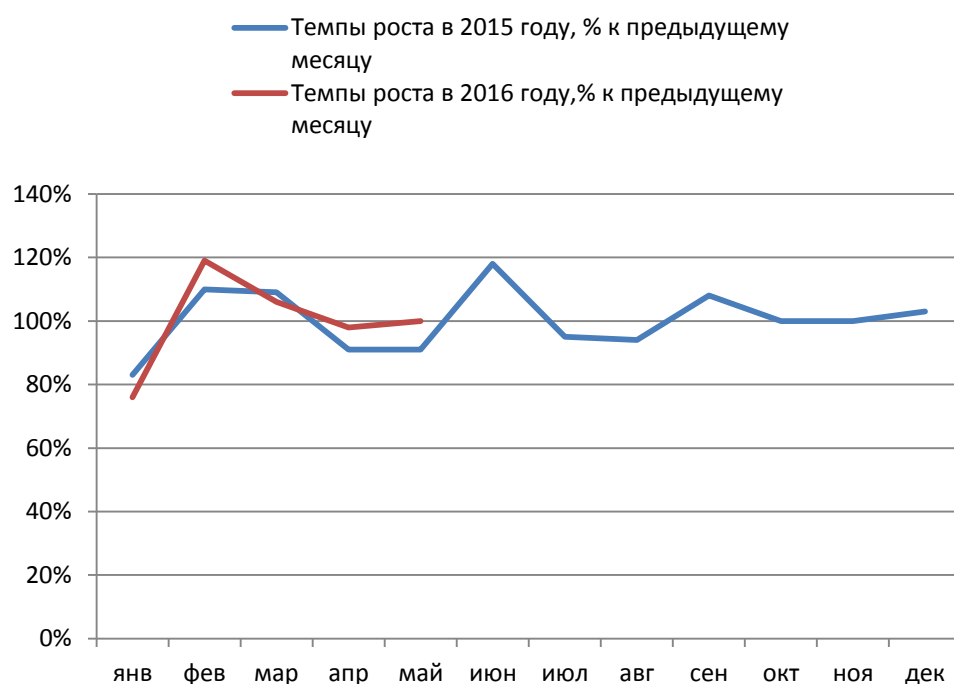


Рисунок 1.1. – Динамика производства макаронных изделий в РФ в январе 2015 – мае 2016 гг., в % к предыдущему месяцу в натуральном выражении

Объем производства макаронных изделий в стоимостном выражении повторяет динамику производства в натуральном выражении, имея при этом более выраженное падение. За январь – май 2016 года объем производства в стоимостном выражении оказался ниже на 9 % г/г. В среднесрочной перспективе влияние на развитие отрасли будут оказывать восстановительные процессы в экономике, которые приведут к росту инвестиционной активности и рентабельности предприятий, оживлению потребительского спроса. Кроме того, совокупность мероприятий по развитию агропромышленного комплекса, реализуемых Правительством Российской Федерации в последние годы, будут способствовать интенсификации производства, улучшению количественных и качественных показателей отрасли, что, в свою очередь, отразится на конкурентоспособности продукции для обеспечения населения качественной линейкой продовольственных товаров и будет способствовать выходу отечественной продукции на зарубежные рынки сбыта [1].

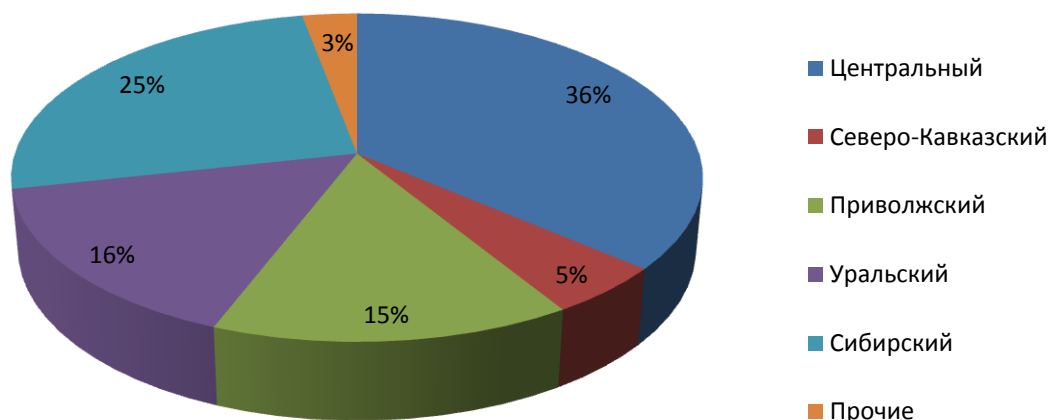


Рисунок 1.2. – Структура производства макаронных изделий по федеральным округам РФ во 2 кв. 2015 г. – 1 кв. 2016 г., в натуральном выражении

Наибольший объем производства среди всех федеральных округов приходится на Центральный федеральный округ: в 1 кв. 2016 года там было произведено 100551 тонн макаронных изделий, что составляет 37 % от совокупного объема. На втором месте с долей 26 % находится Уральский федеральный округ, на третьем месте – Приволжский федеральный округ с долей 16 %.

В совокупности на данные федеральные округа приходится 79 % от российского объема производства в 1 кв. 2016 года, столько же, сколько и в 2 кв. 2015 года. Стабильное распределение долей в совокупном объеме производства показывает, что производственные мощности, расположенные в непосредственной близости от центров потребления и сырья, загружены в большой степени равномерно на протяжении года [1].



## 1.2 Обзор современных технологий и оборудования

В настоящее время имеется несколько направлений обогащения макаронных изделий: обогащение добавками растительного, животного и микробного происхождения, и препаратами биологически активных веществ. А также для обогащения можно использовать термоустойчивые водорастворимые витамины В1, В2, РР. Натуральные растительные добавки из круп (горох, кукуруза, гречка, пшено, овес и т.д.) измельчаются и смешиваются с пшеничной мукой, в определенной пропорции, из которой изготавливаются макаронные изделия [29].

Изготовленные с добавками макаронные изделия обладают повышенным содержанием, необходимых для жизни человека, микроэлементов в природном виде и поэтому хорошо усваиваются организмом человека. Добавки из гречневой крупы повышают в макаронных изделиях содержание железа в 5 – 6 раз, магния в 8 – 9 раз, калия в 2 раза, витаминов группы В – в 2 раза. А добавки из овсяной, пшенной круп увеличивают содержание клетчатки в 3 раза. Добавки из гороха, риса и сои увеличивают содержание растительного белка на 30 – 40 %. Кукурузная добавка улучшает не только вкусовые качества макаронных изделий, но и придает им яркий желтый цвет, улучшает варочные свойства макарон [27], [9].

К добавкам растительного происхождения относятся зерновые, бобовые, масличные, овощные, плодовые культуры и продукты их переработки [45], [47].

Добавки из зерновых культур включают в себя продукты переработки таких растений как пшеница, рожь, тритикале, овёс, ячмень, гречиха, кукуруза, рис, просо, сорго, полба, амарант [50].

Специалисты РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук по продовольствию» в рамках Государственной научно-практической программы «Агропромкомплекс» осуществляют разработку и сопровождение при внедрении новых технологий, в том числе по производству новых видов продукции.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 9    |

Внедрение новых технологий с применением усовершенствованных технологических процессов, а также использование при производстве продуктов питания новых видов сырья влечет за собой неизбежную модернизацию существующих производств путем установки нового и модернизированного оборудования.

Использование устаревших схем и машин кроме прямых потерь сырья и готовой продукции приводит к повышенному удельному расходу топлива, электроэнергии, воды и трудовых ресурсов

Для обеспечения эффективности работы перерабатывающих предприятий, получения высококачественной продукции и достижения высоких экономических показателей производства необходимо вести постоянное техническое перевооружение предприятий, особенно в части технологического оборудования. Решение этой задачи невозможно без оптимального набора оборудования технологических линий предприятий. Учитывая рыночные принципы приобретения технологического оборудования, наличие большого количества поставщиков, часто имеющих невысокий технический уровень производства и низкое качество поставляемого оборудования, предприятия перерабатывающей промышленности должны иметь четкие ориентиры для обеспечения оборудованием своих аппаратурно-технологических схем производства по каждому виду выпускаемой продукции. Их возможно получить разработав системы машин и аппаратов, которые должны ежегодно уточняться. Поэтому в настоящее время актуальной является проблема разработки оборудования для производства макаронных изделий.

В журнале «Пищевая и перерабатывающая промышленность» №5/2009 опубликована статья Османьян Р.Г. «Исследование структурно-механических свойств полуфабрикатов при производстве макаронных изделий с сухим яичным белком (влияние способа получения сухого яичного белка)». Автор утверждает, что расширение ассортимента макаронных изделий, повышение их пищевой ценности является актуальной задачей предприятий отрасли. Традиционно для обогащения макаронных изделий белком использовались яйца, меланж или

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 10   |

яичный порошок, а также молочные продукты – сухое обезжиренное молоко, сухая молочная сыворотка и др. Однако эти виды сырья, наряду с повышением пищевой ценности, несколько снижают качество продукции – уменьшается прочность изделий, они становятся хрупкими, ухудшаются некоторые показатели варочных свойств – увеличивается переход сухих веществ в варочную воду. При изучении структурно-механических свойств макаронного теста было установлено, что сухой яичный белок приводит к некоторому расслаблению клейковины. При этом снижается водопоглотительная способность теста на 10 – 13 %, что имеет положительное технологическое значение. По валориметрической оценке степень разжижения теста уменьшается, что свидетельствует о структурообразовательном воздействии сухого яичного белка [31].

А. Волчков совместно с В. Корячкин, С. Корячкина, Г. Осипова в журнале «Хлебопродукты» №2/2009 опубликовали свою статью под названием «Реологические свойства макаронного теста с белковыми добавками», где рассмотрели влияние изолятов растительных белков на реологические показатели макаронного теста и, как следствие, на качество готовой продукции.

Исследования проводили на специальной лабораторной установке, созданной по принципу капиллярного вискозиметра, при следующих условиях: длина капилляра – 30 мм; диаметр – 3 мм; температура теста – 21 °С; влажность – 34 %.

Анализ экспериментальных данных показал, что при внесении в макаронное тесто изолята белка гороха в количестве 5 – 20 % массы муки предельное напряжение сдвига макаронного теста увеличивается на 32 – 84 % по сравнению с контрольным образцом. Коэффициент консистенции увеличивается соответственно на 16 – 54 %. Об укреплении образцов теста при внесении изолята белка также свидетельствует изменение индекса течения. При внесении в тесто изолята белка гороха в количестве 5 – 20 % массы муки индекс течения снижается на 27 – 73 % относительно контрольного образца [10].

Журнал «Хлебопродукты» №8/2011 опубликовал статью кандидата технических наук Г. Осиповой «Анализ сушки нетрадиционных макаронных

|      |      |          |         |      |  |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|--|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      |  | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |  |                       | 11   |

изделий». Где говорится, что сушка макаронных изделий – самая длительная и ответственная стадия технологического процесса производства макаронных изделий. В статье приведены результаты исследований конвективной сушки макаронных изделий с добавками и из альтернативного сырья при низкотемпературных режимах. Выведены математические зависимости продолжительности сушки от природы и химического состава дополнительного или альтернативного сырья [32].

В журнале «Хлебопродукты» №4/2011 рассматривалась статья Осиповой Г. «Использование комплексной добавки в производстве макаронных изделий». В данной статье автором была исследована возможность использования комплексной добавки, состоящей из гороховой муки, морковной пасты и кефира, при производстве макаронных изделий. Изучено влияние данной добавки на свойства клейковины и крахмала пшеничной муки, на реологические свойства макаронного теста, на качество готовых макаронных изделий, а также на изменение химического состава макаронных изделий [33].

В журнале «Хлебопечение России» №2/2011 была опубликована статья Садыговой М.К., Шелубковой Н.С., Магомедова Г.О. на тему «Нутовая мука в производстве макаронных изделий». Авторы установили, что использование композитной смеси с нутовой мукой при производстве макаронной продукции способствует повышению ее пищевой ценности; для производства изделий из композитной муки рекомендуется в зависимости от влажности теста – твердый замес, от температуры воды, поступающей на замес теста – горячий (в целях повышения их прочности) [38].

В журнале «Хлебопечение России» №2/2011 была опубликована статья Мартиросян В.В., Щеглова Н.В., Жирковой Е.В., Бердышниковой О.Н., Малкиной В.Д. «Регулирование качества макаронных изделий из пшеничной муки с пониженными свойствами». Авторами было изучено влияние сухой подсырной и деминерализованной сывороток на органолептические, реологические и физико-химические показатели качества теста и макаронных изделий. Определена степень влияния вносимых компонентов на белково-

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 12   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

протеиназный комплекс пшеничной муки, что дает возможность корректировать технологические режимы и улучшать качество продукции [25].

В журнале «Хлебопечение России» №9/2016 была рассмотрена статья Черных В.Я. «Принципы управления качеством макаронных изделий». В данной статье рассматривались макаронные свойства муки из пшеницы, которые были обусловлены твердозерностью последней или принадлежностью ее сортов в большей степени к ботаническим видам *Triticum durum* и *Triticum turgidum*. Цель работы – формирование принципов управления качеством макаронных изделий с учетом сложившейся системы оценки технологических свойств пшеницы и продуктов ее переработки. Работа выполнена в НИИ хлебопекарной промышленности (Москва). В статье показана связь между твердозерностью пшеницы и технологическими свойствами получаемой из неё муки. Установлена критическая точка показателя твердозерности – максимальный величины крутящего момента ( $M_{кр.}$ ) на приводе измельчителя –  $8 \pm 0,5$  Н•м. (рекомендуется для макаронного помола пшеницы). Определена критическая точка «числа падения» пшеничной муки –  $220 \pm 10$  с, обуславливающая получение макаронных изделий стабильно высокого качества. На примере пшеницы трех сортов представлена методика оценки твердозерности по  $M_{кр.}$  и даны рекомендации по использованию ее при производстве макаронных, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Сформулированы принципы управления качеством макаронных изделий, предусматривающие: формирование помольной смеси пшеницы с учетом твердозерности перерабатываемых партий зерна; установление критических точек физико-химических характеристик пшеничной муки, используемой для производства макаронных изделий, в первую очередь, среднеэквивалентного размера частиц муки; управление макаронными свойствами пшеничной муки с учетом установленных критических точек; управление режимами протекания технологических операций процесса производства макаронных изделий с учетом их рецептуры и технологических свойств сырья [51].

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 13   |

В журнале «Хлебопечение» №2/2016 была рассмотрена статья Тарасенко С.С. «Исследование активности ферментов макаронной муки высшего сорта». Тарасенко привел результаты исследования активности ферментов тонкодисперсных продуктов размола зерна твёрдой пшеницы. Выявил возможность объединения крупных и мелких фракций размола в целях увеличения выхода муки высшего сорта без снижения качества изготавливаемых из неё макаронных изделий [43].

Журнале «Хлебопечение России» №2/2015 разместил у себя статью Черных В.Я., Сарбашева К.А., Стипанюк К.А., Артемьевой Е.В. на тему «Лабораторная информационно-измерительная система мониторинга динамики замеса пшеничного теста и прессования макаронных изделий». Данным исследованием они донесли до читателей свои анализы. Анализ лабораторных прессов показал, что у них отсутствуют первичные измерительные преобразователи для визуализации изменений физико-химических характеристик замеса макаронного теста. Это не позволяет организовать мониторинг динамики реологического поведения полуфабрикатов при замесе и прессовании, установить оптимальный режим работы оборудования, формировать рекомендации по корректировке рецептуры, а также объективно оценивать технологические свойства перерабатываемой пшеничной муки. Цель данной работы – это создание современной лабораторной информационно-измерительной системы (ЛИИС), которая обеспечит мониторинг динамики протекания технологических операций замеса пшеничного теста и прессования макаронных изделий. Исследования проведены в НИИ хлебопекарной промышленности (Москва). Рассмотрены параметрические схемы операции замеса и прессования макаронного теста с разделением всех параметров на управляющие, возмущающие, управляемые, измеряемые, рассчитываемые и наблюдаемые. ЛИИС оснащена первичными измерительными преобразователями фирмы Элемер, которые обеспечивают передачу данных на компьютер, с помощью чего контролируются следующие параметры: частота вращения месильного органа и шнека; консистенция теста; удельная интенсивность замеса и прессования; количество механической энергии,

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 14   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

затрачиваемой на формирование структуры теста при смешении рецептурных ингредиентов и при прессовании макаронных изделий; температура теста; число циклов перемешивания теста; разряжения воздуха в месильной емкости и в камере прессования; температуры окружающей среды. Изложено представление о формировании гранулированной структуры макаронного теста при замесе. Разработанная информационно-измерительная система позволяет оперативно оценивать макаронные свойства пшеничной муки и выдавать рекомендации по управлению операциями смешения рецептурных ингредиентов и прессования макаронных изделий [52].

В журнале «Хлебопечение» №2/2016 была рассмотрена статья Тарасенко С.С. и Владимирова Н.П. «Реологические характеристики макаронной муки», где приведены результаты исследования реологических характеристик продуктов размола зерна твердой пшеницы, различающихся по крупности. Выявлена возможность объединения крупных и мелких продуктов помола в целях увеличения выхода муки высшего сорта без снижения качества макаронных изделий [44].

В этом же выпуске журнала «Хлебопечение» авторы статьи «Системный подход к формированию качества макаронных изделий» Медведев П.В., Федотов В.А. и Бочкарева И.А. привели результаты анализа факторов, формирующих качество макарон. Обнаруженные зависимости технологических свойств макаронных изделий от показателей качества зерна и муки позволяют обеспечить единство системы оценки макаронных свойств пшеницы с возможностью контроля, коррекции и стабилизации свойств продуктов макаронного производства на каждой стадии переработки зерна [28].

В журнале «Хлебопродукты» №9/2015 опубликована статья «Инновационная технология и оборудование для производства макаронных изделий с высокобелковой добавкой» Верболоза Е.И., Антуфьева В.Т. и Николук О.И. Авторы приводят результаты исследований, посвящённых разработке новой технологии макаронных изделий с повышенным содержанием животного белка и жизненно важных нутриентов для населения Заполярья. Где они создают

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 15   |

оригинальные экспериментальные установки для формования и сушки макаронных изделий в поле ультразвука [8].

В журнале «Хлебопродукты» №1/2017 была опубликована статья под редакцией таких авторов, как Ваншин В.В., Ваншина Е.А., Малышев С.Н., Лазарева Т.А., Хрипунов А.В. о возможности использования нута в производстве макаронных изделий. Эти люди исследовали возможность использования нута при производстве макаронных изделий из хлебопекарной муки в целях повышения их белковой и пищевой ценности. Они изучили влияние добавляемого количества нута на процесс выработки макаронных изделий, на качество полуфабрикатов и готовых изделий [7].

### 1.3 Техничко-экономическое обоснование проектирования цеха

Целью технико-экономического обоснования является установление технической возможности и экономической целесообразности строительства нового предприятия в выбранном населенном пункте.

Для проектирования цеха по выпуску макаронных изделий, был выбран Ростов-на-Дону. Крупнейший город на юге Российской Федерации, административный центр Южного федерального округа и Ростовской области. Город воинской славы. Расположен на юго-востоке Восточно-Европейской равнины, на берегах реки Дон, в 46 километрах от места её впадения в Азовское море, в 1092 километрах к югу от Москвы.

Население 1 119 875 человек (2016), это десятый по численности населения город России. Кроме того, он является 30-м городом Европы по численности населения. Занимает первое место среди городов Южного федерального округа. В пределах Ростовской агломерации проживает свыше 2,16 млн человек, Ростовско-Шахтинская полицентрическая агломерация-конурбация имеет порядка 2,7 млн жителей [37].

Прирост на перспективу пяти лет составит 116558 человек. Тогда производственная мощность должна составить 19426,33 килограмм в сутки.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 16   |



Следовательно, проектируем макаронную фабрику мощностью 20000 килограмм в сутки.

Показатель численности населения является одним из важных показателей для построения предприятия и его дальнейшего развития.

Численность населения на перспективу на основании коэффициента прироста определяется по формуле 1.1:

$$T_1 = T \cdot \left(1 + \frac{E}{100}\right)^n \quad (1.1)$$

где  $T$  – численность населения на момент проектирования, тыс.чел

$E$  – коэффициент естественного прироста населения, принимается 2 – 3 %

$n$  – перспектива (5 лет – кондитерское производство; 10 лет – хлебобулочное и макаронное производство)

$$T_1 = 1119875 \cdot \left(1 + \frac{2}{100}\right)^{10} = 1236433 \text{ чел}$$

Точное прогнозирование изменения численности населения затруднительно, поэтому обоснование производственной мощности ведут только на изменение численности населения на перспективе, которое определяется по формуле 1.2:

$$\Delta N = T_1 - T \quad (1.2)$$

$$\Delta N = 1236433 - 1119875 = 116558 \text{ чел}$$

Производственная мощность проектируемого предприятия определяется по формуле 1.3:

$$\Delta M = \frac{n_x \cdot \Delta N}{k_m} \quad (1.3)$$

где  $n_x$  – норма потребления изделий на душу населения, кг;

$\Delta M$  – увеличение численности населения на перспективу;

$k_m$  – коэффициент используемой мощности (хлебзавода – 0,7; кондитерской фабрики – 0,95; макаронной фабрики – 0,9)

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 17   |

$$\Delta M = \frac{0,15 \cdot 116558}{0,9} = 19426 \approx 20 \text{ т/сут}$$

В качестве выпускаемого ассортимента были выбраны длиннорезанные и короткорезанные макаронные изделия: «Лапша томатная», «Спагетти», гребешки «Школьные», «Ракушки шпинатные».

Строительную площадку для проектируемого макаронного цеха необходимо располагать вдали от: свалок; кладбищ; мест захоронения отходов; промышленных предприятий, загрязняющих окружающую среду; жилых помещений.

Тщательно проанализировав промышленные зоны города Ростов-на-Дону была выбрана площадка для строительства, находящаяся в Октябрьском районе на пересечении улиц Оганова и Решительная, соответствующая всем заданным требованиям.

Основными поставщиками сырья в Ростове-на-Дону являются: «Агроснаб РФ» Ростовская область (мука высшего, 1 и 2 сорта).

Источниками воды, электроэнергии, топлива, тепла, как правило, являются городские сети. Водоснабжение предоставляет МУП «Горводоканал», теплоснабжение МУП «Теплоснабжение», электроснабжение ПАО «Горэлектросеть», сброс загрязненных стоков предусматривается в городскую канализацию.

Таким образом, строительство макаронного цеха позволит обеспечить город дополнительными рабочими местами, так же позволит обеспечить население города и округа макаронными изделиями в более широком ассортименте и более качественной продукцией [2].

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 18   |

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Характеристика предприятия

Макаронный цех будет находиться в городе Ростов-на-Дону в Октябрьском районе на пересечении улиц Оганова и Решительная. График работы предприятия в 2 смены по 7,8 часов.

В качестве выпускаемого ассортимента были выбраны длиннорезанные и короткорезанные макаронные изделия: «Лапша томатная» производительностью 2,24 т/сут, «Спагетти» производительностью 3,91 т/сут, гребешки «Школьные» производительностью 3,35 т/сут, «Ракушки шпинатные» производительностью 1,68 т/сут.

На территории предприятия расположено пропускной пункт, производственное здание, автомобильные весы, мусоросборники, площадка для маневрирования автотранспорта, 2 въезда (главный и запасной), по периметру предприятия расположена рядовая посадка деревьев.

Производственное здание состоит из одного этажа. В нем расположены: административно-бытовые помещения (гардеробные, санузлы, душевые), подсобно-производственные помещения (склад подсобного сырья, машинное отделение, помещение для переработки брака и т.д), производственные помещения ( цех по производству макаронных изделий), складские помещения (склад бестарного хранения муки, склад тары, склад готовой продукции, экспедиция), подсобно-производственные помещения (аспирационная, просеивательная, помещение производственных бункеров), производственные помещения (тестоприготовительное отделение, помещение для подготовки сырья), складские помещения (склады сырья) [30].

В составе предприятия 2 поточно-механизированные линии, по выпуску макаронных изделий, оснащенные современным оборудованием: самосъем «Ипак-64», шнековый макаронный пресс, трабатто, наклонные ленточные элеваторы для передачи изделий от одного элемента линии к другому, предварительная сушилка TR-51, окончательная сушилка TR-56, накопитель

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 19   |

готовых изделий. Создание автоматических линий сокращает количество обслуживающего персонала и позволяет выпускать изделия высокого качества.

Таким образом, строительство макаронного цеха обеспечит население высококачественной и доступной продукцией

## 2.2 Ассортимент и показатели качества выпускаемой продукции

Характеристика ассортиментной группы вырабатываемой продукции согласно ГОСТ. Макароны – пищевой продукт, полученный из муки и воды, высушенный до влажности 13 %.

Достоинства макаронных изделий как продукта питания:

- способность к длительному хранению (до двух лет) без изменения свойств;
- высокая пищевая ценность: блюдо, приготовленное из 100 грамм сухих макаронных изделий, на 10 – 15 % удовлетворяет суточную потребность человека в белках и углеводах;
- быстрота и простота приготовления.

В настоящее время, согласно ГОСТ Р 31743-2012 «Изделия макаронные. Общие технические условия», макаронные изделия классифицируются по нескольким признакам.

Согласно виду исходной пшеницы, из которой выработана мука:

- группа А – изделия из муки твердой пшеницы (в зависимости от сорта муки: высший, первый и второй);
- группа Б – изделия из муки мягкой высокостекловидной пшеницы (в зависимости от сорта муки: высший и первый);
- группа В – изделия из муки мягкой низкостекловидной пшеницы (в зависимости от сорта муки: высший и первый).

В зависимости от способа формования макаронные изделия подразделяют на:

- резаные;
- прессованные;
- штампованные.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 20   |

Макаронные изделия подразделяют на типы:

- трубчатые (макароны, перья, рожки);
- нитевидные (вермишель, паутинка);
- ленточные (лапша);
- фигурные (ракушки, звездочки, буквы).

Макаронные изделия всех типов подразделяют на:

- длинные (от 15 до 20 см);
- короткие (от 1,5 до 15 см).

Длинные макаронные изделия могут быть одинарными или двойными гнутыми, а также сформованными в мотки, бантики и гнезда.

Каждый тип макаронных изделий в зависимости от длины, ширины, толщины или диаметра и других признаков подразделяется на подтипы и виды.

Трубчатые изделия подразделяются на три подтипа:

- макароны;
- рожки;
- перья.

Макароны вырабатывают следующих видов: соломка (с внешним диаметром до 4 мм), особые и особые гофрированные (4,1 – 5,5 мм), обыкновенные и обыкновенные гофрированные (5,6 – 7 мм), Любительские и Любительские гофрированные (более 7 мм). Длина коротких макарон от 15 до 30 см, длинных – не менее 30 см. Макароны длиной от 5 до 13,5 см называются ломом, а отрезки менее 5 см – крошкой.

Рожки – изделия слегка изогнутые, длиной от 1,5 до 4 см. Они подразделяются на следующие виды: соломка (диаметром до 4 мм), особые и особые гофрированные (диаметр 4,1 – 5,5 мм), обыкновенные (диаметр 5,6 – 7 мм).

Перья – изделия, имеющие прямые трубки с косым срезом, длиной от 3 до 10 см. Они имеют те же виды, что и макароны, за исключением соломки.

Нитеобразные изделия (вермишель) в зависимости от сечения вырабатывают четырех видов: паутинку (не более 0,8 мм), тонкую (не более 1,2 мм),

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 21   |

обыкновенную (не более 1,5 мм) и любительскую (не более 3 мм). По длине различают вермишель короткую (не менее 2 см) и длинную одинарную или согнутую вдвое (не менее 20 см). Выпускают также вермишель, уложенную в мотки или бантики, массой не более 30 г каждый.

Лентообразные изделия (лапша) вырабатывают нескольких видов, различающихся длиной, шириной и толщиной. Ширина лапши должна быть не менее 3 мм, толщина – не более 2 мм, длина – не менее 2 см у короткой (короткорезанной) и не менее 20 см у длинной. Она бывает гладкой, гофрированной, пилообразной, волнообразной и др.

Фигурные изделия изготавливают прессованием или штампованием различных формы и размеров: ракушки, бантики, ушки, алфавит, звездочки, шестеренки [21].

В зависимости от применяемых добавок к указанию группы вида и сорта добавляют название вкусовой или обогатительной добавки (яичные, томатные, шпинатные и др.)

Основными путями повышения качества продукции является контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Используемое сырье должно соответствовать требованиям нормативной документации, медико-биологическим требованиям.

Макаронные изделия изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 31743-2012 и технологическими инструкциями, соблюдая действующие санитарные нормы, утвержденные в установленном порядке. Основные показатели, по которым проверяют качество макаронных изделий, представлены в таблицах 2.1 – 2.3.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 22   |

Таблица 2.1 – Органолептические показатели макаронных изделий

| 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 2.2 – Микробиологические показатели макаронных изделий

| Наименование макаронных изделий | КМАФАнМ, КОЕ/г, не более | Масса продукта (г), в которой не допускаются |           |                                | Дрожжи и плесени (сумма), КОЕ/г, не более |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------|-----------|--------------------------------|-------------------------------------------|
|                                 |                          | БГКП (колиформы)                             | В. сereus | патогенные, в т.ч. сальмонеллы |                                           |
| Макаронные изделия яичные       | -                        | -                                            | -         | 25                             | -                                         |
| Макаронные изделия овощные      | 5x10                     | 0,1                                          | 0,1       | -                              | 100                                       |

Таблица 2.3 – Физико-химические показатели макаронных изделий

| Наименование показателя                                                       | Норма         |             |             |             |             |             |             |   |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
|                                                                               | Группа А      |             |             | Группа Б    |             | Группа В    |             |   |
|                                                                               | Высший сорт   | Первый сорт | Второй сорт | Высший сорт | Первый сорт | Высший сорт | Первый сорт |   |
| Влажность изделий, %, не более*                                               | 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           |   |
| Зола, нерастворимая в 10%-ном растворе, %, 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        |   |
| Сухое вещество, перешедшее в варочную воду, %, не более                       | 6,0           | 6,0         | 6,0         | 6,0         | 6,0         | 6,0         | 6,0         |   |
| для мелкого формата и нитевидных диаметром до 1 мм                            | 6,0           | 6,0         | 6,0         | 9,0         | 9,0         | 9,0         | 9,0         |   |

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

260100.2017.408 ПЗ КП

Лист

24



### Окончание таблицы 2.3

| Наименование показателя                                                                                                 | Норма                                                                        |             |             |             |             |             |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                         | Группа А                                                                     |             |             | Группа Б    |             |             |             |
|                                                                                                                         | Высший сорт                                                                  | Первый сорт | Второй сорт | Высший сорт | Первый сорт | Высший сорт | Первый сорт |
| Сохранность формы сваренных изделий, %, не менее                                                                        | 100                                                                          | 100         | 100         | 100         | 100         | 100         | 100         |
| 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 и загрязненности вредителями хлебных запасов                                                       | Не допускается                                                               |             |             |             |             |             |             |
| * Для остальных, отправляемых в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы, а также морским путем, - не более 11%. |                                                                              |             |             |             |             |             |             |

Макаронные изделия имеют широкий ассортимент, который изменяется и расширяется, путем разработки новых рецептур [46], [22].

Таким образом, проектируемый цех будет выпускать следующие виды макаронных изделий: «Лапша томатная», «Спагетти», гребешки «Школьные», «Ракушки шпинатные».

### 2.3 Обеспечение условий безопасности труда на производстве

Анализ травматизма на производстве в отрасли пищевой промышленности, позволяет сделать вывод о том, что в кондитерской промышленности наибольшее число несчастных случаев происходит при использовании основного технического оборудования: тестомесильных машин, варочных котлов и т.д. Как правило, травмы получают при проведении ручных операций ( замес теста,

|      |      |          |         |      |                       |  |  |  |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |         |      |                       |  |  |  | Лист |
|      |      |          |         |      |                       |  |  |  | 25   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 260100.2017.408 ПЗ КП |  |  |  |      |

чистка, мойка) во время работы машин. Многие несчастные случаи возникают вследствие нарушения требований охраны труда. Например, для того, чтобы каждый раз не включать оборудование, рабочие целенаправленно выводят из строя блокирующие устройства на крышках тестомесильных машин. В производстве, твёрдые частицы муки, взвешенные в воздухе и представляющие собой дисперсную систему – аэрозоль, являются основным взрывоопасным и пожароопасным веществом.

Исходя из свойств и количества обращающихся в производстве взрывоопасных и горючих веществ с учетом особенностей технологических процессов, осуществляется классифицирование производственных помещений и наружных установок по показателям взрыво и пожароопасности. Для того, чтобы предотвратить попадание пыли в помещение, её накопление на конструкциях и поверхностях оборудования осуществляются такие меры, как: уборка помещения от пыли один раз в смену; генеральная уборка в труднодоступных местах – два раза в смену. Все бункера оснащаются аспирационной системой вентиляции, работающей с коэффициентом удаления пыли  $\alpha=0,7$  [11].

Поскольку мука относится к взрывоопасным пылям, а давление взрыва в объеме помещения при аварийной разгерметизации технологической системы превысит 5 кПа, помещение относят к категории взрывопожароопасной Б, в соответствии с СП 12.13130 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

Производственное оборудование должно отвечать требованиям (ГОСТ 12.2.003) и отраслевых Правил, согласно которым все вращающиеся и движущиеся части оборудования должны иметь ограждения. Только при полном останове оборудование, перекрытии запорной арматуры, при отключенных электродвигателях и обязательном вывешивании на пусковых устройствах плакатов «Не включать! Работают люди!» можно производить его санитарную чистку, мойку и смазку. На тех предприятиях, где мука хранится бестарным способом, обязательно должна быть разработана инструкция по безопасному обслуживанию бестарных установок [13].

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 26   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

Загрузочные и лазовые люки, которые расположены в верхней части силосов и других устройств, помимо крышек, должны быть оснащены съёмными металлическими предохранительными решётками, размер ячеек которых не более 250x75 мм.

Силосы, предназначенные для бестарного хранения муки, должны быть подсоединены к аспирационной системе или оборудованы фильтрами. Чтобы обеспечить спуск рабочего в силос, используют лебёдку, предназначенную для спуска и подъёма людей [34].

Находящийся в силосе рабочий должен очищать стенки от муки сверху вниз специальным скребком, при этом ему необходимо оставаться вне зоны возможного падения слежавшейся муки.

Оборудование кондитерской промышленности, предназначенное для растворения, уваривания, темперирования сырья и полуфабрикатов (вакуум-варочные аппараты, варочные котлы и др.), должно соответствовать всем требованиям, которые закреплены в «Правилах устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.»

Необходимо оградить специальным кожухом движущиеся и вращающиеся части дозаторов.

Дозаторы должны быть оснащены датчиками уровня и переливными трубами, которые срабатывают в случае достижения заданного и предельного значения уровней.

Средняя часть шкалы дозирующей аппаратуры для жидких компонентов должна располагаться на высоте 1,4 – 1,6м от пола. Шкала должна быть освещена.

Просеянная мука через дозирочные устройства поступает в тестомесильную машину. Тестомесильную машину снабжают крышкой, сблокированной с пусковым устройством, исключающим возможность работы месильных органов при поднятой крышке, а также термометром, водяной рубашкой и устройством для подвода хладагента.

Именно через дозирочные устройства просеянная мука попадает в тестомесильную машину [40].

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 27   |

Тестомесильная машина снабжена крышкой, имеющей заблокированное пусковое устройство, которое исключает продолжение работы месильных механизмов при изменении положения крышки; термометром, водяной рубашкой, устройством для подвода хладагента.

Трубопроводы осуществляющие подачу пара и горячей воды в тестомесильную машину необходимо теплоизолировать. Приемные бункера формующих машин должны иметь съёмные предохранительные решётки, заблокированные с приводом.

Движущиеся части механизма привода, рабочие органы тестоделительных машин (механизм нагнетания теста, делительная головка с отсекающим устройством) должны быть оборудованы ограждениями с блокировками, которые могут обеспечить отключение электродвигателей при открытии крышки, снятии ограждения делительной головки или привода машины.

Печи также должны быть оснащены автоматикой, обеспечивающей отключение подачи газа и жидкого топлива: при недопустимом отклонении давления газа и жидкого топлива от заданного, уменьшении разрежения в топке, при отрыве факела, прекращении подачи воздуха, аварийном [41].

Аварийные кнопки «Стоп», отключающие привод конвейера печи, должны быть установлены в зоне посадки тестовых заготовок и выгрузки изделий.

При механической посадке тестовых заготовок напод печи и механической выгрузке ликвидируется необходимость присутствия рабочего у очага повышенного излучения, следовательно, условия труда обслуживающего персонала улучшаются.

В ситуациях, когда обслуживающему персоналу необходимо находиться в местах со значительным выделением теплоты, они оснащаются установками местного датирования.

Вследствие того, что в пекарном зале наблюдается значительное выделение теплоты, необходимо уделить особое внимание вентиляции, которая должна обеспечивать кратность воздухообмена в пределах 10 – 12.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 28   |

В пекарном зале также устанавливают местные вытяжки и вытяжные вентиляции для отсасывания удаления газов, которые могут поступать в помещение при пригорании масла, которое используют для смазывания форм и под [14].

Обеспечение безопасности труда осуществляется путем устранения или уменьшения опасных факторов в источнике возникновения, путем обучения сотрудников основам безопасности, экологичности жизнедеятельности и применения средств индивидуальной защиты. Поэтому на предприятии следует регулярно проводить инструктаж по технике безопасности.

Экологическая безопасность.

Несмотря на то, что пищевая промышленность не относится к основным загрязнителям атмосферы, большинство предприятий пищевой промышленности способствуют ухудшению состояния атмосферного воздуха, так как выбрасывают в атмосферу газы, пыль.

Котельные, имеющиеся на многих предприятиях пищевой промышленности, выбрасывают дымовые газы, которые содержат продукты неполного сгорания топлива, частицы золы.

Технологические выбросы содержат пыль, пары растворителей, щелочи, уксуса, водород, а также избыточную теплоту. Вентиляционные выбросы в атмосферу включают пыль, не задержанную пылеулавливающими устройствами, а также пары и газы [15].

На пищевых предприятиях прибегают к комплексам мер коллективной защиты (технологические, технические, медико-профилактические и контрольные) с целью предупредить воздействие вредных веществ. Основной задачей технологических мер является предупреждение выделения вредных веществ в производственные помещения.

В качестве мер: производят замену используемых веществ на менее вредные или безвредные; применяют безотходные технологии; применяют замкнутые технологии. В качестве технических мер применяют: герметизацию, сокращающую выделение вредных веществ; вентиляцию, обеспечивающую

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 29   |

поступление свежего воздуха; вытяжные устройства, удаляющие вредные вещества из помещения.

Систематическое наблюдение за состоянием работающих (прохождение медицинских осмотров, санитарно-профилактическое обслуживание и т.д) составляют основу медико-биологических мероприятий, направленных на защиту сотрудников.

Согласно ГОСТ 12.1.005 за содержанием вредных веществ в воздухе устанавливается контроль: автоматический с сигнализацией о превышении ПДК (1) – для веществ остронаправленного действия, периодический (2) – для токсичных веществ и фиброгенной пыли. Периодичность контроля: для веществ I класса опасности – не реже 1 раза в 10 дней, II класса – в месяц, третьего и четвертого классов – 1 раз в квартал.

Контрольные меры обеспечивают систематический контроль над содержанием вредных газов и паров, пыли в воздухе, а также обследование санитарно-гигиенического состояния вентиляционного оборудования и эффективность использования пыле- и газоулавливающих установок [16].

Природоохранные мероприятия в кондитерском производстве осуществляются согласно закону РСФСР «Об охране окружающей среды». Ещё на этапе проектирования предприятий происходит учёт предельно допустимых нагрузок на окружающую среду, предусматриваются надежные и эффективные меры предупреждения и устранения загрязнения вредными отходами, их обезвреживание и утилизация.

#### Пожарная безопасность

Обеспечение пожарной безопасности при осуществлении трудовой деятельности является одной из составляющих охраны труда сотрудников, при исполнении ими своих трудовых обязанностей.

Пожарная безопасность предполагает создание безопасных условий труда и сохранение материальных ценностей юридического лица, на всех этапах его осуществления.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 30   |

Основными законодательными актами в области пожарной безопасности является Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 69–ФЗ «О пожарной безопасности» и Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» .

Эти законы определяют правовые, социальные, экономические основы обеспечения пожарной безопасности на территории России; регламентируют взаимоотношения между органами государственной власти, органами местного самоуправления, юридическими лицами, также между общественными объединениями, должностными и физическими лицами.

В соответствии с указанными законами система пожарной безопасности представляет собой совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами.

Физические и юридические лица, органы государственной власти и местного самоуправления – субъекты, которые обеспечивают выполнение установленных требований пожарной безопасности.

Система предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия, являются основными системами пожарной безопасности.

Комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на исключение возможности возникновения пожара, составляют систему предотвращения пожара. С помощью осуществления следующих мер: устранения образования горючей среды; устранения образования в горючей среде (или внесение в нее) источника зажигания; поддержания температуры горючей среды ниже максимально допустимой; поддержания в горючей среде давления ниже максимально допустимого и других мер, может быть достигнуто предотвращение пожара [16].

Систему противопожарной защиты составляет комплекс организационных и технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материального ущерба от него.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 31   |

Создание условий для успешного тушения пожара:

- а) рациональный выбор и размещение средств пожаротушения; устройство подъездов к объектам, водоемам, гидрантам и требуемое их содержание;
- б) обеспечение объектов специальной пожарной связью и сигнализацией, а при необходимости автоматическими системами пожаротушения;
- в) подготовленность обслуживающего персонала объектов к эффективному пожаротушению.

Для того, чтобы разработать мероприятия по пожарной профилактике необходимо проанализировать пожаровзрывоопасность технологического процесса.

При этом, имеется ряд вопросов, требующих решения:

- определение номенклатуры и количества используемых в техпроцессе или образующихся в нем пожаровзрывоопасных веществ и материалов;
- установка степени пожаровзрывоопасности среды внутри технологического оборудования и производственного помещения;
- выявление причины появления в среде оборудования и производственного помещения источника зажигания.

При обнаружении пожара необходимо:

- немедленно сообщить об этом в пожарную службу (при этом четко назвать адрес организации, место пожара, свою должность и фамилию, а также сообщить о наличии в здании людей);
- задействовать систему оповещения о пожаре;
- принять меры к эвакуации людей;
- известить о пожаре руководителя организации или заменяющего его работника [12].

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 32   |



### 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Описание производственного процесса

При подготовке к производству сырье освобождают от тары, устраняют сторонние примеси, перемешивают, цедают, дробят, просеивают, протирают и т.д.

Муку пшеничную твердых сортов просеивают через сито с ячейками не более 2,5 мм и пропускают через магнитоуловители. Если мука имеет низкую температуру, то ее следует выдерживать в теплом помещении, чтобы температура повысилась до 10 °С [19].

Томатный, яичный порошок и порошок шпината перемешивают с равным количеством воды температурой 40 – 45 °С до сметанообразной консистенции. Потом смесь выливают в бак установки для подготовки добавок, куда предварительно выливают оставшееся количество воды той же температуры, рассчитанное по рецептуре замеса теста [18], [20].

#### Описание производства длиннорезанных макаронных изделий.

Муку доставляют в автомуковозе. Автомуковоз взвешивают на автомобильных весах и подают под разгрузку. Муку из емкости автомуковоза под давлением по мукопроводу загружают в силосы на хранение [17].

Дополнительное сырье – томатная суспензия хранится в емкости.

При работе линии муку из силосов выгружают в бункер с применением системы аэрозольтранспорта, который кроме труб включает в себе компрессор, ресивер и воздушный фильтр. Расход муки из каждого силоса регулируют при помощи роторных питателей и переключателей.

Рецептурную смесь муки очищают от посторонних примесей на просеивателе, снабженном магнитным уловителем, загружают через промежуточный бункер и автоматические весы в производственные бункера.

Мука, томатная суспензия поступают в первую дежу тестомесителя, шнекового пресса, интенсивно перемешиваясь валом с лопатками, продвигаются в виде крошки и комков в противоположную сторону, где тесто попадает в

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 33   |

среднюю часть второго корыта и валом с лопатками перемещается от середины к торцевым стенкам. У торцевых стенок через окна в боковой стенке тесто поступает в третье корыто, вращающимся валом с лопатками перемещается в среднюю часть корыта и далее через окно, при помощи двухкарманного роторного питателя, поступает в четвертое корыто тестомесителя, находящееся под вакуумом. В четвертом корыте тесто перемещается от середины к торцевым стенкам, через отверстия в днище корыта попадает в прессующие цилиндры. Воздух из четвертого корыта удаляется через фильтр при помощи вакуумного насоса.

Режущий автомат-саморазвес двойной предназначен для развешивания изделий на бастуны, обдувки их воздухом, отрезания прядей и подравнивания концов изделий, висящих на бастунах, передачи изделий в предварительную сушку и передачи обрезков в тестомеситель.

Нити сырых макаронных изделий, выходящие из матрицы, входят в саморазвес, распределяются на две пряди, укладываются на два бастуна, выравниваются по длине и перемещаются в предварительную сушилку.

Предварительная сушилка представляет собой тоннель, вдоль которого расположен цепной транспортер, принимающий бастуны с изделиями от саморазвеса.

По длине тоннеля имеются различные зоны сушки. В начале камеры изделия обдуваются воздухом, забираемым из помещения вентилятором и подогреваемым калорифером до температуры 29 – 30 °С. Подогретый воздух проходит через отверстие в решетке. В верхней части тоннеля есть отверстие для засоса воздуха. В сушилке воздух подогревается двумя калориферами и многократно в ней циркулирует. Циркуляция воздуха осуществляется четырьмя вентиляторами, расположенными попарно. В верхней части сушилки находится вытяжной вентилятор, который удаляет влажный отработавший сушильный воздух. Сушильный воздух в предварительной сушилке имеет температуру 39 – 40 °С, относительную влажность 86 – 90 %.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 34   |

Бастуны с изделиями периодически передвигаются с помощью горизонтального цепного транспортера с зубцами. В конце предварительной сушки бастуны поднимаются цепным подъемником на верхний ярус окончательной сушилки. В предварительной сушилке изделия находятся около 1,5 часа и теряют 5 – 6 % влаги.

Окончательная сушилка представляет собой тоннель. Сушка изделий осуществляется на пяти ярусах. Бастуны с изделиями последовательно перемещаются с одного конца сушилки в другой при помощи гребеночного транспортера, работающего прерывисто, и с верхних ярусов на нижние – при помощи цепных перекладчиков. В тоннеле есть четыре пары центробежных вентиляторов и восемь секций калориферов, которые состоят из ребристых труб. В зоне каждого вентилятора находится два калорифера. Относительная влажность и температура сушильного воздуха регулируются автоматически и поддерживаются в пределах 48 – 50 °С и 79 – 80 %.

Между первой и второй, третьей и четвертой зонами сушки есть автоматически открываемые и закрываемые шиберы, с их помощью из верхней части удаляется увлажненный отработавший воздух, а в нижнюю часть из помещения засасывается свежий воздух. Между окончательной сушилкой и накопителем высушенных изделий имеется зона начала стабилизации. В этой зоне установлены два калорифера, через которые вентилятором продувается воздух, забираемый из помещения. Он имеет температуру 40 °С и относительную влажность 65 %. Здесь начинается остывание изделий. Пройдя зону начала стабилизации, изделия с помощью вертикального цепного люлечного транспортера подаются на цепные транспортеры камеры накопления и стабилизации.

Камера накопления и стабилизации изделий представляет собой тоннель. В камере происходит медленное охлаждение изделий и распределение влаги в них. Основное назначение этой камеры – обеспечение круглосуточной работы линии при упаковке изделий в течение двух смен. Она должна вмещать, как минимум, двенадцатичасовую выработку линии.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 35   |

Самосъем «Ипак-64» с механизмом резки предназначен для среза изделий с бастунов и их резки при помощи двух вращающихся дисковых пил на длину 220 – 250 мм и для транспортировки изделий двумя ленточными транспортерами в сборочное устройство, расположенное сбоку самосъема. Механизм возврата порожних бастунов расположен внизу тоннелей окончательной и предварительной сушилок [6].

Описание производства короткорезанных макаронных изделий.

Линия включает шнековый макаронный пресс, трабатто, предварительную сушилку TR-51, окончательную сушилку TR-56, накопитель готовых изделий, наклонные ленточные элеваторы для передачи изделий от одного элемента линии к другому.

Пресс «Паван» включает:

– дозаторы для подачи муки, воды в тестосмеситель, работающий под вакуумом;

– двухкорытный тестосмеситель, имеющий валы с геликоидальными лопастями.

Вал первого корыта вращается с большей скоростью, но диаметр у него меньше. Корыта, валы и лопатки сделаны из нержавеющей стали.

Крышка тестосмесителя изготовлена из толстого акрилового материала, обеспечивает вакуум и хорошую видимость теста, имеет блокировку. Вакуум в тестосмесителе поддерживается посредством специального клапана, соединенного трубопроводом с вакуумным насосом.

Валы вращаются от индивидуального электродвигателя через редуктор. Вакуум превышает  $9,33 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup> (700 мм рт.ст.);

– прессующее устройство, включающее цилиндрическую камеру и прессующий шнек, вращающийся от индивидуального электродвигателя через коробку передач с шестернями из нержавеющей стали.

Прессующая пара рассчитана на давление  $13,72 \cdot 10^6$  н/м<sup>2</sup> (140 кг/см<sup>2</sup>);

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 36   |

- головку (предматричную камеру), обеспечивающую легкую смену дисковой матрицы;
- режущий механизм;
- обдувочное устройство, подающее четырехкратное (против обычного) количество подогретого воздуха, которое необходимо в связи с большой скоростью прессования.

У трабатто производительностью 150 – 320 кг/ч привод осуществляется от электродвигателя мощностью 0,15 кВт. Трабатто фирмы «Паван» имеют по семь вибрирующих рамок.

Сушилки в зависимости от производительности имеют 5 – 10 ленточных транспортеров длиной 3 – 5 м. Ленты изготовлены из нейлоновой сетки. Изделия обдуваются сушильным воздухом от центробежных вентиляторов, расположенных под нижней лентой. Нагрев воздуха осуществляется водяными калориферами.

Сушильный воздух имеет  $t = 50 - 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $\phi = 70 \%$ . Продолжительность предварительной сушки от 25 до 50 мин. В предварительной сушилке влажность изделий снижается до 20 – 19 %.

Нейлоновые ленты армированы алюминиевыми трубами и опираются на крепкие ремни; на концах труб имеются колесики, которые катятся по направляющим, не позволяя прогибаться рабочей и холостой ветвям ленты.

Привод осуществляется от электродвигателя через вариатор скорости, который позволяет увеличивать или уменьшать толщину слоя на лентах и, следовательно, уменьшать или увеличивать время предварительной сушки.

Тоннель сушилки изготовлен из прочных стальных пустотелых профилей, изоляция осуществлена панелями из полистирола, который заключен в листовой алюминий или нержавеющей сталь.

Окончательная сушилка TR-56 состоит из отдельных элементов, заключенных в тоннель. Каждый элемент представляет собой металлическое корыто без боковых стенок со смонтированными внутри него одним или двумя электровентиляторами (осевыми вентиляторами) и обогревателями – ребристыми

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 37   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

медными трубами. Сушилки выпускаются с лентами шириной 1000 и 2000 мм. Элементы имеют длину 4000 мм и ширину соответственно ширине лент.

Каждая сушилка монтируется из 15, 20 или 30 элементов, расположенных по высоте в пять ярусов, и имеет длину 12, 16 и 24 м и высоту 3,572 м. Тупиковые элементы отличаются от средних тем, что имеют барабаны. На барабанах закреплены по пять звездочек. Рабочая ветвь ленты лежит на пяти цепях, которые, двигаясь, благодаря соединению со звездочками на барабанах, сообщают движение ленте. Ролики цепей, поддерживающих рабочую ветвь ленты, двигаются по направляющим. Цепи натягиваются звездочками, расположенными в месте стыка элементов. Холостая ветвь ленты поддерживается валиком, расположенным в месте стыка элементов. Привод осуществляется от одного электродвигателя при помощи цепной передачи.

Изделия в процессе сушки в зоне каждого элемента обдуваются сушильным воздухом на одной половине поверхности ленты снизу вверх, а на другой – сверху вниз. Такая обдувка изделий воздухом с учетом перемешивания при падении изделий с одного ленточного транспортера на другой дает возможность сушить изделия при более толстом слое (в 2 раза) по сравнению со слоем изделий в сушилках других фирм.

Продолжительность окончательной сушки от 12 до 16 ч. Изделия, входящие в сушилку TR-56, обдуваются сушильным воздухом температурой 45 °С и  $\phi = 90\%$ , а на выходе из сушилки воздухом температурой 30 °С и  $\phi = 70\%$ . Температура и относительная влажность сушильного воздуха от начала до конца сушки снижаются с одинаковой скоростью. Воздух из помещения засасывается в сушилку в месте выхода сухих изделий и удаляется из сушилки в месте входа изделий.

Изделия, которые входят в окончательную сушилку после предварительной сушки и охлаждения на транспортере, набухают, что предохраняет их от трещинообразования. Выходят изделия из сушилки охлажденными до 30 °С и могут сразу упаковываться, что дает возможность упаковывать изделия в одну смену при накопителе емкостью на 16-часовую производительность линии.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 38   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

Скорость движения лент зависит от общей длины транспортеров. При продолжительности окончательной сушки 16 ч в сушилках из 15 элементов она будет 3,75 м/ч, в сушилках из 20 элементов – 5,00 м/ч, в сушилках из 30 элементов – 7,5 м/ч.

Тоннель сушилки образован металлическим каркасом, изолированным пористым полистиролом, который заключен в металлические коробки из алюминия или нержавеющей стали. Коробки имеют эластичные прокладки, демонтируются, монтируются при необходимости осмотра элемента.

Изделия на ленте просматриваются через прозрачные пластины толщиной 10 мм. При выходе из сушилки изделия попадают на вибросито, которое является элементом сушилки.

Накопитель готовых изделий состоит из двух ленточных транспортеров, размещенных один над другим с бортами из прозрачного материала толщиной 10 мм. Емкость каждого транспортера равна 8-часовой производительности линии. Нагрузка на ленту – 150 кг/м<sup>2</sup>.

Транспортеры загружаются при помощи виброраспределителей поочередно. Скорость лент транспортеров при загрузке определяется исходя из заполнения транспортера в течение 8 часов. При разгрузке скорость лент может увеличиваться.

В дневную смену изделия упаковываются отдельно с каждого транспортера и из сушилки, следовательно, имеется возможность в течение суток на одной линии вырабатывать изделия трех видов.

Готовые изделия системой конвейеров подают в фасовочную машину, упаковывают в коробки из картона или пакеты из полимерной пленки, после этого их упаковывают в торговую тару и отправляют на склад [4].

### 3.2 Расчет производственной мощности проектируемого макаронного цеха

На проектируемом предприятии предусмотрены 2 технологические линии:

- линия по производству длиннорезанных макаронных изделий;
- линия по производству короткорезанных макаронных изделий.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 39   |

Производственная мощность поточно-механизированных и автоматизированных линий рассчитывается по производительности ведущего оборудования, определяющего мощность всей линии.

Исходя из годовой производительности фабрики и годового фонда рабочего времени, рассчитывается суточная производительность фабрики по формуле 3.1:

$$P_{\text{сут}} = \frac{P_{\text{год}}}{T} \quad (3.1)$$

где  $P_{\text{сут}}$  –суточная производительность цеха, т;

$P_{\text{год}}$  –годовая производственная мощность, т;

$T$ –годовой фонд рабочего времени, дни.

$$P_{\text{сут}} = \frac{6800}{304} = 22,368 \text{ т/сут}$$

Таблица 3.1 – Суточная производственная мощность цеха в ассортименте

| Группа изделий | Наименование изделий    | Производственная мощность, Р |     |
|----------------|-------------------------|------------------------------|-----|
|                |                         | т/сутки                      | %   |
| 1              | Длиннорезанные изделия  |                              |     |
|                | Лапша томатная          | 4,48                         | 20  |
|                | Спагетти                | 7,82                         | 35  |
|                | Итого                   | 12,3                         | 55  |
|                | Короткорезанные изделия |                              |     |
| 2              | Гребешки «Школьные»     | 6,7                          | 30  |
|                | Ракушки шпинатные       | 3,36                         | 15  |
|                | Итого                   | 10,06                        | 55  |
|                | Всего                   | 22,36                        | 100 |



## Определение фактической мощности и расчет производственной программы

Определение фактической мощности проектируемой фабрики по каждому виду изделия производится по формуле 3.2:

$$M_{\text{сут}} = \frac{M_{\text{техн}} \times K}{n} \quad (3.2)$$

где  $M_{\text{сут}}$  – суточная производительность по данному виду изделий;

$M_{\text{техн}}$  – техническая норма производительности единицы оборудования в т/сутки готовых изделий;

$n$  – количество смен в неделю для данного наименования;

$K$  – коэффициент использования оборудования (0,9).

Таблица 3.2 – Уточненная (фактическая) суточная производительность и производственная программа фабрики

| Группа изделий | Наименование изделий    | Уточненная производственная мощность фабрики в т/сутки | Коэффициент использования оборудования | Производственная программа фабрики в т/сутки | % соотношение вырабатываемых изделий |
|----------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1              | Длиннорезанные изделия  |                                                        |                                        |                                              |                                      |
|                | Лапша томатная          | 10,8                                                   | 0,9                                    | 21,6                                         | 45                                   |
|                | Спагетти                | 13,2                                                   |                                        |                                              | 55                                   |
| Итого          |                         | 24                                                     | -                                      | -                                            | 100                                  |
| 2              | Короткорезанные изделия |                                                        |                                        |                                              |                                      |
|                | Гребешки «Школьные»     | 3,6                                                    | 0,9                                    | 10,8                                         | 30                                   |
|                | Ракушки шпинатные       | 8,4                                                    |                                        |                                              | 70                                   |
| Итого          |                         | 12                                                     | -                                      | -                                            | 100                                  |
| Всего          |                         | 36,00                                                  | -                                      | -                                            | -                                    |

Составление недельного графика работы оборудования. Для составления недельного графика работы оборудования необходимо определить, сколько смен в неделю будет занято оборудованием на выработке изделий каждого вида.

Количество смен занятости оборудования в течении недели на производстве изделий отдельного вида определяется по формуле 3.3:

$$K = \frac{b \times n \times c}{100} \quad (3.3)$$

где  $b$  – количество единиц устанавливаемого оборудования;

$n$  – количество смен в неделю;

$c$  – количество изделий отдельного вида, %.

Длиннорезанные изделия:

– Лапша томатная[4]

$$K_1 = \frac{1 \times 21 \times 45}{100} = 9,45 = 9 \text{ смен}$$

– Спагетти[2]

$$K_2 = \frac{1 \times 21 \times 55}{100} = 11,55 = 12 \text{ смен}$$

Короткорезанные изделия:

– Гребешки «Школьные»

$$K_3 = \frac{1 \times 21 \times 30}{100} = 6,3 = 6 \text{ смен}$$

– Ракушки шпинатные[3]


$$K_4 = \frac{1 \times 21 \times 70}{100} = 14,7 = 15 \text{ смен}$$

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 42   |

Таблица 3.3 – График недельной занятости оборудования

| Наименование оборудования           | 1 день                   |   |   | 2 день |   |   | 3 день                |   |   | 4 день                   |   |   | 5 день |   |   | 6 день |   |   | 7 день |   |   |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--------------------------|---|---|--------|---|---|-----------------------|---|---|--------------------------|---|---|--------|---|---|--------|---|---|--------|---|---|--|--|--|--|--|--|
|                                     | 1                        | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1                     | 2 | 3 | 1                        | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 |  |  |  |  |  |  |
| Линия «Брайбанти» с прессом «Мабра» | [Grid pattern]           |   |   |        |   |   |                       |   |   | [Vertical lines pattern] |   |   |        |   |   |        |   |   |        |   |   |  |  |  |  |  |  |
| Линия «Паван»                       | [Diagonal lines pattern] |   |   |        |   |   | [Cross-hatch pattern] |   |   |                          |   |   |        |   |   |        |   |   |        |   |   |  |  |  |  |  |  |

 – Лапша томатная

 – Спагетти

 – Гребешки «Школьные»

 – Ракушки шпинатные

### 3.3 Расчет производственной рецептуры и подбор параметров

Расчет производственных рецептов макаронных изделий включает расчет минутного расхода муки, дополнительного сырья, воды и водообогащительной суспензии.

Спагетти.

Минутный расход муки, необходимый для приготовления теста, определятся по формуле 3.4:

$$M_{\text{мин}} = P_{\text{пр}} \times \frac{100 - W_{\text{и}}}{(100 - W_{\text{м}}) \times 60} \quad (3.4)$$

где  $P_{\text{пр}}$  – производительность прессы по сухим изделиям, кг/час;

$W_{\text{и}}$  – влажность изделий, %;

$W_{\text{м}}$  – влажность муки, %.

$$M_{\text{мин}} = 400 \times \frac{100 - 13}{(100 - 14,5) \times 60} = 6,78 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход воды, идущей на замес теста без добавок, рассчитывается по формуле 3.5:

$$B_{\text{мин}} = \frac{M_{\text{мин}} \times (W_{\text{т}} - W_{\text{м}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (3.5)$$

где  $W_{\text{т}}$  – влажность теста, %.

$$B_{\text{мин}} = \frac{6,78 \times (30 - 14,5)}{100 - 30} = 1,50 \text{ кг/мин}$$

Лапша томатная.

Минутный расход муки, необходимый для приготовления теста:

$$M_{\text{мин}} = 400 \times \frac{100 - 13}{(100 - 14,5) \times 60} = 6,78 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход дополнительного сырья (томатного порошка) определяется по формуле 3.6:

$$G_{\text{мин}} = \frac{M_{\text{мин}} \times C}{100} \quad (3.6)$$

где  $C$  – норма расхода дополнительного сырья на 100 кг муки, кг.

$$G_{\text{мин}} = \frac{6,78 \times 3,25}{100} = 0,22 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход воды, идущей на замес теста с добавками, рассчитывается по формуле 3.7:

$$B_{\text{мин}} = \frac{M_{\text{мин}} \times (W_{\text{т}} - W_{\text{м}}) + G_{\text{мин}} \times (W_{\text{т}} - W_{\text{д}})}{100 - W_{\text{т}}} \quad (3.7)$$

где  $W_{\text{д}}$  – влажность добавки, %.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 44   |

$$B_{\text{мин}} = \frac{6,78 \times (30 - 14,5) + 0,22 \times (30 - 8)}{100 - 30} = 1,57 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход водообогатительной суспензии определяется по формуле 3.8:

$$G_{\text{сусп}} = B_{\text{мин}} + G_{\text{мин}} \quad (3.8)$$

$$G_{\text{сусп}} = 1,57 + 0,22 = 1,79 \text{ кг/мин}$$

Гребешки «Школьные».

Минутный расход муки, необходимый для приготовления теста:

$$M_{\text{мин}} = 400 \times \frac{100 - 13}{(100 - 14,5) \times 60} = 6,78 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход дополнительного сырья (яичного порошка) :

$$G_{\text{мин}} = \frac{6,78 \times 4}{100} = 0,27 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход воды, идущей на замес теста с добавками:

$$B_{\text{мин}} = \frac{6,78 \times (30 - 14,5) + 0,27 \times (30 - 8)}{100 - 30} = 1,59 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход водообогатительной суспензии:

$$G_{\text{сусп}} = 1,59 + 0,27 = 1,86 \text{ кг/мин}$$

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 45   |

Ракушки шпинатные.

Минутный расход муки, необходимый для приготовления теста:

$$M_{\text{мин}} = 400 \times \frac{100 - 13}{(100 - 14,5) \times 60} = 6,78 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход дополнительного сырья (пюре из шпината):

$$G_{\text{мин}} = \frac{6,78 \times 3,25}{100} = 0,22 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход воды, идущей на замес теста с добавками:

$$B_{\text{мин}} = \frac{6,78 \times (30 - 14,5) + 0,22 \times (30 - 7,5)}{100 - 30} = 1,57 \text{ кг/мин}$$

Минутный расход водообогатительной суспензии:

$$G_{\text{сусп}} = 1,57 + 0,22 = 1,79 \text{ кг/мин}$$

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 46   |

Таблица 3.4 – Производственные рецептуры и технологические режимы выработки

| Наименование сырья, параметров                  | Лапша томатная  | Спагетти | Гребешки «Школьные» | Ракушки шпинатные |
|-------------------------------------------------|-----------------|----------|---------------------|-------------------|
| Мука (крупка), кг/мин                           | 6,78            | 6,78     | 6,78                | 6,78              |
| Водообогатительная суспензия, кг/мин            | 1,79            | -        | 1,86                | 1,79              |
| Вода, кг/мин                                    | 1,57            | 1,50     | 1,59                | 1,57              |
| Влажность теста, %                              | 30              | 30       | 30                  | 30                |
| Температура воды, идущей на замес теста, °С     | 45-48           | 45-48    | 45-48               | 45-48             |
| Температура теста в конце замеса, °С            | 50-60           | 50-60    | 50-60               | 50-60             |
| Консистенция теста                              | мелкокомковатая |          |                     |                   |
| Продолжительность замеса теста, мин             | 15-20           | 15-20    | 15-20               | 15-20             |
| Температура сырых изделий после прессования, °С | 60-65           | 60-65    | 60-65               | 60-65             |
| Давление прессования, Мпа                       | 10-12           | 10-12    | 10-12               | 10-12             |
| Температура сушки, °С                           | 45              | 45       | 45                  | 45                |
| Относительная влажность воздуха, %              | 80              | 80       | 80                  | 80                |
| Продолжительность сушки, мин                    | 7,5             | 7,5      | 7,5                 | 7,5               |

### 3.4 Расчет расхода основного и дополнительного сырья

При определении расхода сырья на макаронной фабрике рассчитывается плановая норма расхода муки, суточный расход муки и дополнительного сырья при выработке макаронных изделий [36].

При выработке изделий без вводимых добавок, когда единственным сырьем является мука и вода, плановая норма расхода муки определяется по формуле 3.9:

$$H_m = \frac{100 - W_u}{100 - W_m} \times 1000 + Y + B \quad (3.9)$$

где  $W_u$  – плановая влажность изделий, %;

$W_m$  – базисная влажность муки, %;

$Y$  – удельная величина учтенных отходов, кг/т;

$B$  – удельная величина безвозвратных потерь, кг/т.

$$H_m = \frac{100 - 13}{100 - 14,5} \times 1000 + 3,7 + 1,5 = 1022,74 \text{ кг/т}$$

При выработке изделий с добавками удельный расход муки снижается за счет сухих веществ, вводимых с добавками [9]. Плановая норма расхода муки на 1 т изделий с добавками определяется по формуле 3.10:

$$H_{m\partial} = \frac{H_m \times (100 - W_m)}{(100 - W_m) + a} \quad (3.10)$$

где  $a$  – поправочный коэффициент на вводимую добавку.

$$a = 0,001 \times T \times (100 - W_\partial) \quad (3.11)$$

где  $T$  – норма добавки на 1 т муки по утвержденной рецептуре, кг;

$W_\partial$  – плановая влажность добавки, %.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 48   |



$$a_{\text{том.нор.}} = 0,001 \times 32,5 \times (100 - 7) = 3,02$$

$$a_{\text{яич.нор.}} = 0,001 \times 40 \times (100 - 6) = 3,76$$

$$a_{\text{шпин.нор.}} = 0,001 \times 32,5 \times (100 - 5) = 3,09$$

$$H_{\text{мд}}^{\text{том.нор.}} = \frac{1022,74 \times (100 - 14,5)}{(100 - 14,5) + 3,02} = 987,85 \text{ кг/т}$$

$$H_{\text{мд}}^{\text{яич.нор.}} = \frac{1022,74 \times (100 - 14,5)}{(100 - 14,5) + 3,76} = 979,66 \text{ кг/т}$$

$$H_{\text{мд}}^{\text{шпин.нор.}} = \frac{1022,74 \times (100 - 14,5)}{(100 - 14,5) + 3,09} = 987,07 \text{ кг/т}$$

Норма расхода добавок рецептурной влажности на 1 т изделий определяется по формуле 3.12:

$$H_{\delta} = 0,001 \times T \times H_{\text{мд}} \quad (3.12)$$

$$H_{\delta}^{\text{том.нор.}} = 0,001 \times 32,5 \times 987,85 = 32,11 \text{ кг/т}$$

$$H_{\delta}^{\text{яич.нор.}} = 0,001 \times 40 \times 979,66 = 39,19 \text{ кг/т}$$

$$H_{\delta}^{\text{шпин.нор.}} = 0,001 \times 32,5 \times 987,07 = 32,08 \text{ кг/т}$$

Расход суточного расхода муки определяется по формуле 3.13:

$$M_{\text{сут}} = \frac{P \times (100 - S)}{100} \times H_{\text{м}} + \frac{P \times K_1 \times H_{\text{мд}1}}{100} + \frac{P \times K_2 \times H_{\text{мд}2}}{100} \quad (3.13)$$

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 49   |

где  $P$  – уточненная производственная программа фабрики, т/сутки;

$S$  – общее количество изделий с добавками, %;

$K_1, K_2$  – количество изделий с добавками, %.

$$M_{сут} = \frac{36 \times (100 - 65)}{100} \times 1022,74 + \frac{36 \times 20 \times 987,85}{100} + \frac{36 \times 30 \times 979,66}{100} + \frac{36 \times 15 \times 987,07}{100} = 35909,55 \text{ кг / сут} = 35,91 \text{ т / сут}$$

Расчет суточного расхода добавки рассчитывается по формуле 3.14:

$$M_{\partial} = \frac{P \times K \times H_{\partial}}{100} \quad (3.14)$$

$$M_{\partial}^{том.пор.} = \frac{36 \times 20 \times 32,11}{100} = 231,192 \text{ кг/сут}$$

$$M_{\partial}^{яич.пор.} = \frac{36 \times 30 \times 39,19}{100} = 423,252 \text{ кг/сут}$$

$$M_{\partial}^{шпин.пор.} = \frac{36 \times 15 \times 32,08}{100} = 173,232 \text{ кг/сут}$$

### 3.5 Расчет расхода упаковочных материалов и транспортной тары

Макаронные изделия после сушки и стабилизации поступают на фасовку в мелкую потребительскую тару (картонные коробки, полиэтиленовые или целлофановые пакеты), либо непосредственно на упаковку насыпью в крупную тару (фанерные ящики, гофрокороба и крафт – мешки ) [48].

Наиболее распространенный вид транспортной тары для макаронных изделий – ящик (короб) из гофрированного картона, в который укладывается продукция [49].

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 50   |

Нормы складирования готовой продукции отображены в таблице 3.5 .

Таблица 3.5 – Нормы складирования готовой продукции

| Наименование изделий                 | Выработка в смену, т | Вместимость ящиков, кг | Номер ящика | Количество ящиков на 1 т изделий, шт | Потребное количество ящиков в смену |        | Потребное количество ящиков в сутки |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|
|                                      |                      |                        |             |                                      | шт                                  | кг     |                                     |
| <b>Расход ящиков из гофрокартона</b> |                      |                        |             |                                      |                                     |        |                                     |
| Лапша томатная                       | 0,75                 | 15,0                   | 29          | 67                                   | 51                                  | 25,50  | 76,5                                |
| Спагетти                             | 1,30                 | 15,0                   | 29          | 67                                   | 82                                  | 41,00  | 123,00                              |
| Гребешки «Школьные»                  | 1,12                 | 8,8                    | 25          | 114                                  | 128                                 | 25,60  | 76,80                               |
| Ракушки шпинатные                    | 0,56                 | 8,8                    | 25          | 114                                  | 64                                  | 32,00  | 96,00                               |
| Итого                                | 3,73                 | -                      | -           | -                                    | 325                                 | 124,10 | 372,30                              |
| <b>Расход картонных пачек</b>        |                      |                        |             |                                      |                                     |        |                                     |
| Лапша томатная                       | 0,75                 | 0,5                    | -           | 2000                                 | 1500                                | 16,50  | 49,50                               |
| Спагетти                             | 1,30                 | 0,5                    | -           | 2000                                 | 2600                                | 28,60  | 85,80                               |
| Гребешки «Школьные»                  | 1,12                 | 0,5                    | -           | 2000                                 | 2240                                | 24,64  | 73,92                               |
| Ракушки шпинатные                    | 0,56                 | 0,5                    | -           | 2000                                 | 1120                                | 12,32  | 36,96                               |
| Итого                                | 3,73                 | -                      | -           | -                                    | 7460                                | 82,06  | 246,18                              |

Полученные результаты используются при расчете площади складов для хранения нормативного запаса упаковочных материалов.

### 3.6 Расчет складских помещений

Запасы сырья на складах макаронных предприятий нужны для обеспечения бесперебойного выпуска макаронных изделий в заданном количестве и ассортименте. Недостаточные запасы сырья приводят к простоям в работе, срыву выпуска изделий в ассортименте. Сверхнормативные запасы сырья уменьшают оборачиваемость средств предприятия, вызывают лишние потери сырья при длительном хранении и требуют дополнительных складских помещений .

Таблица 3.6 – Расчет складов сырья

| Сырье и полуфабрикаты «со стороны» | Расход, кг/сут | Норма хранения, сут | Подлежит хранению на складе, т | Количество сырья на 1 м <sup>2</sup> , т | Необходимая площадь, м <sup>2</sup> |
|------------------------------------|----------------|---------------------|--------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| Томатный порошок                   | 231,19         | 30                  | 6,9                            | 0,8                                      | 8,6                                 |
| Яичный порошок                     | 423,25         | 30                  | 12,7                           | 0,8                                      | 15,9                                |
| Шпинатный порошок                  | 173,23         | 30                  | 5,2                            | 0,8                                      | 6,5                                 |
| Итого                              | -              | -                   | -                              | -                                        | 31                                  |

Склад тароупаковочных материалов.

Площадь склада тароупаковочных материалов определяют из расчета 30 – суточного запаса с учетом норм укладки количества грузов (т) на 1 м<sup>2</sup> площади.

Таблица 3.7 – Расчет склада упаковочным материалов и тары

| Вид упаковочного материала и тара | Расход, кг/сут | Норма хранения, сут | Подлежит хранению, т | Количество грузов на 1 м <sup>2</sup> , т | Необходимая площадь склада, м <sup>2</sup> |
|-----------------------------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Пачка картонная                   | 491,7          | 30                  | 14,75                | 0,6                                       | 24,58                                      |
| Ящики из гофрокартона             | 978            | 30                  | 29,34                | 0,4                                       | 73,35                                      |
| Итого                             | -              | -                   | -                    | -                                         | 97,93                                      |

Вместимость склада готовой продукции проектируется с учетом размещения десятисуточного запаса выработанной продукции.

Таблица 3.8 – Расчет площади склада готовой продукции

| Изделия                | Выработка<br>в сутки, т | Норма<br>хранения,<br>сут | Подлежит<br>хранению,<br>т | Количество<br>продукции<br>на 1 м <sup>2</sup> , т | Необходи<br>мая<br>площадь<br>склада, м <sup>2</sup> |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Лапша<br>томатная      | 4,48                    | 10                        | 44,8                       | 0,33                                               | 135,76                                               |
| Спагетти               | 7,82                    | 10                        | 78,2                       | 0,33                                               | 236,97                                               |
| Гребешки<br>«Школьные» | 6,7                     | 10                        | 67,0                       | 0,33                                               | 203,03                                               |
| Ракушки<br>шпинатные   | 3,36                    | 10                        | 33,6                       | 0,33                                               | 101,82                                               |
| Итого                  | 22,36                   | -                         | -                          | -                                                  | 677,58                                               |

3.7 Расчет оборудования для приема, хранения и подготовки сырья к пуску в производство

При расчете бункерного накопителя-стабилизатора определяют вместимость бункера и необходимое число бункеров.

Вместимость каждого бункера-стабилизатора определяется по формуле 3.15:

$$V = (V_1 + V_2) \times \rho_n \quad (3.15)$$

где  $V_1$  – объем прямоугольной части, м<sup>3</sup>;

$V_2$  – объем пирамидального днища бункера, м<sup>3</sup>, ( $V_2 = 5$  м<sup>3</sup>);

$\rho_n$  – насыпная плотность изделий, кг/м<sup>3</sup> ( $\rho_n = 300-350$  кг/м<sup>3</sup>).

$$V = (10 + 5) \times 300 = 4500 \text{ м}^3$$

Необходимое число бункеров определяется по формуле 3.16:

$$n = \frac{P \times \tau}{V} \quad (3.16)$$

где  $P$  – производительность линии, кг/час;

$\tau$  – максимальная продолжительность стабилизации изделий, час;

$$n = \frac{400 \times 8}{4500} = 0,71 \approx 1 \text{ шт}$$

Расчет количества силосов (бункеров) для хранения муки производится с учетом шестисуточного запаса муки и осуществляется по формуле 3.17:

$$K_c = \frac{M_{\text{сут}} \times n \times K \times 1000}{V_c \times \rho} \quad (3.17)$$

где  $M_{\text{сут}}$  – суточный запас муки одного сорта, т;

$n$  – срок хранения муки, сут;

$K$  – коэффициент использования вместимости силоса, ( $K=0,85$ );

$V_c$  – вместимость силоса, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – насыпная плотность муки, кг/м<sup>3</sup>, (для крупки 677 кг/м<sup>3</sup>; для полукрупки 600 кг/м<sup>3</sup>).

Для бестарного хранения муки выбираем силос марки А2-Х3-Е-160А.

$$K_c = \frac{33,92 \times 6 \times 0,85 \times 1000}{48 \times 667} = 5,4 \approx 6 \text{ шт}$$

Для бестарного хранения муки необходимо предусмотреть один запасной силос. Таким образом, потребное количество силосов для бестарного хранения муки составляет 7 штуки.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 54   |

После выбора типа силосов для хранения муки выбирается тип производственных бункеров для хранения суточного запаса муки для каждого шнекового пресса.

Количество производственных бункеров определяется по формуле 3.18:

$$K_{\delta} = \frac{M_{сут} \times K \times 1000}{V_{\delta} \times \rho} \quad (3.18)$$

$$K_{\delta} = \frac{33,92 \times 0,85 \times 1000}{26 \times 677} = 1,64 \approx 2 \text{ шт}$$

Общее количество бункеров марки ХЕ-63В для хранения муки 2 шт.

Количество просеивателей для муки определяется по формуле 3.19:

$$N = \frac{M_{\text{общ}}^{\text{ч}}}{F \times q} \quad (3.19)$$

где  $M_{\text{общ}}^{\text{ч}}$  – общий часовой расход муки, кг/ч;

$F$  – рабочая поверхность сита, м<sup>2</sup>;

$q$  – пропускная способность 1 м<sup>2</sup> сита.

$$N = \frac{1473,04}{1,5 \times 3000} = 0,33 \approx 1 \text{ шт}$$

Выбираем просеиватель марки «Бурат» ПБ – 1,5 производительностью 1,5 т/час.

Общий объем емкости для водообогажительной суспензии определяется по формуле 3.20:

$$V_{\text{сусп}} = \frac{G_{\delta}^{\text{смен}} \times K}{\vartheta} \quad (3.20)$$

где  $G_{д}^{смен}$  – сменный расход добавки, кг;

$K$  – коэффициент запаса емкости, принимается равным 1,2;

$\vartheta$  – содержание добавки в 1 л дрожжевой суспензии, принимается равным 0,25 кг/л.

$$V_{сусп}^{том.пор.} = \frac{77,06 \times 1,2}{0,25} = 369,91 \text{ л}$$

$$V_{сусп}^{яич.пор.} = \frac{141,08 \times 1,2}{0,25} = 677,184 \text{ л}$$

$$V_{сусп}^{шпин.} = \frac{57,74 \times 1,2}{0,25} = 277,15 \text{ л}$$

Для водообогатительных добавок принимаем установку для приготовления суспензии УПЭС.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 56   |



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе произведен расчет проекта макаронного цеха средней мощности по выпуску макаронных изделий.

Производственная мощность была обоснована путем обзора и исследования современного рынка макаронной промышленности города Ростов-на-Дону.

В соответствии с выбранным ассортиментом, а именно «Лапша томатная», «Спагетти», гребешки «Школьные», «Ракушки шпинатные», было подобрано специализированное технологическое оборудование в виде двух поточно-механизированных линий, в состав которой вошло следующее оборудование: самосъем «Ипак-64», шнековый макаронный пресс, трабатто, наклонные ленточные элеваторы для передачи изделий от одного элемента линии к другому, предварительная сушилка TR-51, окончательная сушилка TR-56, накопитель готовых изделий.

Производственная мощность проектируемого цеха для выбранного ассортимента составила 22,368 т/сут, суточная производительность по каждому изделию составила: «Лапша томатная» производительностью 2,24 т/сут, «Спагетти» производительностью 3,91 т/сут, гребешки «Школьные» производительностью 3,35 т/сут, «Ракушки шпинатные» производительностью 1,68 т/сут.

Также был произведен расчет производственных рецептур, технологического оборудования, тары и упаковочных материалов, складских помещений, подобрано оборудования для бестарного хранения муки, выполнена графическая составляющая работы. Результаты расчетов оформлены в пояснительную записку.

Таким образом, цель выпускной квалификационной работы достигнута, задачи выполнены.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 57   |

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Агентство инвестиционного развития Ростовской области. - <http://ipa-don.ru>.
- 2 Азаров, Б.М. Технологическое оборудование хлебопекарных и макаронных предприятий: учебное пособие / Б.М. Азаров, А.Т. Лисовенко, С.А. Мачихин и др. – М.: Изд-во Агропромиздат, 1986. - 263 с.
- 3 Анализ потребительского рынка производства макаронных изделий. – <http://www.indexbox.ru>.
- 4 Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств: справочник / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков. – М.: Высшая школа, 2001. – 703 с.
- 5 Бахитов, Т.А Ржаной белковый концентрат в производстве макаронных изделий: журнал/ Т.А Бахитов. – М.: Хлебопродукты, 2009. – 38 с.
- 6 Буров, А.Н. Автоматические поточные линии для производства длинных макаронных изделий / А.Н. Буров, Г.В. Клаповский, М.Е.Чернов. Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1973. Вып. 7. – №9 (3). – С. 34.
- 7 Ваншин, В.В. Использование нута в производстве макаронных изделий / В.В. Ваншин, Е.А. Ваншина, С.Н. Малышев, Т.А. Лазарева, А.В. Хрипунов // Хлебопродукты. – 2015. Вып. 4. – №6 (9). – С. 9.
- 8 Верболоза, Е.И. Инновационная технология и оборудование для производства макаронных изделий с высокобелковой добавкой / Е.И. Верболоза, В.Т. Антуфьева, О.И. Николук // Хлебопродукты. – 2015. Вып. 4. – №9 (3). – С. 12.
- 9 Волчков, А.Н. Разработка технологии макаронных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с изолятами растительных белков: дис.... канд тех наук / А.Н. Волчков. – М., 2009. – 233 с.
- 10 Волчков, А.Н. Реологические свойства макаронного теста с белковыми добавкам / А.Н. Волчков, В.И. Корячкин, С.Я. Корячкина, Г.А. Осипова // Хлебопродукты. – 2010. Вып. 4. – № 2 (9). – С. 23-24.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 58   |

11 Гавриленков, А.Ч. Экологическая безопасность пищевых производств / А.Ч. Гавриленков. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 272 с.

12 ГОСТ 12.0.001-82 Система стандартов безопасности труда. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 5 с.

13 ГОСТ 12.2.003-91 Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 5 с.

14 ГОСТ 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 2 с.

15 ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 7 с.

16 ГОСТ 12.1.019–79 Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 7 с.

17 ГОСТ 31463-2012. Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 3 с.

18 ГОСТ 31464-2012. Смеси яичные жидкие и сухие пищевые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 2 с.

19 ГОСТ 31491-2012. Мука из мягкой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 9 с.

20 ГОСТ 31654-2012. Яйца куриные пищевые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 7 с.

21 ГОСТ Р 52000–2002 Изделия макаронные. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 2 с.

22 ГОСТ Р 52377–2005 Изделия макаронные. Правила приемки и методы определения качества. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 3 с.

23 Кангельдиева, Г.К. Использование различных добавок для обогащения макаронных изделий: журнал/ Г.К. Кангельдиева.- М.: 2016, 5-6 с.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 59   |

24 Козлова, А.В. Альбом условных обозначений технологического оборудования / А.В. Козлова. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 108 с.

25 Мартиросян, В.В. Регулирование качества макаронных изделий из пшеничной муки с пониженными свойствами / В.В. Мартиросян, Н.В. Щеглова, Е.В. Жиркова, О.Н. Бердышникова, В.Д. Малкина // Хлебопечение. – 2011. Вып. 5. – №2 (9). – С. 13-14.

26 Матюхина, З.П. Товароведение пищевых продуктов: учебное пособие / З.П. Матюхина. – М.: Изд-во БЕК, 2004. – 145 с.

27 Медведев, Г.М. Технология макаронного производства: учебное пособие / Г.М. Медведев. М.: Изд-во Агропромиздат, 2000. – 272 с.

28 Медведев, П.В. Системный подход к формированию качества макаронных изделий / П.В. Медведев, В.А. Федотов, И.А. Бочкарева // Хлебопечение. – 2011. Вып. 1. – №6 (2). – С. 7.

29 Назаров, Н.И. Технология макаронных изделий: учебное пособие для студентов вузов / Н.И. Назаров. – Изд-во Академия, 1978. – 286 с.

30 Николаев, В.Н. Проектирование хлебопекарных, кондитерских и макаронных производств: учебное пособие / В.Н. Николаев, Т.А. Толмачева. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 192 с.

31 Османьян, Р.Г. Исследование структурно-механических свойств полуфабрикатов при производстве макаронных изделий с сухим яичным белком (влияние способа получения сухого яичного белка) / Р.Г. Османьян // Хлебпродукты. – 2009. Вып. 2. – № 5 (13). – С. 18-19.

32 Осипова, Г.А. Анализ сушки нетрадиционных макаронных изделий / Г.А. Осипова // Хлебпродукты. – 2011. Вып. 3. – №8 (3). – С. 7-8.

33 Осипова, Г.А. Использование комплексной добавки в производстве макаронных изделий / Г.А. Осипова // Хлебпродукты. – 2011. Вып. 2. – №4 (7). – С. 19-20.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
|      |      |          |         |      |                       | 60   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       |      |

34 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности. –

[http://ohranabgd.narod.ru/edaproiz\\_33.html](http://ohranabgd.narod.ru/edaproiz_33.html).

35 Подлесных, Н.В. Озимая твердая пшеница – лучшее сырье для макаронной промышленности: сборник трудов конференции/ Н.В. Подлесных, Л.М. Власова, Е.А.Купряжкина. – М.: Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент качества и безопасности, 2015. – 23 с.

36 Покровский, А.А. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / А.А. Покровский. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 228 с.

37 Ростов-на-Дону. - <https://ru.wikipedia.org>.

38 Садыгова, М.К. Нутовая мука в производстве макаронных изделий / М.К. Садыгова, Н.С. Шелубкова, Г.О Магомедова // Хлебопечение. – 2011. Вып. 6. – №2 (9). – С. 29-30.

39 Смирнова, Н. А. Товароведение зерномучных и кондитерских товаров: учебное пособие / Н.А. Смирнова, Л.А. Надеждина. – 2-е изд. – М.: Изд-во Академия, 1990. – 241 с.

40 СП 2.2.1/2.1.1.1200–03.Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

41 СП 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

42 СТО ЮУрГУ 04-2008. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / Составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 61   |

43 Тарасенко, С.С. Исследование активности ферментов макаронной муки высшего сорта / С.С. Тарасенко // Хлебопечение. – 2016. Вып. 7. – №2 (5). – С. 23-24.

44 Тарасенко, С.С. Реологические характеристики макаронной муки / С.С. Тарасенко, Н.П. Владимиров // Хлебопечение. – 2016. Вып. 5. – №2 (9). – С. 12.

45 Теплов, В.И. Товароведение продовольственных товаров: учебное пособие / В.И. Теплов, В.Е. Боряев. – 1-изд. – М.: Высшая школа 2008. – 76 с.

46 ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. – Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9.12.2011. – 242 с.

47 Трыкова, Т.А. Товароведение упаковочных материалов и тары: учебное пособие / Т.А. Трыкова. – М.: Изд-во Дашков и К, 2008. – 146 с.

48 Чалых, Т.И. Товароведение упаковочных материалов и тары для потребительских товаров: учебное пособие / Т.И. Чахлых, Л.М. Коснырева, Л.А. Пашкевич. – М.: Издательский центр Академия, 2004. – 368 с.

49 Чернов, М.Е. Справочник по макаронному производству: справочник / М.Е. Чернов, Г.М. Медведев, В.П. Негруб. – М.: Оборудование предприятий макаронной промышленности, 1988. - 264 с.

50 Черных, В.Я. Лабораторная информационно-измерительная система мониторинга динамики замеса пшеничного теста и прессования макаронных изделий / В.Я. Черных, К.А. Сарбашева, К.А. Степанюк, Е.В. Артемьева // Хлебопечение. – 2016. Вып. 1. – №9 (4). – С. 16-17.

51 Черных, В.Я. Принципы управления качеством макаронных изделий / В.Я. Черных // Хлебопечение. – 2015. Вып. 1. – №2 (5). – С. 11-12.

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 62   |

|      |      |          |         |      |                       |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------|------|
|      |      |          |         |      | 260100.2017.408 ПЗ КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                       | 63   |