

Министерство образования и науки Российской Федерации
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

_____ 2017г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ (И.Ю. Потороко)

_____ 2017 г.

Разработка макаронного цеха малой мощности

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–19.03.03.2017.293ПЗВКР

Консультанты (должность)

И.О.Ф

_____ 2017 г.

Руководитель работы (к.вет.н., доцент)

С.П. Меренкова

_____ 2017 г.

Автор работы

Студент группы МБ –572 з

_____ Т.С. Уличева

_____ 2017 г.

Нормоконтролер (к.т.н., доцент)

Н.В. Попова

_____ 2017 г.

Челябинск 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1 Характеристика и классификация макаронных изделий	8
1.2 Характеристика сырья макаронных изделий.....	10
1.3 Обзор рынка макаронных изделий в России.....	20
1.4 Инновационные технологии макаронной отрасли.....	26
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	31
2.1 Техничко-экономическое обоснование строительства макаронного предприятия.....	31
2.2 Характеристика мощности предприятия.....	33
3 ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	34
3.1 Описание технологических этапов производства макаронных изделий	34
3.1.1 Основные этапы производства макаронных изделий.....	34
3.1.2 Описание аппаратурно-технологической схемы приема, хранения и подготовки сырья к пуску в производство	37
3.1.3 Описание аппаратурно-технологической схемы производства длиннорезанных изделий	38
3.1.4 Описание аппаратурно-технологической схемы производства короткорезанных изделий.....	40
3.2 Определение фактической мощности предприятия, подбор оборудования ..	40
3.2.1 Выбор ассортимента макаронного цеха	40
3.2.2 Определение суточной производственной мощности цеха	42
3.2.3 Подбор и расчет количества основного технологического оборудования.....	44
3.2.4 Расчет производственной программы цеха.....	47

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

3.2.4.1	Расчет уточненной производственной мощности в ассортименте...	47
3.2.4.2	Расчет производственной программы в ассортименте.....	48
3.2.4.3	Составление недельного графика работы оборудования.....	50
3.2.5	Расчет производственных рецептов и составление технологических параметров.....	53
3.2.6	Расчет расхода основного сырья.....	58
3.3	Расчет оборудования для приема, хранения и подготовки основного сырья.....	59
3.4	Расчет накопителей-стабилизаторов.....	62
3.5	Расчет потребности в упаковочных материалах и таре.....	62
3.6	Расчет складских помещений.....	66
4	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	69
4.1	Общие понятия о технике безопасности.....	69
4.2	Анализ вредных и опасных факторов на предприятии.....	70
4.3	Профессиональные заболевания	71
4.4	Меры, направленные на устранение вредных и опасных факторов	72
4.5	Меры пожарной безопасности	74
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	77

ВВЕДЕНИЕ

Исторически доказано, что родиной макаронных изделий является Италия. Макаронными изделиями называются продукты, полученные из муки особого помола твердых пшениц (*Triticum durum*) – крупки или полукрупки путем замеса теста, его формования, разделки и последующей сушки.

Само слово «макароны» не итальянское, оно происходит от греческого прилагательного *macros* – длинный или *makares* – благословенный.

Фабричное производство макаронных изделий возникло в Италии в конце XVIII века, несколько позже – во Франции и Германии.

В данном производстве безраздельно господствовал ручной труд.

В России мелкое кустарное производство макаронных изделий возникло при Петре I, благодаря иностранным ремесленникам. Первая макаронная фабрика была зарегистрирована в 1797 году, в Одессе.

Развитие техники в XIX веке привело к замене конного привода на паровую машину, созданию механических тестокатов для обработки крутого макаронного теста, появлению мощных гидравлических прессов.

Дальнейшее развитие макаронного производства пошло и идет в настоящее время по пути совершенствования новых технологий и техники.

В России в конце прошлого столетия выработка макаронных изделий по некоторым данным составляла 680 тыс. т в год при потреблении на душу населения до 7 кг в год. По данным 2016 года, производство макаронных изделий в России составило 1655 тыс. т что свидетельствует о постоянном росте производства.

Макаронные изделия имеют ряд преимуществ перед наиболее распространенными продуктами питания. При хранении макаронные изделия не черствеют, как хлеб, и менее гигроскопичны по сравнению с сухарями, хорошо транспортируются и сохраняются (до года и более) без ухудшения вкусовых и питательных свойств. Макаронные изделия по пищевой ценности

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

превосходят пшеничный хлеб, так как изготавливают их из пшеничной муки с максимальным содержанием белковых веществ. В них содержится 9–13 % белков, 75–79 усвояемых углеводов, 0,9 жиров, 0,6 % минеральных веществ и витамины В₁, В₂, РР. Калорийность макаронных изделий составляет 360 ккал/100 г. Усвояемость их организмом человека выше усвояемости крупы. Белки макаронных изделий усваиваются на 85 %, углеводы – на 98 % и жиры на 95 %. Из них можно быстро приготовить блюдо, так как продолжительность их варки равна 5–15 мин.

Макаронные изделия следует изготавливать в соответствии с требованиями государственного стандарта с соблюдением, нормативных правовых документов, санитарных норм и правил, действующих на территории государства, принявшего стандарт, рецептур и технологических инструкций.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта макаронного цеха по производству короткорезанных и длиннорезанных изделий, малой мощностью.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

- изучение технологии производства макаронных изделий;
- рассмотрение основных нормативных требований к качеству сырья, готовой продукции, материалов и тары;
- обоснование производственной мощности;
- расчет рецептур и подбор технологических параметров;
- подбор и расчет технологического оборудования и компоновка его в машинно-аппаратурную схему;
- проведение необходимых технологических расчетов.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Характеристика и классификация макаронных изделий

Макаронные изделия – это пищевой продукт полученный смешиванием пшеничной муки и воды и высушиванием до влажности 13%.

Готовые изделия могут храниться более 1 года без заметных изменений свойств. В качестве обогатителей при выработке макаронных изделий используют яичные и сухие молочные продукты, а также различные овощные и фруктовые порошки. Макаронные изделия обладают высокой пищевой ценностью из-за значительного содержания углеводов и белков.

Макаронные изделия следует изготавливать в соответствии с требованиями ГОСТ 31743 [5] с соблюдением, санитарных норм и правил, нормативных правовых документов, действующих на территории государства, принявшего стандарт, рецептур и технологических инструкций.

В зависимости от вида используемой муки макаронные изделия подразделяются на группы: А, Б, В и на высший, 1-й и 2-й сорта:

– группа А – производят из муки твердой пшеницы высшего, 1 и 2 сортов (по ГОСТ 31463) [15];

– группа Б – производят из муки мягкой пшеницы высшего и 1 сортов (по ГОСТ 31491) [14];

– группа В – производят из муки пшеничной хлебопекарной высшего и 1 сортов (по ГОСТ Р 52189) [13];

В зависимости от способа формирования макаронные изделия подразделяют на резаные (тип которых формируется из ленты уплотненного теста ножом), прессованные (тип которых формируется путем продавливания через матрицу) и штампованные (тип которых формируется из ленты уплотненного теста штампом).

Макаронные изделия подразделяют на типы:

– трубчатые (сформованные в виде прямой или изогнутой трубки);

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР				

- нитевидные (сформованные в виде нитей, имеющих форму круга в поперечном сечении);
- ленточные (сформованные в виде нитей, имеющих форму овала в поперечном сечении);
- фигурные (сформованные в виде объемных или плоских фигур).

Макаронные изделия всех типов подразделяют на длинные (15–50 см) и короткие (1,5–15 см).

Длинные макаронные изделия могут быть одинарными (не имеющие изгибов) или двойными гнутыми (высушенные в подвешенном состоянии на бастунах, т.е. специальных приспособлениях для сушки изделий), а также сформованными в мотки, бантики и гнезда.

Массу и размеры длинных макаронных изделий, сформированных в мотки, бантики и гнезда, не ограничивают.

В зависимости от формы среза, диаметра изделия сечения, макаронные изделия делятся на подтипы и виды.

Трубчатые подразделяются на подтипы: макароны, рожки, перья; по размерам поперечного сечения – на виды: соломка – до 0,4 мм, обыкновенные – от 4,1 до 7,0 мм, любительские – от 7,1 мм и более; толщина стенки трубчатых макаронных изделий – до 2 мм.

Нитевидные макаронные изделия, подтип вермишель, по размерам поперечного сечения подразделяются на виды: паутинка – до 0,8 мм, обыкновенная – от 0,9 до 1,5 мм, любительская – от 1,6 до 3,5 мм.

Ленточные макаронные изделия, подтип лапша, по ширине подразделяются на виды: узкая – до 7,0 мм включительно, широкая – от 7,1 до 25,0 мм. Толщина лапши – до 2,0 мм.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.2 Характеристика сырья макаронных изделий

Для производства макаронных изделий основными видами сырья являются мука, получаемая размолотом зерна пшеницы и вода.

Все сырье, поступающее на производство должно соответствовать требованиям нормативной документации (ГОСТ, ТУ) и подтверждаться соответствующими документами о качестве (сертификатами качества). А все пищевые добавки должны соответствовать СанПиН и ГОСТ.

Мука. При изготовлении макаронных изделий используют пшеничную муку двух типов: макаронную и хлебопекарную. Макаронную муку получают при размолотом зерна твердой пшеницы (дурум) и зерна мягкой пшеницы. Макаронную муку вырабатывают следующих сортов: высший (крупка), первый (полукрупка), и второй. Допускается использование пшеничной хлебопекарной муки высшего и первого сортов. Мука, применяемая в макаронном производстве, должна соответствовать требованиям стандартов: высшего и первого сортов мука из твердой пшеницы (дурум) – ГОСТ 31463) [15]; мука из мягкой пшеницы высшего и первого сортов – ГОСТ 31491) [14]; мука хлебопекарная высшего и первого сортов – ГОСТ Р 52189) [13].

Качество муки оценивается по органолептическим (цвет, вкус, запах, содержание минеральных примесей) и физико-химическим (содержание сырой клейковины, содержание золы, крупнота помола, содержание металлопримесей, зараженность вредителями хлебных запасов) показателям.

Макаронная мука отличается от хлебопекарной большим содержанием сырой клейковины, золы, крупнотой помола и цветом.

В таблице 1 приведены органолептические и физико-химические показатели качества муки.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Таблица 1 – Требования к качеству пшеничной муки

Показатели	Нормы по типам помолов и сорта муки					
	Макаронная мука из твердой пшеницы по ГОСТ 31463		Макаронная мука из мягкой пшеницы по ГОСТ 31491		Хлебопекарная мука по ГОСТ 52189	
	крупка	Полукрупка	крупка	Полукрупка	Высший сорт	Первый сорт
1	2	3	4	5	6	7
Цвет	Светло-кремовый с желтым оттенком	Светло-кремовый	Белый с желтоватым оттенком	Белый с кремовым оттенком	Белый с кремовым оттенком	Белый с желтоватым оттенком
Запах	Свойственный муке из здорового зерна, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый			Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый		
Вкус	Свойственный муке из здорового зерна, без посторонних привкусов, не кислый, не горький			Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький		
Массовая доля золы в пересчете на СВ, %, не более	0,90	1,20	0,60	0,75	0,55	0,75

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Наличие минеральной примеси	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста					
Зараженность вредителями	Не допускается					
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	26	28	28	30	28	30
Качество сырой клейковины, усл.ед. прибора ИДК	50-105	50-105	50-100	50-100	Не ниже 2 группы	
Массовая доля влаги, %, не более	15,5	15,5	15,5	15,5	15,0	15,0
Крупность помола, %	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	2,0
Остаток на сите, из полиамидной ткани не более	№12,5 ПЧ – 240	№17,5 ПЧ – 180	№16 ПЧ – 200	№18,5 ПЧ – 180	из шелковой ткани или №43 №45/50 ПА	из шелковой ткани №35 или №36/40 ПА
Проход через сито из полиамидной ткани	40,0 N №24,7 ПЧ – 150	40,0 №45/50 ПА	25,0 №27 ПЧ – 120	50,0 №45/50 ПА	-	-

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

19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР

Лист

13

Макаронные свойства муки характеризуют вероятность получить из нее макаронные изделия неплохого качества. К таким свойствам относятся: количество клейковины, содержание каротиноидных пигментов, содержание темных вкраплений, крупнота помола.

Количество клейковины. Клейковина в макаронном производстве считается пластификатором, придающим крахмальным зернам текучесть, и связывающим веществом, соединяющим крахмальные зерна в единственную тестовую массу. Клейковина имеет два свойства: формовать тесто, продавливая его сквозь отверстия матрицы и удерживать данную форму.

Клейковинный каркас сформированный при прессовании теста, удерживает массу крахмальных зерен в выпрессовываемых сырых изделиях и упрочняется при сушке изделий, а при варке – фиксируется при денатурации клейковины.

При содержании сырой клейковины от 28 до 40 % показатели варочных свойств изделий улучшаются (возрастает время варки до готовности, коэффициенты увеличения массы, объема сваренных изделий, прочность сваренных изделий, уменьшаются потери сухих веществ изделий в процессе варки, их слипаемость). При уменьшении содержания сырой клейковины в муке ниже 28 % резко увеличиваются потери сухих веществ и слипаемость и снижается прочность сваренных из-за чрезмерного ослабления структуры изделий.

Содержание клейковины в муке определяет белковую ценность макаронных изделий и обуславливает вкус и аромат сваренных изделий. Наиболее приемлемой для производства макаронных изделий является мука с содержанием клейковины 30 % и более. Для производства коротких макаронных изделий нормального качества пригодна мука с содержанием клейковины 26–28 % при соблюдении правильных технологических режимов.

Глютенин и глиадин являются основными белковыми фракциями клейковины. Для макаронного производства наиболее ценной фракцией является глиадин его свойства определяют текучесть и связанность теста.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Впрочем, определенную роль выполняет и глютен, обуславливая необходимую упругость и эластичность сырых макаронных изделий.

При температуре 20–30 °С клейковина удерживает максимальное количество воды – примерно двукратное. При повышении температуры воды до 60 °С и более клейковина поглощает примерно в два раза меньшее количество воды. При замесе макаронного теста добавляют примерно 1/3 воды от массы муки, то есть лишь половину того количества воды, которое может связать и удержать клейковина. Повышение температуры приводит к изменению и другого свойства клейковины, особенно важного для макаронного производства, – снижению связующих свойств в результате денатурации. Данный процесс замедляется при снижении влажности клейковины. При влажности клейковины, характерной для макаронного теста, полная потеря ее связующих свойств наступает при 90 °С.

Содержание каротиноидных пигментов. Для производства макаронных изделий наиболее предпочтительна мука с высоким содержанием каротиноидов, так как каротиноидные пигменты придают макаронным изделиям приятный янтарно-желтый цвет. Это не означает, что мука, например, белого или кремового цвета не может быть использована в макаронном производстве, однако цвет изделий из нее будет менее привлекателен, и цена таких изделий должна быть ниже.

Содержание темных вкраплений. Присутствующие в муке частицы оболочек, зародыша, выступают на поверхности макаронных изделий в виде темных точек, ухудшая внешний вид изделий. Наличие в муке значительного количества периферийных частей зерна свидетельствует о повышенном содержании аминокислот и ферментов, в частности тирозина, фенилаланина полифенолоксидазы, участвующих в процессе потемнения макаронных изделий во время сушки.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Чем ниже сорт исходной муки, тем выше пищевая ценность изготовленных макаронных изделий – больше содержание белка, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон.

Крупнота помола (размер частиц муки). Размер частиц муки в пределах 150-400 мкм не оказывает заметного влияния на качество макаронных изделий. Размер частиц муки оказывает значительное влияние на ее водопоглотительную способность, следовательно, на физические свойства уплотненного теста и сырых изделий. Оптимальное соотношение пластичности и прочности имеет место при размерах частиц от 200 до 350 мкм. Крупка с такими размерами частиц наиболее благоприятна для производства макаронных изделий.

Вода. В макаронном производстве используют только питьевую воду, удовлетворяющую требованиям ГОСТ Р 51232 [4], СанПиН 2.1.4.1074) [21]. Вода должна быть бесцветной, прозрачной, без посторонних привкусов и запахов, не содержать органических примесей и болезнетворных микроорганизмов. Безопасность воды определяется общим числом микроорганизмов и числом бактерий группы кишечных палочек. Число микроорганизмов в 1 мл воды должно быть не более 100, число бактерий группы кишечных палочек в 1 л воды должно быть не более 3, число образующих колонии бактерий в 1 мл не должно превышать 50. В состав воды входят кальций, железо, магний, медь, марганец, цинк, сульфаты, полифосфаты, хлориды, карбонаты, влияющие на ее свойства.

Для изготовления теста можно использовать воду любой степени жесткости. Жесткость воды не оказывает влияния на качество макаронных изделий. Для обогрева водяных труб вода должна быть более мягкой, чтобы не образовалась накипь.

Жесткость воды делят на группы:

- очень мягкая (менее 1,5 мг экв);
- мягкая (должна быть от 1,5 до 4,0 мг экв);

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

- умеренная жесткая (должна быть от 4,0 до 8,0 мг экв);
- жесткая (должна быть от 8,0 до 12,0 мг экв);
- очень жесткая (должна быть более 12,0 мг экв).

Дополнительное сырье. К дополнительному сырью относят сырье, которое применяется для обеспечения органолептических и физико-химических свойств макаронных изделий.

Пищевые добавки – природные или искусственные вещества и их соединения, специально вводимые в макаронные изделия в процессе их изготовления с целью придания им определенных свойств и/или сохранения качества макаронных изделий.

К пищевым добавкам относятся:

- аскорбиновая кислота;
- лимонная кислота и ее соли;
- поверхностно-активные вещества (ПАВ);
- модифицированные крахмалы;
- гуаровая и ксантановая камеди;
- улучшители муки – пищевые добавки к муке, которые изменяют макаронные свойства сырья с целью получения изделий заданного качества.

Обогащающие добавки – сырье, используемое в процессе изготовления макаронных изделий для повышения их пищевой ценности.

К обогащающим добавкам относятся:

- яичные продукты (яичный порошок, меланж);
- молочные продукты (молоко сухое цельное, молоко сухое обезжиренное, нежирный творог);
- овощные продукты (томаты и продукты их переработки, морковь, шпинат и продукты его переработки);
- витамины (В₁, В₂ и РР).

Вкусоароматические добавки – пищевые добавки, вводимые в макаронные изделия в процессе их изготовления или упаковывания с целью придания им

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

определенных вкуса и аромата. К ним относятся различные овощи, пасты, порошки, соки и пюре.

Яичный порошок. Яичный порошок получают высушиванием яичной массы. Яичный порошок имеет порошкообразную структуру. Находящиеся в нем комочки должны легко раздавливаться. Цвет порошка светло-желтый, однородный по всей массе, вкус, запах, свойственные высушенному яйцу.

Согласно ГОСТ 30363 [23] массовая доля СВ должна быть не менее 95 %, содержание жира не менее 38 % на СВ (в пересчете на сухое вещество), белковых веществ не менее 45 % на СВ, массовая доля свободных жирных кислот в жире, в пересчете на олеиновую, не более 3,5 %, растворимость не менее 85 %.

На предприятие яичный порошок поступает упакованным в фанерные бочки или барабаны вместимостью до 25 кг, в жестяные банки или картонные короба.

Хранят порошок в чистых, хорошо вентилируемых помещениях при температуре не выше 20 °С – не более 6 месяцев, при температуре не выше 4 °С – не более 2 лет, относительной влажности воздуха не более 75 %.

Сухое молоко. Представляет собой порошок, полученный выпариванием цельного или обезжиренного коровьего молока. Качество сухого цельного молока и сухого обезжиренного устанавливает ГОСТ Р 52791 [10]. Вкус сухого молока должен быть свойственным пастеризованному молоку без посторонних привкусов и запахов, цвет – белым или светло-кремовым, влажность (в зависимости от тары) – от 4,0 до 5,0 %, содержание жира (в сухом цельном молоке) – не менее 26,0 %, в сухом обезжиренном – не более 1,5 %, кислотность – от 14 до 21 °Т, массовая доля молочного сахара в сухом обезжиренном молоке – от 47,0 до 54,0 %, в сухом цельном – от 36,0 до 40,0 %.

На производство сухое молоко поступает в бумажных мешках с полиэтиленовыми вкладышами, фанерно-штампованных бочках и картонных навивных барабанах. Сухое цельное молоко хранят в не распакованной таре

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

при температуре 1–10 °С и относительной влажности воздуха не более 85 % не больше 8 месяцев со дня изготовления, сухое обезжиренное молоко – при температуре 20 °С и относительной влажности воздуха не выше 75 % не более 3 месяцев со дня изготовления.

Творог. Согласно ГОСТ 31453 [16] – кисломолочный продукт, произведенный с использованием заквасочных микроорганизмов – лактококков или смеси лактококков и термофильных молочнокислых стрептококков и методами кислотной или кислотнo-сычужной коагуляции белков с последующим удалением сыворотки путем самопрессования и (или) прессования. В макаронном производстве используют нежирный творог.

По органолептическим и физико-химическим показателям нежирный творог должен удовлетворять следующим требованиям. Вкус и запах кисломолочные, без посторонних запахов и привкусов. Консистенция мягкая, допускается незначительное выделение сыворотки. Цвет белый или с кремовым оттенком. Влажность не более 80 %, кислотность не более 240 °Т.

Творог хранят в металлических флягах при температуре от минус 2 до плюс 8 °С и относительной влажности воздуха 80–85 %. Замороженный творог должен храниться в холодильниках при температуре от минус 14 до минус 18 °С.

Витамины. Витамины используют в макаронном производстве в качестве обогатительных добавок. Витамины должны отвечать двум основным требованиям: быть термоустойчивыми во время варки макаронных изделий и не терять своей ценности, а также растворяться в воде, чтобы было удобно вносить их при замесе теста. В макаронном производстве используют витамины В₁, В₂ и РР.

Витамин В₁ (тиамин). Имеет белый или бело-желтоватый оттенок, слабый характерный запах, легко растворяется в воде.

Витамин В₂ (рибофлавин). Кристаллический порошок желто-оранжевого цвета со слабым специфическим запахом и горьковатым вкусом. На свету

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

неустойчив – обесцвечивается. Малорастворим в воде, но хорошо растворяется в тех дозах, которые используются при замесе теста.

Витамин РР (никотиновая кислота). Белый кристаллический порошок без запаха, слабокислого вкуса. Хорошо растворяется в горячей воде. На предприятиях витамины следует хранить в сухом темном помещении в упакованном виде. Витамин В₁ необходимо хранить в стеклянной или пластмассовой таре, витамин В₂ – в банках оранжевого цвета.

Томатные продукты. Томатные продукты относятся к пищевым добавкам, придают им кисловатый вкус и красно-оранжевый цвет. В макаронном производстве из томатных продуктов используют концентрированные томатные продукты (пюре, паста) и томатный порошок.

Концентрированные томатные продукты. Представляют собой протертую и уваренную томатную массу. Согласно ГОСТ Р 54678 [22] концентрированные томатные продукты вырабатывают следующих видов: томатное пюре, томатная паста, томатный сок, категории «Экстра» и без обозначения категории. По внешнему виду концентрированные томатные продукты представляют собой однородную тонкоизмельченную массу мажущейся консистенции, без темных включений; цвет красный, красно-оранжевый или малиново-красный; вкус и запах ярко выраженные, свойственные концентрированной томатной массе, без горечи, пригара.

Содержание сухих веществ в томатном пюре может быть 12 %, 15 %, 20 %, в томатной пасте 25 %, 30 %, 35 %, 40 %, в томатной пасте соленой 27 %, 32 %, 37 %.

На предприятия концентрированные томатные продукты поступают упакованными в стеклянную или жестяную тару, алюминиевые тубы, металлические или деревянные бочки.

Хранят в сухих помещениях при температуре от 0 до 20 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. Томатная паста, упакованная в алюминиевые тубы, должна храниться при температуре от 0 до 5 °С, а

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

томатная паста соленая, упакованная в бочки, – при температуре от 0 до 12 °С и относительной влажности воздуха до 80 %. Срок хранения томатной пасты в тубах 6 месяцев, в бочках 1 год.

Порошок из томатопродуктов. Порошок после смешивания с водой должен обладать однородным по всей массе оранжево-красным цветом, приятным вкусом и запахом. В сухом виде допускается наличие слежавшихся комочков, рассыпающихся при легком надавливании.

Влажность порошка должна быть не более 7,5 %, крупность помола, следующая: проход через шелковое сито № 27 не менее 95 %, сход с этого сита не более 5 %.

Порошок поступает на предприятие расфасованным в банки из белой или черной лакированной жести. Его хранят при температуре не более 20 °С и относительной влажности воздуха не выше 75 % до 3 лет.

Порошок из шпинатопродуктов. Порошок после смешивания с водой может быть равномерно зеленым цветом, свойственными исходному сырью вкусом и ароматом. В сухом виде допускается наличие слежавшихся комочков, рассыпающихся при легком надавливании.

Влажность порошка должна быть не более 7,5 %, крупность помола, следующая: проход через шелковое сито № 27 не менее 95 %, сход с этого сита не более 5 %.

Порошок поступает на предприятие расфасованным в банки из белой или черной лакированной жести. Его хранят при температуре не более 20 °С и относительной влажности воздуха не выше 75 % до 3 лет.

1.3 Обзор рынка макаронных изделий в России

Макаронные изделия – весьма популярный и удобный продукт питания и входит в рацион практически любой семьи. Они обладают относительной пищевой ценностью, являются доступными по цене, достаточно быстро и легко готовятся, в сухом виде долго хранятся без изменения свойств, прекрасно

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

сочетаются с мясом, сыром, яйцами, овощами, различными соусами и приправами. Неслучайно макароны постоянно пользуются высоким спросом.

В Российской Федерации макаронную продукцию вырабатывают более 900 предприятий, суммарные производственные мощности которых составляют около 1,2 млн. тонн в год. По потреблению макаронных изделий Россия занимает 14-е место в мире (около 6 кг в год на душу населения), на первом месте находится Италия – около 28 кг [24].

В Российской Федерации в числе важнейших производителей в отрасли можно выделить: ООО «МАРЕВЕН ФУД СЭНТРАЛ» из Московской области, ПАО «ЛИМАК» из Липецкой области, ООО «ОБЪЕДИНЕНИЕ «СОЮЗПИЩЕПРОМ» из Челябинской области, ОАО «Макфа» из Челябинской области, ОАО «ЭКСТРА М» из Москвы.

Максимальные производственные мощности сосредоточены в Центральном федеральном округе, доля которого в общероссийском производстве макаронных изделий составляет (37 %). Второе место Уральский федеральный округ (26 %), третье – Приволжский федеральный округ (16 %).

На рисунке 1 приведена структура макаронных изделий по федеральным округам РФ.

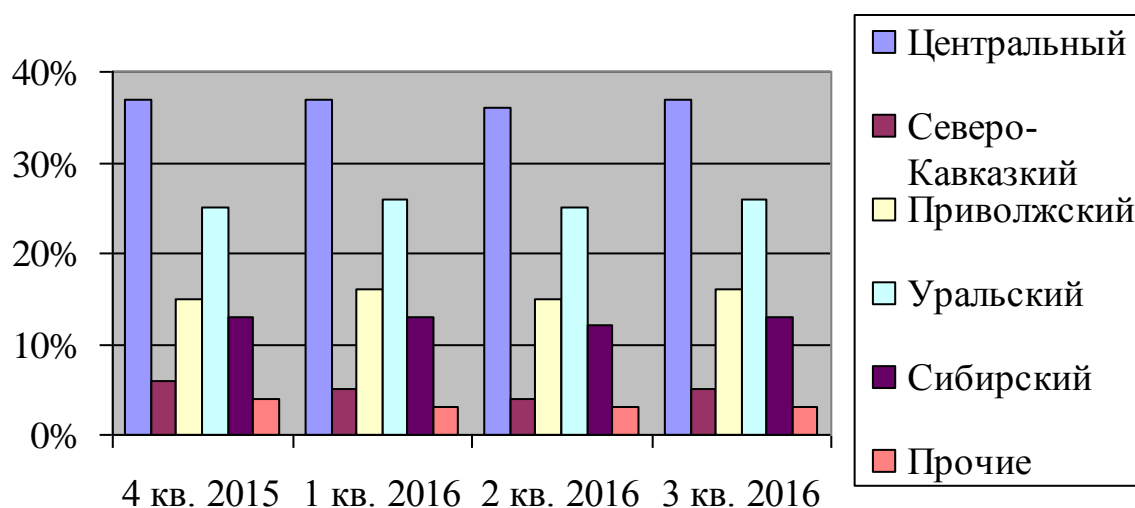


Рисунок 1 – Структура производства макаронных изделий по федеральным округам РФ во 4 кв. 2015 г. – 3 кв. 2016 г.

Объем производства макаронных изделий в январе-мае 2016 года сократился на 3 %. 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. Так, с 2014 года реальные доходы населения сокращались, произошел переход к сберегающей модели потребления и переориентация домохозяйств на более дешевые продукты. Это способствовало росту спроса на дешевые продукты питания, такие как макаронные изделия. В 2016 году производство макаронных изделий стало сокращаться. Причина тому – высокая насыщенность рынка и запасов (в том числе запасов населения), сформировавшихся из-за предельно высоких объемов производства в предыдущие годы. В 2015 году Россия стала мировым лидером по экспорту пшеницы, что объясняется рекордным урожаем. В перспективе влияние на развитие отрасли будут оказывать восстановительные процессы в экономике, которые приведут к росту активности и рентабельности предприятий, оживлению потребительского спроса.

В 2015 году среди студентов ЮУрГУ (г.Челябинск) проведено исследование на предмет требований потребителей макаронных изделий к качеству, форме и другим параметрам продовольственного продукта [8]. На вопрос «Какой формы вы чаще приобретаете макаронные изделия», заданный респондентам, последние ответили в следующем процентном соотношении: рожки – 43 %, лапшу – 13 %, ракушки – 31 %, вермишель – 13 %.

На рисунке 2 приведена диаграмма потребительского предпочтения по форме макаронных изделий в процентном соотношении.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

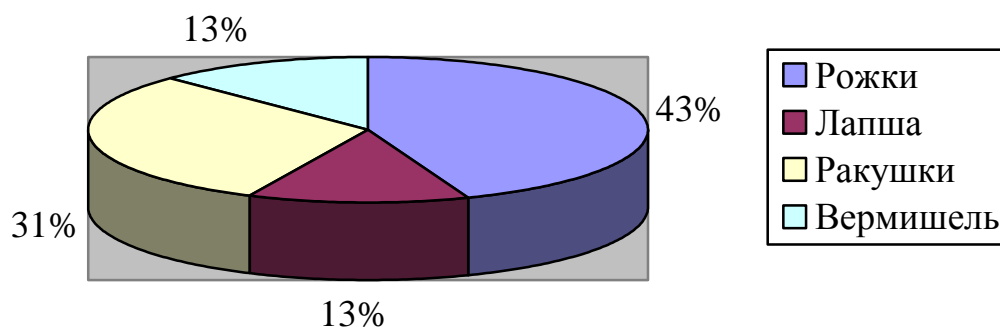


Рисунок 2 – Потребительское предпочтение по форме макаронных изделий

На вопрос «Какой размер денежной суммы вы в среднем тратите ежемесячно на приобретение макаронных изделий?» респонденты ответили в нижеследующем процентном соотношении: 2 % – не тратятся на покупку макаронных изделий вообще, 49 % – расходуют на их приобретение менее 100 руб., 49 % – тратят от 100 до 500 руб. На сумму 500 и более рублей в месяц макаронные изделия не приобретает никто из числа опрошенных.

На рисунке 3 приведена диаграмма ежемесячных потребительских затрат на покупку макаронных изделий.

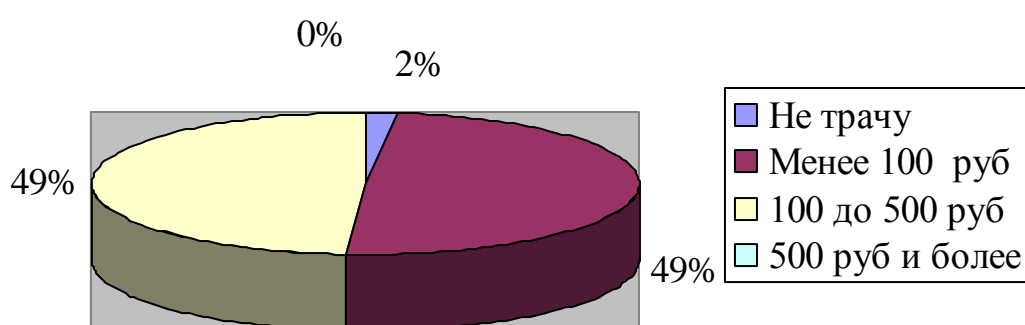


Рисунок 3 – Потребительские затраты на покупку макаронных изделий в течение месяца

На заданный респондентам вопрос «Как часто вы употребляете макароны?»

получены следующие данные: 65 % опрошенных употребляют макаронные изделия один раз в неделю, 20 % – 2–3 раза в неделю. При этом не получены сведения о лицах, употребляющих макароны ежедневно.

На рисунке 4 приведена диаграмма частоты употребления макаронных изделий потребителями.

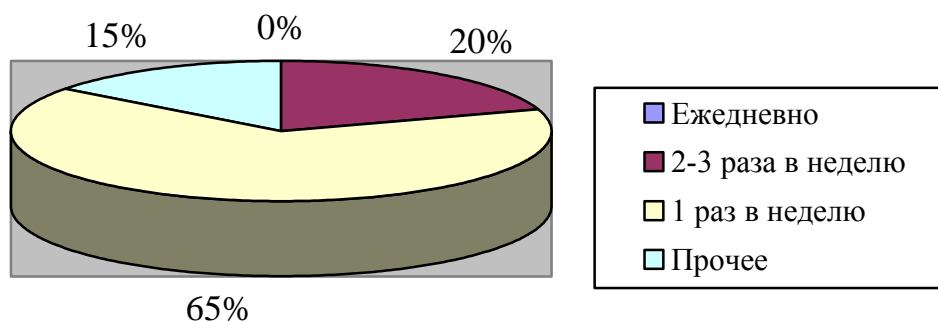


Рисунок 4 – Частота употребления макаронных изделий потребителями

На вопрос «Макароны каких фирм-производителей вы предпочитаете?» респонденты ответили в следующем процентном соотношении: 76 % – «Макфа», 3 % – Donna Vera, 5 % – Ferderici, 3 % – МКХП «СИТНО», 3 % – Щербинские, 10 % предпочитают иные марки макаронных изделий.

На рисунке 5 приведена диаграмма потребительского предпочтения по фирмам – производителям макаронных изделий.

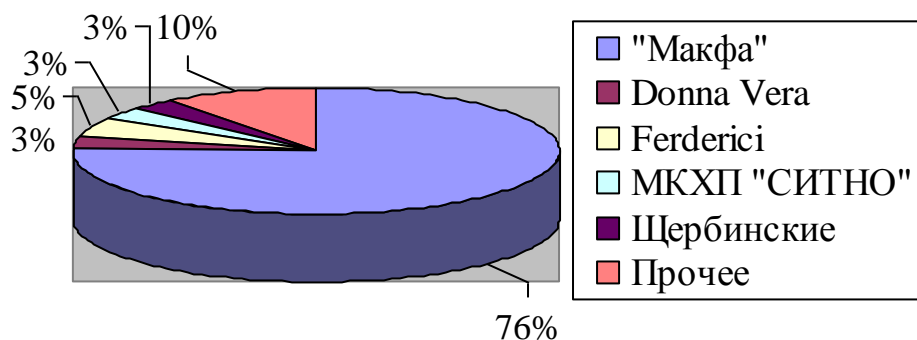


Рисунок 5 – Потребительские предпочтения по фирмам–производителям макаронных изделий

На вопрос «Чем вы руководствуетесь при выборе макаронных изделий?» опрошенные лица ответили в следующем соотношении. 54 % респондентов обращает внимание на качество макарон. Для 23 % от общего числа опрошенных важным фактором при покупке данного продукта является его стоимость. 12 % респондентов указали на форму изделия, как преимущественное значение при принятии решения о выборе вида макарон. Лишь 8 % опрошенных лиц сообщили, что обращают внимание на упаковку макаронных изделий.

На рисунке 6 приведена диаграмма признаков, располагающих потребителей к покупке макаронных изделий.

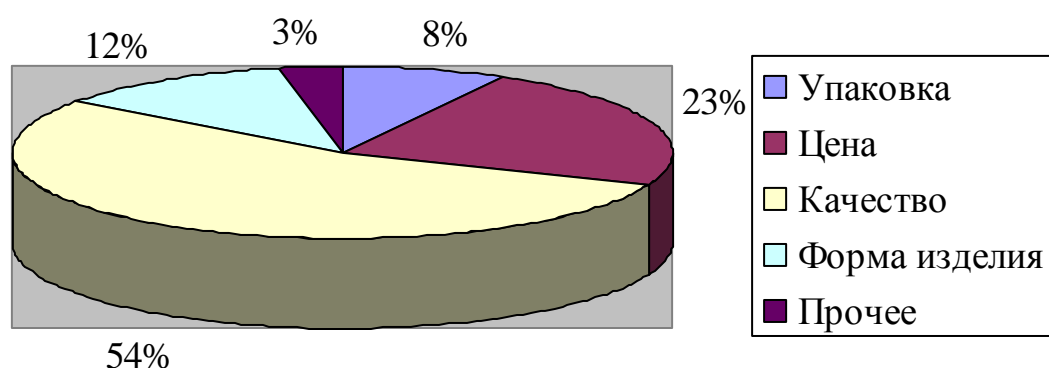


Рисунок 6 – Признак, располагающий потребителя к покупке макаронных изделий

На вопрос «Какой упаковке макаронных изделий вы отдаете предпочтение?» респонденты ответили следующим образом: 80 % приобретают макаронные изделия, упакованные в полимерную пленку 12 % – в картонную коробку и 8 % выбирают упаковку в виде бумажного пакета. Тем самым, можно сделать вывод, что упаковка действительно имеет большое значение для потребителя, а полимерная пленка является самой удобной для большинства населения.

На рисунке 7 приведена диаграмма потребительского предпочтения по материалу упаковки макаронных изделий.

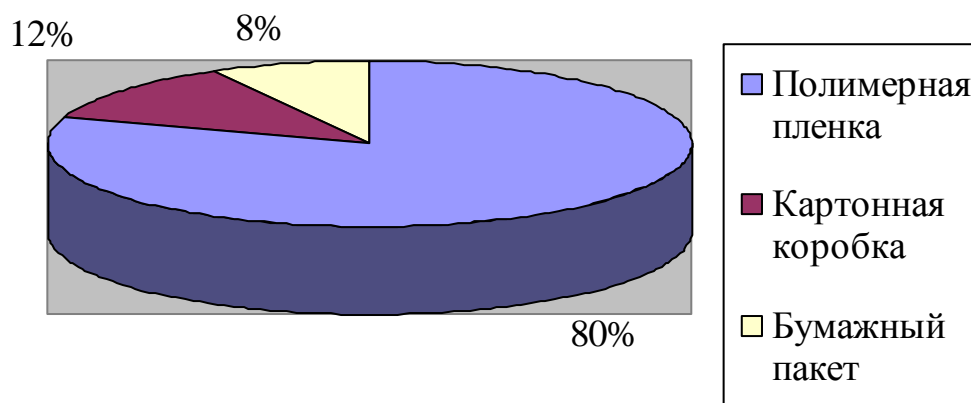


Рисунок 7 – Потребительские предпочтения по материалу упаковки макаронных изделий

Таким образом, анализ потребительских предпочтений макаронных изделий в городе Челябинске показал, что основными признаками, влияющими на выбор покупателей, являются: форма макарон, стоимость, качество, материал упаковки, частота употребления.

1.4 Инновационные технологии макаронной отрасли

Никем не оспаривается тот факт, что питание является важнейшим фактором внешней среды, от которого зависит правильное развитие, состояние здоровья и трудоспособность человека. Именно по этой причине организация питания населения на научно-гигиенической основе доведена в Российской Федерации до уровня общегосударственной задачи. Одним из основных направлений внутригосударственной политики органов исполнительной власти в нашей стране является формирование системы здорового питания населения, что нашло отражение в распоряжении «Основы государственной политики

Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года», утвержденном Правительством Российской Федерации 25 октября 2010 года [9].

В настоящее время разработка и реализация инновационных технологий производства макаронных изделий, которые характеризуются высокой пищевой ценностью, адаптированы к особенностям нарушения обмена веществ, благоприятно влияют на функциональное состояние органов пищеварения и метаболические процессы в человеческом организме, относится к числу перспективных направлений работы по улучшению здоровья населения и пресечению развития различного рода заболеваний.

По мнению ряда исследователей, наиболее рациональным способом производства функциональных продуктов в макаронной отрасли является использование натуральных ингредиентов растительного и животного происхождения, нетрадиционных для этого вида продуктов. Применение данного способа повышает пищевую ценность макарон, улучшает их органолептические и физико-химические показатели, создает новую группу сортов, интенсифицирует технологические процессы производства, повышает качество при переработке сырья с низкими макаронными свойствами, а также обеспечивает экономию основного и дополнительного сырья.

В настоящее время проанализированы результаты исследований, направленных на разработку новых технологий макаронных изделий с повышенным содержанием животного белка [3]. Созданы оригинальные экспериментальные установки для формования и сушки макарон в поле ультразвука.

Во время сушки не представляется возможным получить высококачественные макаронные изделия с повышенным содержанием (до 30 %) обогатительных добавок (например, говяжьей печени). Вместе с тем, длительная сушка и контакт продукта с кислородом легко окисляют жиры, что отражается в дальнейшем на качестве и вкусовых свойствах готовых изделий.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Применение высокой температуры и влажности при сушке макарон с обогатительными добавками в поле дозированного ультразвука позволило снять структурные напряжения, исключить повышенную кислотность и микробиологическую порчу, растрескивание, потерю формы и прочности готового продукта.

Установлено, что наиболее эффективным способом сушки макаронных изделий с говяжьей печенью является комбинированный энергоподвод при интенсивности ультразвука 140 дБ.

В целях повышения пищевой ценности макаронных изделий можно использовать муку из полбы – высокобелкового, малокалорийного злака, в котором содержится 18 незаменимых аминокислот [11].

Исследователи пришли к выводу, что в тесте, замешенном на муке из полбы, повысилось содержание сырой клейковины. Сыпучее тесто, изготовленное из муки полбы, хорошо заполняло прессующий шнек, поскольку мука из полбы увеличивает свою гидратационную способность и образует пластичное мелкокомковатое тесто.

Отформованные полуфабрикаты отличаются ровной гладкой поверхностью и сохраняют хорошую форму при резке. Применение муки из полбы повышает пластичность полуфабрикатов.

После варки изделия сохраняют форму и не слипаются, имеют упругую консистенцию, однотонный цвет, не крахмалистый вкус и запах, напоминающий ореховый.

Содержание белка в макаронных изделиях, при производстве которых использовалось 20 % муки из полбы, увеличивается на 5,24 % по сравнению с макаронами группы «В», относящейся к высшему сорту. Указанное количество белка удовлетворяет 15,72 % суточной потребности человеческого организма.

Содержание незаменимых аминокислот в изделиях, изготовленных на основе муки из полбы, также повысилось. В частности, увеличилось

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

количество лизина, что имеет немаловажное значение, поскольку для всех продуктов из пшеничной муки характерен дефицит лизина.

Учитывая изложенное, представляется целесообразным рекомендовать изготовителям применение полбяной муки при производстве макаронных изделий в целях повышения их пищевой ценности.

Получены результаты исследований, целью которых явилась разработка новых технологий производства макаронных изделий с применением пищевой биодобавки «Ламинар» для обогащения продукта йодом [19]. Проведен анализ влияния данной добавки на свойства клейковины и крахмала пшеничной муки, реологические показатели теста, качество готовых макаронных изделий, а также на сохранность йода в процессе производства и варки продукции.

Пищевая добавка «Ламинар» изготовлена на основе водоросли ламинарии, произрастающей в северной части Тихоокеанского побережья, в районе Приморского края. Она представляет собой порошок зелено-серого цвета, в котором содержатся липиды, глюканы, полисахариды, лигнины, пектины, ферменты, витамины (А, В₁, В₂, D, С, В₃, В₆, В₁₂, К, Е, РР). Количественное и качественное содержание макро- и микроэлементов в морских водорослях и крови человека схожи друг с другом, поэтому «Ламинар» можно расценивать как сбалансированный источник насыщения человеческого организма минеральными веществами, в первую очередь, йодом. Содержание йода в нем составляет 0,1 %.

Исследования показали, что при дозировке «Ламинара» в количестве 0,3 % к массе муки укрепляется сырая клейковина, а при дальнейшем увеличении дозировки добавки укрепление клейковины увеличивается.

Укрепление сырой клейковины зависит от наличия в составе порошка морских водорослей таких веществ, как альгиновая кислота, маннит, ламинарин, клетчатка (альвулеза), которые взаимодействуют с клейковинными белками, образуя, тем самым, белково-полисахаридные комплексы, вследствие чего является увеличение упругих свойств клейковины.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Вышеуказанная добавка может оказать определенное влияние и на другой основной компонент пшеничной муки – крахмал.

При применении добавки реакция крахмала с йодом ослабевает, подтверждением чего является снижение оптической плотности рабочего раствора. Данное обстоятельство также подтверждает возможность образования комплексов компонентов крахмала с какими-либо компонентами, входящими в состав «Ламинара».

В ходе исследования реологических свойств макаронного теста установлено существенное увеличение предельного напряжения сдвига на 12,5–36,7 %, что связано, не в последнюю очередь, с повышением упругих свойств сырой клейковины.

Сваренные макаронные изделия с применением добавки «Ламинар» имеют правильную форму, гладкую поверхность, упругую консистенцию, а также практически не слипаются. Цвет изделий меняется по мере увеличения дозировки добавки от белого до светло-зеленого. В процессе варки изделия слегка темнеют.

После варки макарон содержание йода в них составляет от 61,5 до 205 мкг на 100 г.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Техничко-экономическое обоснование строительства макаронного предприятия

Макаронный цех планируется проектировать в г. Магнитогорске.

Пищевая промышленность г. Магнитогорска представлена такими предприятиями как мясоперерабатывающее предприятие «Глория», фабрика кондитерских изделий «Русский хлеб», КХП «Ситно», Магнитогорский хлебокомбинат, Магнитогорский ликероводочный завод, Магнитогорский завод безалкогольных напитков, мясокомбинат «Сава».

КХП «Ситно» производит макаронные изделия групп А и В следующих видов: лапша, рожки, гребешки, перья, ракушки, трубочки, улитки, пружинки, спиральки, виток. Общее количество видов макаронных изделий – 15. Суммарная производственная мощность КХП «Ситно» по макаронным изделиям составляет 45 тысяч тонн в год [7].

В Магнитогорске реализуются макаронные изделия, вырабатываемые предприятием «Макфа» (г. Челябинск), производящая 180 тыс. тонн макаронных изделий в год. Данное предприятие имеет широкий ассортимент изделий: классические макаронные изделия, томатные, шпинатные, изделия из цельносмолотой муки, изделия для детского питания, макаронные изделия с минимальным временем варки. Ввиду широкого ассортимента и большой производственной мощности предприятий-конкурентов, проектировать предприятие средней или большой мощности в г. Магнитогорске является экономически необоснованным. В связи с этим, актуальным будет проектирование макаронного цеха малой мощности производительностью до 1,5 тыс. тонн в год или около 5 т/сут.

При расчете мощности предприятия устанавливают резерв производственной мощности на период остановок оборудования на капитальный и профилактический ремонт или на случай временного

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

увеличения спроса на макаронные изделия в разные дни недели и года. В связи с этим принимается коэффициент использования мощности макаронного цеха равный 0,9

Для расчета мощности макаронного цеха устанавливают коэффициент прироста населения, который определяется на 10 лет при ежегодном увеличении населения 3 %.

Численность населения в n-году рассчитываем по формуле:

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

где T – численность населения в n-ом году, человек;

E – прирост населения за год (3 %);

n – перспектива лет (10 лет).

Численность населения в г. Магнитогорске в 2016 г. составила 417563 человек. К 2026 г. население увеличится:

$$T_1 = 417563 \times \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{10} = 559534 \text{ человек}$$

Определяем численность населения через прогнозируемый период времени:

Необходимая суммарная годовая мощность цехов города (на перспективу 10 лет при норме потребления – 8 кг/год макаронных изделий на душу населения в год, коэффициент использования производственной мощности K = 0,9):

$$M = \frac{T_1 \times n}{K \times 1000}, \quad (2)$$

где M – мощность проектируемого предприятия;

T₁ – численность населения;

n – норма потребления изделия на душу населения, 8 кг/год;

K – коэффициент производственной мощности (K=0,9).

$$M = \frac{559534 \times 8}{0,9 \times 1000} = 4973 \text{ т/год}$$

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР				

Эту суммарную мощность покрывают перечисленные предприятия.

Таким образом, мощность макаронного цеха не более 1000 т/год удовлетворит потребность населения в макаронных изделиях на перспективу в 10 лет.

2.2 Характеристика мощности предприятия

На территории проектируемого цеха расположены производственный корпус, административно-бытовой корпус, склад БХМ, автовесы, мусоросборники.

Производственный корпус запроектирован одноэтажным.

Административно-бытовой корпус одноэтажный и соединен с производственным наземной переходной галереей.

Мукой из твердых сортов пшеницы (крупка и полукрупка) предприятие планируется снабжать с КХП «Ситно». Мука на предприятие доставляется автомуковозами и хранится в силосах.

Для выпуска макаронных изделий проектом предусмотрены 2 линии: Макиз-02-200 для выработки короткорезанных изделий, и линия фирмы «Бюлер» для выработки длиннорезанных изделий.

Водой предприятие планируется снабжать с городского водоканала. Канализационные стоки планируется отводить в городские канализационные сети.

Электроэнергию предприятие будет получать от городской ТЭЦ. Снабжение природным газом производится от городской сети.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

3 ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Описание технологических этапов производства макаронных изделий

3.1.1 Основные этапы производства макаронных изделий

Технологический процесс производства макаронных изделий состоит из следующих этапов:

- 1) подготовка сырья к пуску в производство;
- 2) замес макаронного теста;
- 3) прессование теста;
- 4) разделка сырых макаронных изделий;
- 5) сушка;
- 6) охлаждение;
- 7) отбраковка и упаковывание готовых макаронных изделий.

Подготовка сырья. Подготовка муки заключается в ее просеивании, отделении от нее металломагнитной примеси, подогреве до температуры не ниже 10 °С, смешивании разных партий в соответствии с указаниями лаборатории фабрики.

Подготовка воды заключается в ее подогреве в теплообменном аппарате и смешивании ее с холодной водой до достижения нужной температуры для замеса теста.

Если используются добавки, то их подготовка заключается в смешивании с водой, предназначенной для замеса теста. Если используются куриные яйца, то их обрабатывают в четырехсекционной ванне, а меланж размораживают.

Замес макаронного теста. Процесс приготовления теста складывается из дозирования ингредиентов (муки, воды и добавок) и замеса теста. В зависимости от влажности теста различают следующие типы замесов: твердый (28–29 %), средний (29,1–31 %), мягкий (31,1–32,5 %). В зависимости от температуры воды, добавляемой при замесе макаронного теста, различают

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

также три типа замеса: горячий (75–85 °С), теплый (55–65 °С), холодный (не ниже 30 °С).

Рецептурные компоненты, предназначенные для замеса, вводят при помощи дозаторов, которые непрерывно подают муку и воду в месильное корыто прессы в соотношении примерно 3:1. Если используют добавки, их вносят в смеси с водой, предназначенной на замес теста.

В месильном корыте происходит перемешивание муки и воды, увлажнение и набухание частиц муки. Макаaronное тесто называется «тестом» условно, поскольку в отличие от хлебного или бисквитного оно к концу замеса представляет собой не сплошную связанную массу, а множество увлажненных разрозненных комков и крошек.

Прессование теста. При прессовании из мелкокрошковатого теста происходит формирование однородной связанной вязкопластичной массы, которой затем придают нужную форму. Формование теста осуществляется продавливанием его через фильеры (отверстия) матрицы. Форма отверстий определяет форму выпрессовываемых сырых изделий (полуфабриката).

Разделка сырых изделий. После формования выпрессовываемые изделия нарезаются на отрезки нужной длины, при этом происходит обдувание их воздухом и таким образом изделия подготавливаются к сушке. В зависимости от вида изделий и сушильного оборудования подготовка к сушке заключается в раскладывании сырых изделий на сетчатые транспортеры, рамки или в кассеты, либо в развешивании длинных пряжей сырых изделий на сушильные жерди – бастуны.

Для предотвращения слипания сырых изделий между собой и прилипания их к сушильным поверхностям изделия перед резкой или в процессе резки интенсивно обдуваются воздухом для получения на их поверхности подсушенной корочки.

Сушка изделий. Сушка изделий призвана закрепить форму изделий и предотвратить их микробиологическую порчу в дальнейшем. Это наиболее

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

длительная и ответственная стадия технологического процесса, от правильности проведения которой зависит в первую очередь прочность изделий. Сушка при жестких режимах приводит к растрескиванию сухих изделий, а очень медленная сушка может привести к закисанию и плесневению изделий. Сушка осуществляется путем обдувания сырых макаронных изделий воздухом с определенной температурой и относительной влажностью. Такой способ сушки называется конвективным.

В настоящее время в зависимости от температуры воздуха используют три основных режима конвективной сушки макаронных изделий:

- 1) традиционные низкотемпературные (НТ) режимы, когда температура сушильного воздуха не превышает 60 °С;
- 2) высокотемпературные (ВТ) режимы, когда температура воздуха на определенном этапе сушки достигает 70...90 °С;
- 3) сверхвысокотемпературные (СВТ) режимы, когда температура воздуха превышает 90 °С.

При сушке происходит снижение влажности макаронных изделий до 13,5–14 % за счет перемещения влаги из внутренних слоев к внешним, превращение этой влаги в пар и удаление пара с поверхности изделий сушильным воздухом, увеличение прочности макаронных изделий и потеря пластичности, сокращение линейных размеров изделий на 6–8 % (так называемая усадка).

Охлаждение высушенных изделий. После выхода макаронных изделий из сушилки, они охлаждаются до температуры воздуха упаковочного отделения.

Если макаронные изделия упаковывать без охлаждения, то испарение влаги будет продолжаться в упаковке, что приведет к уменьшению массы упакованных изделий, а при влагонепроницаемой упаковке – к конденсации влаги на ее внутренней поверхности.

При охлаждении (стабилизации) происходит окончательное выравнивание влажности по всему объему изделий, рассасывание внутренних напряжений

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

сдвига, которые могли остаться после сушки, снижение влажности изделий на 0,5–1 % за счет испарения влаги.

Охлаждать изделия следует медленно воздухом с температурой 25–30 °С и относительной влажностью 60–65 %.

В настоящее время для охлаждения макаронных изделий применяют специальные бункера или камеры, которые называют бункерами-стабилизаторами.

Отбраковка изделий происходит после их охлаждения. Отбраковка необходима для удаления изделий, которые не отвечают требованиям стандарта. После отбраковки изделия упаковывают.

Упаковывание. Макароны изделия могут упаковывать в мелкую тару (коробочки, пакеты) вручную или фасовочными машинами, либо насыпью в крупную тару (короба, ящики, многослойные бумажные мешки).

3.1.2 Описание аппаратурно-технологической схемы приема, хранения и подготовки сырья к пуску в производство

Мука на предприятие доставляется в автомуковозах (поз. 1) и через приемный щиток (поз. 2) по трубопроводам (поз. 5) подается на хранение в силоса (поз. 6) с помощью аэрозольтранспорта. Масса муки контролируется с помощью тензометрических весов (поз. 3). Для ввода муки в трубопровод служат роторные питатели (поз. 4). Для изменения направления движущегося потока аэросмеси в мукопроводах, предназначены переключатели (поз. 7, 10). Каждый силос снабжен фильтром-разгрузителем (поз. 8). Перед пуском в производство мука просеивается через просеиватель (поз. 9) и подается в производственные бункера (поз.11), а оттуда – на производственные нужды с помощью шнека (поз. 12).

Вода, предназначенная для замеса теста, хранится в сборнике (поз. 13). Подогревается в теплообменных аппаратах и смешивается с холодной водопроводной водой до температуры, указанной в рецептуре.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

3.1.3 Описание аппаратурно-технологической схемы производства длиннорезанных изделий

Макаронный пресс ТПР (поз. 14) включает в себя дозаторы для муки и воды, тестосмеситель однокорытный с двумя валами, устройство для вакуумирования теста типа ФАУ, располагающееся в конце тестосмесителя, прессующий шнек.

Рецептурные компоненты (мука и вода) из дозаторов непрерывно поступают в однокорытный тестосмеситель, после окончания процесса замеса тесто проходит через вакуумное устройство и подается в прессующую камеру. Из прессующей камеры тесто при помощи прессующего шнека нагнетается в тубус.

Из шнекового цилиндра в предматричную камеру уплотненное пластичное тесто поступает по восьми трубам следующим образом: тесто из шнекового цилиндра разделяется сначала на две трубы, затем из каждой трубы – еще на две, далее из каждой трубы – еще на две трубы. Все трубы смежные и имеют одинаковые длину и диаметр, поэтому тесто до предматричной камеры проходит одинаковый путь и преодолевает одинаковое сопротивление.

Для развешивания выпрессованных сырых изделий в линии предназначен двойной саморазвес (поз. 15). Саморезвес предназначен для развешивания изделий на бастуны, обдувания сырых прядей воздухом, отрезания и подравнивания прядей, передачи их в предварительную сушилку. Пряди сырых макаронных изделий, выходящие из матрицы, входят в саморазвес, разделяются на две пряди и одновременно развешиваются на два бастуна. Далее прядь отрезается ножами на отрезки нужной длины. Отрезанные пряди свободно свисают с обеих сторон бастунов. После окончания развешивания специальные ножи подравнивают нижние концы прядей. Образующиеся обрезки возвращаются в тестомесильное корыто пресса. После развешивания изделий на бастуны, они отрезаются и подравниваются.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Сушилка ТДС состоит из трех зон: зона I (поз. 16) предназначена для предварительной сушки изделий, зоны II (поз. 17) и III (поз. 17) – для окончательной сушки. Сушка изделий в каждой зоне осуществляется на трех ярусах. Продолжительность сушки в зоне I (поз. 16) составляет 2,5 ч, при этом влажность изделий снижается на 10%. Продолжительность сушки в зоне II (поз. 17) составляет до 8 ч, при этом влажность изделий снижается на 6%. Продолжительность сушки в зоне III (поз. 17) составляет до 6 ч, при этом влажность изделий снижается на 2%. В зонах II и III попеременно расположены вентилируемые и невентилируемые участки, т.е. изделия попеременно проходят участки сушки и отволаживания.

Из последней зоны сушилки изделия поступают в стабилизатор-накопитель (поз. 19). Накопитель состоит из шести элементов и имеет семь ярусов. Бастуны с изделиями загружаются на ярус накопителя с помощью специального шагового механизма. Такой же механизм осуществляет съём бастунов с изделиями с яруса.

Съём изделий с бастунов и резка изделий на 2-3 части осуществляется машиной для съема изделий с бастунов и их резки (поз. 21).

Разрезанные изделия через специальное устройство попадают на распределительную систему, смонтированную над расфасовочным автоматом.

Порожние бастуны через магазин бастунов (поз. 22) и специального транспортера (поз. 18) поступают обратно к саморазвесу на загрузку.

Отрезанные дужки размалываются на мельнице (поз. 20) и по мукопроводу поступают в виде крупки на замес теста.

Упаковка макаронных изделий в коробки осуществляется на упаковочном автомате (поз. 24), куда изделия подаются с помощью скребкового транспортера (поз. 23). Пачки с макаронными изделиями укладываются на производственном столе (поз. 25) в гофрокороба. Гофрокороба оклеиваются на оклеивающей машине (поз. 26), составляются в штабель на деревянный поддон (поз. 27) и отправляются на склад готовой продукции.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

3.1.4 Описание аппаратурно-технологической линии производства короткорезанных изделий

Мука и вода с помощью дозатора, непрерывно и равномерно дозируются в бункер замеса пресс-автомата Макиз-02 (поз. 28) где происходит вакуумирование теста, что позволяет удалить воздух из рыхлой массы. Замешенное тесто подается в прессующие головки, где ножи отрезают необходимые по длине (форме) изделия.

Линия сушки С-109-03 включает в себя трехсекционную конвейерную сушилку (поз. 29), которая предназначена для высокотемпературной сушки макаронных изделий с обработкой паром. Продолжительность сушки составляет от 25 до 30 минут.

Загрузка макаронных изделий осуществляется с помощью транспортера-укладчика на транспортерную ленту линии сушки.

После выгрузки макаронных изделий из конвейерной сушилки они подаются пневмотранспортером в бункер-стабилизатор (поз. 30), где выдерживаются не менее 5 часов. Далее макаронные изделия фасуются в потребительскую тару (картонные коробки) на упаковочном автомате (поз. 32), куда поступают с помощью транспортера (поз. 31). После этого пачки укладываются в гофрокороба на производственном столе (поз. 33). Гофрокороба оклеиваются на оклеивающей машине (поз. 34), составляются на деревянный поддон (поз. 35) в штабель и поступают на склад готовой продукции.

3.2 Определение фактической мощности предприятия, подбор оборудования

3.2.1 Выбор ассортимента макаронного цеха

В зависимости от формы макаронные изделия подразделяются на типы: трубчатые, нитевидные, ленточные, фигурные. В зависимости от сорта

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

используемой муки на сорта: высший, первый и второй. Подбор ассортимента макаронных изделий следует проводить в соответствии с возможностями основного оборудования и рекомендациями, приведенными в инструкции по технологическому проектированию предприятий макаронной промышленности.

Примерный состав по видам макаронных изделий:

1) в зависимости от сорта муки:

- макаронные изделия из муки первого сорта – 25–30 %;
- макаронные изделия из муки высшего сорта – 70–75 %;

2) по типу макаронных изделий:

- трубчатые (макароны) – 40 %;
- нитевидные (вермишель) – 30–35 %;
- ленточные (лапша) – 5–10 %;
- рожки, перья – 8–10 %;
- фигурные (ракушки, суповые засыпки и улитки) – 10–12 %;

3) с обогатителями – 10–15 %.

При выборе ассортимента проектируемого цеха учитывалась необходимость обеспечения населения широким ассортиментом макаронных изделий, пользующихся спросом в данном регионе, возможность использования местного сырья. В связи с этим был принят следующий ассортимент вырабатываемых изделий: макароны соломка, вермишель, вермишель паутинка, лапша, рожки, перья, лодочки. Макароны изделия производятся с использованием муки из твердых сортов пшеницы. Ассортимент макаронных изделий приведен в таблице 2.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Таблица – 2 Ассортимент макаронных изделий

Наименование изделий	Количество изделий по видам, %
Длиннорезанные изделия:	
– макароны соломка Ø 3,6 мм (в/с)	18
– вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм (в/с)	9
– вермишель любительская Ø 1,8 мм (в/с)	9
– лапша широкая (в/с)	9
Итого:	45
Короткорезанные изделия:	
– рожки обыкновенные (в/с)	18
– перья любительские (в/с)	18
– лодочки (1с)	7
– лапша узкая (1с)	5
– вермишель паутинка (1с)	7
Итого:	55
Всего:	100

3.2.2 Определение суточной производственной мощности цеха

Суточная производственная мощность цеха определяется исходя из ее годовой производственной мощности и годового фонда рабочего времени по формуле:

$$P_{\text{сут}} = \frac{P_{\text{год}} \times C}{T \times 100}, \quad (3)$$

где $P_{\text{сут}}$ – производительность в т/сутки;

$P_{\text{год}}$ – производительность в т/год;

C – количество изделий группы изделий, %;

T – годовой фонд рабочего времени в днях.

$$P_{\text{сут}} = \frac{1000 \times 100}{304 \times 100} = 3,28 \approx 3,3 \text{ т/сут}$$

Годовой фонд рабочего времени принимается в зависимости от вида основного технологического оборудования, на котором планируется выпуск изделий каждой группы.

Годовой фонд составляет для автоматизированных линий – 304 дня (6992 час), для поточно-механизированных линий – 248 дней (5706 час).

Годовой фонд рабочего времени приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Годовой фонд рабочего времени основных линий

Наименование дней в году	Количество дней
Календарные дни	365
Нерабочие дни:	
– остановка на капитальный ремонт	28
– остановка в праздничные дни	8
– остановка на профилактику	22
– остановка на санитарную зачистку	3
Итого нерабочих дней	61
Рабочие дни	304

На основании суточной мощности фабрики по отдельным группам изделий рассчитывается суточная мощность по видам изделий. Пример расчета суточной производственной мощности фабрики в ассортименте представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Суточная производственная мощность фабрики в ассортименте

Наименование изделий	Производственная мощность	
	т/сут	%
1	2	3
Длиннорезанные изделия:		
– макароны соломка Ø 3,6 мм (в/с)	0,6	18
– вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм (в/с)	0,3	9
– вермишель любительская Ø 1,8 мм (в/с)	0,3	9
– лапша широкая (в/с)	0,3	9
Итого:	1,5	45

Окончание таблицы 4

1	2	3
Короткорезанные изделия:		
– рожки обыкновенные (в/с)	0,6	18
– перья любительские (в/с)	0,6	18
– лодочки (1с)	0,24	7
– лапша узкая (1с)	0,15	5
– вермишель паутинка (1с)	0,24	7
Итого:	1,83	55
Всего:	3,3	100

3.2.3 Подбор и расчет количества основного технологического оборудования

Подбор основного технологического оборудования для производства каждой группы макаронных изделий осуществляется в зависимости от объёма производства (суточной производственной мощности по данной группе изделий) и принятого ассортимента.

Для производства макаронных изделий предусматривается 2 линии:

1) для выпуска длинорезанных макаронных изделий – линия фирмы «Бюлер» (производительность пресса по сухим изделиям 155 кг/ч) [18]. Даная линия состоит из следующих машин и аппаратов: шнековый макаронный пресс ТПР с системой вакуумирования; саморазвес ТСС; сушилку ТДС с тремя зонами сушки и регулятором температуры и относительной влажности воздуха; укладчик и стабилизатор-накопитель изделий ТА; машину ТСК для съема изделий с бастунов и их резки; магазин бастунов ТАС.

2) для выпуска короткорезанных изделий – линия Макиз–02–200 (производительность пресса по сухим изделиям 200 кг/ч) [18]. Данная линия включает: пресс-автомат Макиз-02, линию сушки конвейерного типа С-109-03, пневмотранспортер, транспортер-укладчик, бункер-стабилизатор, бункер-накопитель.

Производительность линии определяется производительностью ведущего оборудования. Ведущим оборудованием в макаронной промышленности является пресс.

Фактическая суточная производительность линии по выпуску макаронных изделий определяется по формуле:

$$P_{\text{сут}} = P_{\text{пр}} \times K \times \tau, \quad (4)$$

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

K – коэффициент использования оборудования, принимаем равным 0,9;

τ – время работы линии, ч.

Режим работы макаронного цеха односменный, продолжительность смены – 11,5 ч.

Фактическая суточная производительность линии «Бюлер»:

$$P_{\text{сут}} = 155 \times 0,9 \times 11,5 = 1604,3 \text{ кг/сут}$$

Фактическая суточная производительность линии Макиз-02-200:

$$P_{\text{сут}} = 200 \times 0,9 \times 11,5 = 2070 \text{ кг/сут}$$

Необходимое количество поточных линий для выработки изделий каждой группы определяется по формуле:

$$x = \frac{P_{\text{сут}}}{P_{\text{тех}}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{сут}}$ – суточная производственная мощность, т/сут;

$P_{\text{тех}}$ – техническая норма производительности единицы оборудования, т/сут готовых изделий.

Расчет основного технологического оборудования сводится в таблицу 5.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Таблица – 5 Подбор технологического оборудования

Наименование группы изделий	Производительная мощность, т/сут	Наименование оборудования, марка	Технологическая норма производительности единицы оборудования, т/сут	Необходимое количество оборудования, шт
Длинные изделия	1,5	Линия «Бюлер»	1,61	0,93 ≈ 1
Короткие изделия	1,8	Линия Макиз-02-200	2,07	0,9 ≈ 1

Технические характеристики производственных линий представлены в таблицах 6, 7.

Таблица 6 – Техническая характеристика линии «Бюлер»

Наименование характеристики	Значение
Производительность, кг/ч	до 155
Сушилка ТДС-1 (зона I)	
Расход электроэнергии, кВт	5,2
Количество бастунов в сушилке, шт	286
Длина сушилки, мм	4417
Сушилка ТДС-5 (зона II)	
Расход электроэнергии, кВт	9,3
Количество бастунов в сушилке, шт	938
Длина сушилки, мм	9617
Сушилка ТДС-3 (зона III)	
Расход электроэнергии, кВт	3
Количество бастунов в сушилке, шт	636
Длина сушилки, мм	7017

Таблица 7 – Техническая характеристика линии Макиз-02-200

Наименование характеристики	Значение
Пресс Макиз-02-200	
Производительность, кг/ч	200
Расход воды на охлаждение, л/мин	1,5–2
Расход воды на замес 1 кг теста, л	0,3
Давление прессования, МПа	0,1–0,63
Установленная мощность, не более, кВт	14
Питающее напряжение, В/Гц	380/50
Количество обслуживающего персонала, чел	1
Габариты, мм:	1950x750x1860
Масса, кг	550
Сушилка конвейерная С-109-03	
Производительность, кг/ч	200
Диапазон рабочих температур, °С	70–120
Продолжительность сушки, мин	25–30
Потребляемая мощность, кВт	44
Электропитание, В/Гц	380/50
Затраты электроэнергии на 1 кг высушенной продукции, кВт	0,22
Габаритные размеры, мм	6400x1300x1500

3.2.4 Расчет производственной программы цеха

3.2.4.1 Расчет уточненной производственной мощности в ассортименте

Расчет производственной программы фабрики включает: расчет уточненной производственной мощности в ассортименте; расчет производственной программы в ассортименте; составление недельного графика работы оборудования.

Уточненная производственная мощность фабрики по группам изделий рассчитывается исходя из принятого количества основного технологического оборудования и его технической нормы производительности.

Уточненная производственная мощность фабрики в ассортименте представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Уточненная производственная мощность фабрики в ассортименте

Наименование изделий по группам и видам	Уточненная производственная мощность	
	кг/сут	%
Длиннорезанные изделия:		
– макароны соломка Ø 3,6 мм (в/с)	641,72	17,46
– вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм (в/с)	320,86	8,73
– вермишель любительская Ø 1,8 мм (в/с)	320,86	8,73
– лапша широкая (в/с)	320,86	8,73
Итого:	1604,3	43,7
Короткорезанные изделия:		
– рожки обыкновенные (в/с)	724,5	19,71
– перья любительские (в/с)	724,5	19,71
– лодочки (1с)	248,34	6,76
– лапша узкая (1с)	155,25	4,22
– вермишель паутинка (1с)	217,41	5,91
Итого:	2070	56,3
Всего	3674,3	100

3.2.4.2 Расчет производственной программы в ассортименте

Фактическая производственная мощность или производственная программа в ассортименте определяется на основании уточненной производственной мощности с учетом так называемых переводных коэффициентов. Следует иметь в виду, что на одной и той же поточной линии могут вырабатываться различные виды макаронных изделий, при этом в зависимости от выбранного ассортимента будет изменяться норма производительности этого основного оборудования. Таким образом, переводные коэффициенты характеризуют зависимость нормы производительности основного оборудования при выработке выбранного ассортимента по сравнению с базисным ассортиментом. Переводные коэффициенты принимаются по справочникам. Производственная программа определяется путем умножения уточненной производственной мощности по каждому виду изделий (таблица 8) на соответствующий переводной коэффициент.

Расчет производственной программы фабрики в ассортименте представлен в таблице 9.

По данным таблицы 9 определяются ассортиментные коэффициенты. Ассортиментные коэффициенты характеризуют напряженность работы основного оборудования в зависимости от выбранного ассортимента изделий. Они высчитываются отдельно, для каждой группы оборудования свой коэффициент. Ассортиментные коэффициенты определяются по формуле:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N (P_i \times m_i)}{\sum_{i=1}^N P_i}, \quad (6)$$

где K – ассортиментные коэффициенты;

P_i – уточненная производственная мощность фабрики отдельного вида изделий, т/сут;

N – количество видов изделий в группе;

m_i – переводной коэффициент.

Таблица 9 – Производственная программа фабрики в ассортименте

Наименование изделий по группам и видам	Уточненная производственная мощность, кг/сут	Переводной коэффициент	Производственная программа		
			кг/сут	% к общей выработке	% к группе
1	2	3	4	5	6
Длинные изделия:					
макароны соломка Ø 3,6 мм (в/с)	641,72	1,0	641,72	17,6	40
вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм (в/с)	320,86	1,0	320,86	8,8	20

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5	6
вермишель любительская Ø 1,8 мм (в/с)	320,86	1,0	320,86	8,8	20
Лапша широкая (в/с)	320,86	1,0	320,86	8,8	20
Итого:	1604,3	–	1604,3	44	100
Короткорезанные изделия:					
рожки обыкновенные (в/с)	724,5	1,0	724,5	19,8	35,5
перья любительские (в/с)	724,5	1,0	724,5	19,8	35,5
лодочки (1с)	248,34	0,95	235,9	6,4	11,5
лапша узкая (1с)	155,25	0,95	147,4	4,4	7,2
вермишель паутинка (1с)	217,41	0,95	206,5	5,6	10,3
Итого:	2070,0	–	2038,8	56,0	100
Всего	3674,3	–	3643,1	100	–

3.2.4.3 Составление недельного графика работы оборудования

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

Количество смен занятости линии в течение недели для каждого вида изделий определяется по формуле:

$$D = \frac{B \times N \times C}{100}, \quad (7)$$

где D – количество смен занятости линии в течение недели;

B – число единиц устанавливаемого оборудования;

N – число рабочих смен в неделю;

C – количество изделий отдельного вида, %.

Количество изделий отдельного вида рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{P_{\text{сутвида}}}{P_{\text{сутгруппы}}} \times 100, \quad (8)$$

где $P_{\text{сут.вида}}$ – суточная производственная программа вида изделий, т/сут;

$P_{\text{сут.группы}}$ – суточная производственная программа фабрики, т/сут (таб. 9).

Полученные данные сводятся в таблицу 10. При расчете количества смен занятости линий, цифры получаются не целые, поэтому целесообразно произвести округление этих величин до целых таким образом, чтобы величина суммарного количества смен занятости линий после округления не изменялась. С учетом принятого количества смен занятости линий уточняется производственная программа фабрики. Для этого следует по формулам провести пересчет количества изделий (С) отдельного вида и суточную производственную программу по каждому виду изделий ($P_{\text{сут.вида}}$).

Пример расчета уточненной производственной программы фабрики представлен в таблицы 10.

По данным таблицы 10 составляем график работы оборудования, пример которого представлен в таблице 11.

Таблица 10 – Уточненная производственная программа фабрики

Наименование изделий по группам и видам	Расчетное количество смен занятости линии	Принятое количество смен занятости линии	Производственная программа		
			кг/сут	% к общей выработке	% к группе
1	2	3	4	5	6
Длинные изделия:					
макароны соломка Ø 3,6 мм (в/с)	8,4	9,00	641,72	17,6	40
вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм (в/с)	4,2	4,00	320,86	8,8	20

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6
вермишель любительская Ø 1,8 мм (в/с)	4,2	4,00	320,86	8,8	20
Лапша широкая (в/с)	4,2	4,00	320,86	8,8	20
Итого:	21,00	21,00	1604,3	44	100
Короткорезанные изделия:					
рожки обыкновенные (в/с)	7,5	8,00	724,5	19,8	35,5
перья любительские (в/с)	7,5	8,00	724,5	19,8	35,5
лодочки (1с)	2,4	2,00	235,9	6,4	11,5
лапша узкая (1с)	1,5	1,00	147,4	4,4	7,2
вермишель паутинка (1с)	2,1	2,00	206,5	5,6	10,3
Итого:	21,00	21,00	2038,8	56,0	100
Всего	42,00	42,00	3643,1	100	–

Таблица 11 – Недельный график работы оборудования

Наименование линий по производству групп изделий	Дни недели и смены																				
	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 Макиз-02-200	Рожки обыкновенные						Перья любительские						Лодочки			Лапша узкая			Вермишель паутинка		
Линия «Бюлер»	Макаронны соломка Ø 3,6 мм						Вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм			Вермишель любительская Ø 1,8 мм			Лапша широкая								

3.2.5 Расчет производственных рецептов и составление технологических параметров

На макаронных фабриках производственные рецепты рассчитываются на основании утвержденных технологических рецептов по основным группам макаронных изделий.

Влажность теста выбирают в зависимости от ряда факторов: назначение изделий, способ формования, вида сушильной поверхности.

В макаронном производстве в зависимости от ряда факторов используют несколько видов замеса теста.

В зависимости от влажности замешиваемого теста различают три вида замеса:

- 1) твердый – при влажности теста от 28 до 29 %;
- 2) средний – при влажности теста от 29,1 до 31 %;

3) мягкий – при влажности теста от 31,1 до 32,5 %.

С одной стороны, при повышенной влажности теста частицы муки увлажняются быстрее и равномернее. Такое тесто легче поддается уплотнению и формованию. С другой стороны, тесто менее влажное имеет однородную мелкокрошковатую структуру без включения крупных комков. Такое тесто легче проходит через отверстие в шнековую камеру и хорошо заполняется пространство прессующего шнека между витков. Но такое тесто требует больше энергии на уплотнение, но, при этом, дает сырые макаронные изделия, которые хорошо сохраняют форму, не мнутся и не слипаются между собой.

При выборе влажности теста необходимо учитывать количество и качество клейковины перерабатываемой муки. Если мука содержит недостаточное количество клейковины, предпочтительно использовать мягкий замес. Если клейковины муки тянущаяся и липкая, предпочтительно использовать твердый замес. При использовании кассетной сушки короткорезанных и длиннорезанных макаронных изделий предпочтительнее использовать твердый или средний замес для предотвращения слипания изделий между собой в процессе сушки.

При использовании подвесной сушки (сушка на бастунах) для большей пластичности сырых изделий, предотвращения растрескивания пряди в месте перегиба предпочтительнее применять средний или мягкий замес. При использовании сушки изделий насыпью на ленточный конвейерах для предотвращения слипания изделий между собой в процессе сушки предпочтительнее применять средний или твердый замес.

При использовании макаронной муки первого сорта или хлебопекарной муки влажность теста должна быть на 1–1,5 % выше, чем при использовании макаронной муки высшего сорта.

В зависимости от температуры воды, добавляемой при замесе макаронного теста, различают также три вида замеса:

1) горячий – при температуре воды 75–85 °С;

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

- 2) теплый – при температуре воды 55–65 °С;
- 3) холодный – при температуре воды ниже 30 °С.

В настоящее время наиболее часто используется теплый замес, а холодный и горячий практически не применяются. При выборе температуры воды на замес теста необходимо учитывать использование возможных добавок, (если они применяются).

Рецептура макаронного теста – это количественное соотношение сырья, необходимого для замеса теста с заданными характеристиками, такими как влажность и температура.

Расчет производственных рецептур макаронных изделий включает расчет минутного расхода муки, дополнительного сырья, воды и водообогатительной суспензии, (если предусмотрены обогатительные добавки).

Для длиннорезанных макаронных изделий принимается средний замес с конечной влажностью теста 30 %.

Для рожек обыкновенных и перьев любительских принимается средний замес с конечной влажностью теста 29,5 %. Для остальных короткорезанных изделий принимается средний замес с конечной влажностью теста 30,5 %.

При выборе влажности теста для макаронных изделий учитывался способ сушки и сорт муки. Для длиннорезанных изделий влажность теста выше, чем для короткорезанных (при одном и том же сорте муки) для предотвращения растрескивания сырых изделий в месте перегиба на бастуне и образования осыпи в дальнейшем. Для короткорезанных изделий влажность теста ниже, чем для длиннорезанных, для предотвращения слипания сырых изделий в процессе сушки и образования слитков в дальнейшем. Для макаронных изделий из муки первого сорта влажность теста на 1 % выше, т.к. данная мука обладает большей водопоглотительной способностью, чем мука высшего сорта (за счет большего содержания отрубных частиц зерна и более мелкой крупностью помола).

Для всех макаронных изделий принимается теплый замес с температурой воды 55–65 °С. Данный тип замеса является самым распространенным и часто

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

используемым в макаронной промышленности и применяется при переработке муки, удовлетворяющей требованиям стандарта.

Влажность муки принимается равной 14,5 %, влажность готовых изделий – 13 %.

Минутный расход муки, необходимый для приготовления теста, определяется по формуле:

$$M_m = G \times \frac{100 - W_n}{(100 - W_m) \times 60}, \quad (9)$$

где M_m – минутный расход муки, кг/мин;

G – производительность прессы по сухим изделиям, кг/час;

W_n – влажность изделий, %;

W_m – влажность муки, %.

Для длиннорезанных изделий: $M_m = 155 \times \frac{100 - 13}{(100 - 14,5) \times 60} = 2,63$ кг/мин

Для короткорезанных изделий: $M_m = 200 \times \frac{100 - 13}{(100 - 14,5) \times 60} = 3,4$ кг/мин

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

$$B_m = \frac{M_m \times (W_t - W_m)}{100 - W_t}, \quad (10)$$

где B_m – минутный расход воды, идущей на замес теста без добавок, кг/мин;

M_m – минутный расход муки, кг/мин;

W_t – влажность теста, %.

W_m – влажность муки, %.

Для длиннорезанных изделий: $B_m = \frac{2,63 \times (30 - 14,5)}{100 - 30} = 0,58$ кг/мин

Для рожек обыкновенных и перьев любительских:

$$B_m = \frac{3,4 \times (29,5 - 14,5)}{100 - 29,5} = 0,72$$
 кг/мин

Для вермишели паутинки, лодочек и узкой лапши:

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$$V_m = \frac{3,4 \times (30,5 - 14,5)}{100 - 30,5} = 0,78 \text{ кг/мин}$$

Расчет производственной рецептуры и технологического режима выработки приведен в таблице 12,13.

Таблица 12 – Производственная рецептура и технологический режим производства длиннорезанных макаронных изделий

Наименование сырья, параметров	Количество сырья, параметры
1	2
Мука, кг/мин	2,63
Вода, кг/мин	0,58
Влажность теста, %	30,0
Температура воды, идущей на замес теста, °С	55–65
Температура теста в конце замеса, °С	30–40
Продолжительность замеса теста, мин	20–30
Температура сырых изделий после прессования, °С	55–60
Давление прессования, МПа	6–7
Температура сушки, °С:	
В предварительной	39–40
В окончательной	48–50
Относительная влажность воздуха, %	
В предварительной сушилке	86–90
В окончательной сушилке	79–80
Продолжительность сушки, ч	
Предварительная	2,0–2,5
Окончательная	12–14

Таблица 13 – Производственная рецептура и технологический режим производства короткорезанных макаронных изделий

Наименование сырья, параметров	Количество сырья, параметры	
	Рожки обыкновенные, перья любительские	Вермишель паутинка, лодочки, лапша узкая
Мука, кг/мин	3,4	
Вода, кг/мин	0,72	0,78
Влажность теста, %	29,5	30,5
Температура воды, идущей на замес теста, °С	55–65	
Температура теста в конце замеса, °С	30–40	30–40
Продолжительность замеса теста, мин	20–30	20–30
Температура сырых изделий после прессования, °С	55–60	55–60
Давление прессования, МПа	9–18	9–18
Температура сушки, °С: В предварительной В окончательной	70–100 70	70–100 70
Относительная влажность воздуха, % В предварительной сушилке В окончательной сушилке	50–70 65–74	50–70 65–74
Продолжительность сушки, мин Предварительная Окончательная	5–10 25–30	5–10 25–30

3.2.6 Расчет расхода основного сырья

При определении расхода сырья на макаронной фабрике рассчитывается плановая норма расхода муки, суточный расход муки.

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

$$H_m = \frac{100 - W_{и}}{100 - W_m} \times 1000 + C_m + B_n, \quad (11)$$

где H_m – плановая норма расхода муки, кг/т;

$W_{и}$ – плановая влажность изделий, %;

W_m – базисная влажность муки, %;

C_m – учтенные потери муки (счет с пола муки, тестовой крошки, сырых и готовых изделий, запачканный продукт), принимаются в пределах 2–4 кг/т;

B_n – безвозвратные потери муки (потери муки при транспортировании на склад фабрики до подачи в производство, распыл муки в помещении фабрики при транспортировании ее к прессам, замесе теста, формовании), принимаются в пределах 1–2 кг/т.

Плановая норма расхода муки для всех макаронных изделий, вырабатываемых в цехе:

$$H_m = \frac{100 - 13}{100 - 14,5} \times 1000 + 3 + 1,5 = 1022,04 \text{ кг/сут}$$

Суточный расход муки определяется по формуле:

$$M_{\text{сут}} = P_{\text{б/доб}} \times \frac{H_m}{1000}, \quad (12)$$

где $M_{\text{сут}}$ – суточный расход муки, кг/т;

$P_{\text{б/доб}}$ – количество выпускаемых изделий без добавок, т/сут;

H_m – плановая норма расхода муки, кг/сут.

Суточный расход муки считается для каждого сорта муки отдельно.

Суточный расход муки пшеничной в/с (крупки):

$$M_{\text{в/с}} = 3,05 \times \frac{1022,04}{1000} = 3,1 \text{ т}$$

Суточный расход муки пшеничной первого сорта (полукрупки):

$$M_{\text{1с}} = 0,59 \times \frac{1022,04}{1000} = 0,6 \text{ т}$$

Кроме того, на предприятии предусмотрен запас сырья.

Запас сырья определяется по формуле:

$$G_{\text{зап}} = M_{\text{сут}} \times n, \quad (13)$$

где $G_{\text{зап}}$ – запас сырья, т;

$M_{\text{сут}}$ – суточный расход муки, кг/т;

n – срок запаса сырья, сут.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Запас муки пшеничной высшего сорта:

$$G_{\text{зап}} = 3,1 \times 7 = 21,7 \text{ т}$$

Запас муки пшеничной первого сорта:

$$G_{\text{зап}} = 0,6 \times 7 = 4,2 \text{ т}$$

Результаты расчетов сводятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Расход сырья на предприятии

Наименование сырья	Суточный расход сырья, т	Нормативный срок хранения, сут	Запас сырья, т
Мука пшеничная в/с	3,1	7	21,7
Мука пшеничная 1с	0,6	7	4,2

3.3 Расчет оборудования для приема, хранения и подготовки основного сырья

При проектировании склада необходимо выбрать и рассчитать количество силосов и бункеров, выбрать остальное оборудование: переключатели, фильтры, питатели, весы, просеиватели, воздухонагнетатели.

На предприятие предусмотрено бестарное хранение муки (БХМ). Склад для бестарного хранения муки обеспечен запасом муки не менее чем на 7 суток.

Проектирование склада БХМ начинается с выбора емкостей для хранения муки.

Количество емкостей для хранения муки рассчитывается по формуле:

$$K_c = \frac{G_{\text{зап}} \times K \times 1000}{V_c \times \rho}, \quad (14)$$

где K_c – количество силосов (бункеров) для хранения муки, шт;

$G_{\text{зап}}$ – 7– суточный запас муки одного сорта, т;

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

V_c – вместимость силоса, м^3 ;

ρ – насыпная плотность муки, $\text{кг}/\text{м}^3$ (для крупки $677 \text{ кг}/\text{м}^3$; для полукрупки $600 \text{ кг}/\text{м}^3$).

Для бестарного хранения муки выбираем силоса А1–ХБУ–64 вместимостью 69 м³.

Количество силосов для хранения муки пшеничной в/с (крупки):

$$K_c = \frac{21,7 \times 0,85 \times 1000}{69 \times 677} = 0,4 \approx 1 \text{ шт}$$

Количество силосов для хранения муки пшеничной 1/с (полукрупки):

$$K_c = \frac{4,2 \times 0,85 \times 1000}{69 \times 600} = 0,17 \approx 1 \text{ шт}$$

Нам необходимо 2 силоса марки А–ХБУ–64 с одной дополнительной секцией и 1 запасной силос.

После выбора типа силосов и расчета их количества, рассчитываем количество производственных бункеров для хранения суточного запаса муки. Количество производственных бункеров определяются по формуле:

$$K_6 = \frac{M_{\text{сут}} \times K \times 1000}{V_6 \times \rho}, \quad (15)$$

где K_6 – количество производственных бункеров, шт;

$M_{\text{сут}}$ – суточный расход муки, кг/т;

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

V_6 – вместимость бункера (Бункер марки ХЕ–63А), м³;

ρ – насыпная плотность муки, кг/м³ (для крупки 677 кг/м³; для полукрупки 600 кг/м³).

Количество производственных бункеров для хранения муки пшеничной в/с (крупки):

$$K_6 = \frac{3,1 \times 0,85 \times 1000}{2,8 \times 677} = 1,3 \approx 2 \text{ шт}$$

Количество производственных бункеров для хранения муки пшеничной 1 с (полукрупки):

$$K_6 = \frac{0,6 \times 0,85 \times 1000}{2,8 \times 600} = 0,3 \approx 1 \text{ шт}$$

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Общее количество бункеров ХЕ–63А, необходимо 3 шт.

В силосно-просеивательном отделении устанавливается оборудование для просеивания, магнитной очистки от ферропримесей, учета, транспортировки хранения просеянной муки.

Для просеивания муки применяем просеиватель «Бурат ПБ–1,5». Подача муки в склад осуществляется пневмотранспортом. Количество просеивателей N, шт., определяем по формуле:

$$N = \frac{M_{\text{ч}}}{F \times q}, \quad (16)$$

где N – количество просеивателей для муки, шт.;

$M_{\text{час}}$ – часовой расход муки каждого сорта, т/ч;

F – площадь сита (1,5 м²);

q – пропускная способность 1 м² сита, т/ч, для пшеничной муки 2–3 т/ч.

Количество просеивателей для муки в/с:

$$N = \frac{0,13}{1,5 \times 2} = 0,04 \approx 1 \text{ шт}$$

Количество просеивателей для муки 1 с:

$$N = \frac{0,03}{1,5 \times 2} = 0,01 \approx 1 \text{ шт}$$

3.4 Расчет накопителей-стабилизаторов

При выборе комплексно-механизированных линий для производства коротких макаронных изделий следует предусматривать установку специального оборудования для стабилизации высушенной продукции. Вместимость каждого бункера стабилизатора-накопителя определяется по формуле:

$$V = (V_1 + V_2) \times p_{\text{н}}, \quad (17)$$

где V – вместимость бункера стабилизатора-накопителя, м³;

V_1 – объем прямоугольной части, м³ ($V_1 = 10 \text{ м}^3$);

V_2 – объем пирамидального днища бункера, м³, ($V_2 = 5 \text{ м}^3$);

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

ρ_n – насыпная плотность изделий, кг/ м³ ($\rho_n = 300 – 350$ кг/ м³).

$$V = (10 + 5) \times 330 = 4950 \text{ м}^3$$

Необходимое число бункеров определяется по формуле:

$$n = \frac{P \times \tau}{V}, \quad (18)$$

где n – число бункеров, шт;

P – производительность линии, для короткорезанных изделий, кг/час;

τ – максимальная продолжительность стабилизации изделий, час;

V – вместимость каждого бункера, м³.

$$n = \frac{200 \times 5}{4950} = 0,2 \approx 1 \text{ шт}$$

3.5 Расчет потребности в упаковочных материалах и таре

В качестве упаковочного материала используются картонные коробочки. Длиннорезанные макаронные изделия фасуются по 600 г, расход пачек составляет 1750 шт на 1 т готовой продукции. Короткорезанные изделия фасуются по 500 г, расход пачек составляет 2100 шт. Массу одной пачки определяется путем деления нормы расхода картона на 1 т фасованных изделий (95,7 кг) на количество пачек (1750 или 2100). Масса пачки для длиннорезанных макаронных изделий составила 55 г, для короткорезанных – 46 г. [20].

Расчет потребности в упаковочных материалах представлен в таблице 15.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 15 – Расчет потребности упаковочных материалов

Наименование изделия	Суточная выработка, т/сут	Норма расхода упаковочных материалов на 1т готовой продукции, шт	Потребное количество упаковочного материала	
			шт	кг
1	2	3	4	5
Макароны соломка Ø 3,6 мм	0,64	1750	1120	61,6
Вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм	0,32	1750	560	30,8
Вермишель любительская Ø 1,8 мм	0,32	1750	560	30,8
Лапша широкая	0,32	1750	560	30,8
Рожки обыкновенные	0,72	2100	1512	68,04
Перья любительские	0,72	2100	1512	68,04
Лодочки	0,24	2100	504	23,2
Лапша узкая	0,14	2100	294	13,5
Вермишель паутинка	0,21	2100	441	20,3
Итого:	3,64	–	7063	347,08

В качестве тары используются ящики из гофрированного картона. Масса одного гофроящика 0,5 кг [33].

Количество ящиков на 1 т готовой продукции определяются исходя из массы одной единицы фасованной продукции (500 г или 600 г) и вместимости одного ящика. Для упаковки длиннорезанных изделий принимаются ящики №25 (вместимость 12 кг), для короткорезанных – №27 (вместимость 12 кг) [33].

Расчет потребности тары представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет потребности тары

Наименование изделия	Суточная выработка, т/сут	Норма расхода гофроящиков на 1т готовой продукции, шт	Потребное количество гофроящиков	
			шт	кг
1	2	3	4	5
Макароны соломка Ø 3,6 мм	0,64	84	54	26,9
Вермишель обыкновенная Ø 1,5 мм	0,32	84	27	13,4
Вермишель любительская Ø 1,8 мм	0,32	84	27	13,4
Лапша широкая	0,32	84	27	13,4
Рожки обыкновенные	0,72	84	61	30,5
Перья любительские	0,72	84	61	30,5
Лодочки	0,24	84	21	10,5
Лапша узкая	0,14	84	12	6,5
Вермишель паутинка	0,21	84	18	9,0
Итого:	3,64	–	308	154,1

Расфасовка изделий в потребительскую тару должна осуществляться на автоматах и полуавтоматах. Устанавливаемое расфасовочное оборудование должно обеспечить расфасовывание не менее 60 % выпускаемых изделий.

Выбор типа фасовочного оборудования осуществляется исходя из выпуска фасованной продукции и производительности фасовочного автомата или полуавтомата в минуту.

Производительность фасовочного автомата определяются по формуле:

$$P_{\text{фас}} = \frac{60 \times n_1 \times K_1 \times K_2}{n}, \quad (19)$$

где $P_{\text{фас}}$ – производительность фасовочного автомата, кг/ч;

n_1 – число рабочих циклов машины, шт/мин;

n – количество пачек в 1 кг;

K_1 – коэффициент, учитывающий возрастные отходы при упаковке, $K_1 = 0,99$;

K_2 – коэффициент использования машины, $K_2 = 0,95$.

Для фасования длиннорезанных изделий принимается агрегат для автоматической упаковки изделий фирмы «Замбони». Длиннорезанные изделия фасуются в картонные коробочки массой 400 г. Производительность автомата 45–55 коробочек в минуту.

Производительность фасовочного автомата для длиннорезанных изделий:

$$P_{\text{фас}} = \frac{60 \times 50 \times 0,99 \times 0,95}{2} = 1410,7 \text{ кг/ч}$$

Для фасования короткорезанных изделий принимается агрегат для автоматической упаковки изделий фирмы «Замбони». Короткорезанные изделия фасуются в картонные коробочки массой 600 г. Производительность автомата 45–60 коробочек в минуту.

Производительность фасовочного автомата для короткорезанных изделий:

$$P_{\text{фас}} = \frac{60 \times 50 \times 0,99 \times 0,95}{2} = 1410,7 \text{ кг/ч}$$

Количество фасовочных автоматов определяется по формуле:

$$N = \frac{P}{P_{\text{фас}}}, \quad (20)$$

где N – количество машин для расфасовки изделий, шт;

P – производительность линии, кг/ч;

$P_{\text{фас}}$ – производительность фасовочного автомата, кг/ч.

Количество фасовочных автоматов для длиннорезанных изделий:

$$N = \frac{155}{1410,7} = 0,11 \approx 1 \text{ шт}$$

Количество фасовочных автоматов для короткорезанных изделий:

$$N = \frac{200}{1410,7} = 0,14 \approx 1 \text{ шт}$$

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

3.6 Расчет складских помещений

Склад готовой продукции рассчитывается на хранение десятисуточной выработки изделий. Требуемая вместимость склада определяется по формуле:

$$V_{\text{скл}} = P_{\text{сут}} \times T_{\text{зап}}, \quad (21)$$

где $V_{\text{скл}}$ – вместимость склада, т;

$P_{\text{сут}}$ – уточненная программа предприятия, т/сут;

$T_{\text{зап}}$ – период, на который предусмотрен запас продукции, сут.

$$V_{\text{скл}} = 3,7 \times 10 = 37 \text{ т/сут}$$

Полезная площадь склада определяется по формуле:

$$F_{\text{пол}} = \frac{V_{\text{скл}}}{\rho}, \quad (22)$$

где $F_{\text{пол}}$ – полезная площадь склада, м^2 ;

ρ – расчетная нагрузка на 1м^2 , (0,4–0,5 т/м²).

$$F_{\text{пол}} = \frac{37}{0,5} = 72\text{м}^2$$

Общая площадь склада готовой продукции определяется по формуле:

$$F_{\text{общ}} = \frac{F_{\text{пол}}}{K},$$

где $F_{\text{общ}}$ – общая площадь склада готовой продукции, м^2 ;

K – коэффициент использования площади склада ($K = 0,3–0,6$).

$$F_{\text{общ}} = \frac{72}{0,6} = 120\text{м}^2$$

Расчет складов для тары и упаковочных материалов представлен в таблице 17.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Таблица 17 – Расчет складов тары и упаковочных материалов

Тароупаковочные материалы	Расход, кг/сут	Норма хранения, сут	Подлежит хранению на складе, т	Количество грузов на 1 м ² , т	Необходимая площадь, м ²
Картонные коробки	347,08	30	10,4	0,7	14,8
Ящики из гофрокартона № 25, № 27	154,1	30	4,6	0,345	13,3
Итого:	501,2	–	15,0	–	28,1

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Общие понятия о технике безопасности

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) представляет собой область научных знаний, охватывающих теорию и практику защиты человека от опасных и вредных факторов в среде обитания, во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и на производстве. БЖД включает в себя разделы: безопасность на производстве (Охрана труда), безопасность в чрезвычайных ситуациях, экологическая безопасность, обеспечение БЖД в быту [32].

Охрана труда – это такие условия, при которых исключены негативные воздействия опасных и вредных производственных факторов на работающих. К вредным относятся такие факторы, которые в определенных условиях становятся причиной заболевания или снижения работоспособности. Опасными называются такие факторы, которые приводят в определенных условиях к травматическим повреждениям или внезапным и резким нарушениям здоровья [32].

Техника безопасности – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие опасных и вредных производственных факторов на работающих. Для каждого вида работ существуют определённые правила техники безопасности, и человек допускается к работе только после их изучения.

Охрана труда – это система законодательных актов социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда [32].

В целях обеспечения здоровых и безопасных условий труда на предприятиях осуществляют государственный и общественный контроль.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Безопасность в чрезвычайных ситуациях – это состояние защищенности населения, объектов народного хозяйства и окружающей природной среды от опасностей в чрезвычайных ситуациях (промышленная, радиационная, химическая, сейсмическая, пожарная, биологическая, экологическая).

4.2 Анализ вредных и опасных факторов на макаронном предприятии

По природе воздействия на организм человека опасные и вредные факторы подразделяются: на физические, химические, психофизиологические и биологические.

К физическим относят недостаточную освещенность, большой уровень шума, вибрацию, ультразвуки, электрический ток, движущиеся детали оборудования и так далее.

К химическим относятся вредные вещества, воздействующие на человека.

К психологическим факторам относят физические перегрузки, монотонность работы, умственное напряжение, эмоциональное состояние.

К биологическим относятся воздействия микроорганизмов, животных и растений.

Опасные производственные факторы представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Опасные производственные факторы

Характеристика фактора	Операция
1	2
Физические факторы	
Опасность травматизма	Передвижение транспортеров
Загрязнение воздуха (мучная пыль)	Обслуживание силосов для хранения муки, работа в тарном хранении муки
Повышенная температура воздуха в рабочей зоне	Зона сушки
Повышенный уровень шума и вибрации	Работа просеивателя, компрессорная установка

Окончание таблицы 18

1	2
Повышенная относительная влажность в рабочей зоне	Мойка матриц
Опасность поражения электрическим током, статистическое электричество	Работа электросилового оборудования, бункера, аэрозольтранспорт
Химические факторы	
Работа с химикатами, кислотами, щелочами	Лаборатория при производстве
Психологические факторы	
Физический труд	Укладка фасованной продукции в гофрокороба
Работа на высоте	Силосное отделение, просеиватели.

Работникам, имеющим общие заболевания или начальные признаки профессиональных заболеваний, противопоказаны по состоянию здоровья работы, связанные с вредными веществами или вредными производственными факторами.

4.3 Профессиональные заболевания

Макаронное производство является небезопасной сферой деятельностью. Работники контактируют с повышенной температурой сушильных установок, в лаборатории с химическими реактивами, повышенной влажностью и т.п. Постоянно контактируя с неблагоприятными факторами работники могут приобрести профессиональные заболевания.

К профессиональным заболеваниям относятся: болезни органов дыхания (астма), пораженность зубов, конъюнктивиты, болезни органов движения (плоскостопие, варикозное расширение вен), кожные заболевания (дерматозы, ожоги) [16].

4.4 Меры, направленные на устранение вредных факторов

Опасность травматизма.

На макаронном предприятии механизированы и автоматизированы почти все операции технологического процесса.

На предприятии созданы специальные помещения для хранения сырья и готовых изделий, для того что бы не было препятствий в рабочих помещениях и проходах.

Оборудование для производства макаронных изделий и инвентарь полностью соответствуют своему назначению и всегда находятся в полной исправности.

Оборудование, несущее опасность ограждено кожухами, сетками и решетками.

Электрическое оборудование для предотвращения поражения электрическим током, заземляется. При этом постоянно проводится проверка на ее целостность. Не допускается использование неисправного оборудования.

Все производственные помещения имеют естественное освещение.

Рабочие снабжаются индивидуальными защитными средствами и спецодеждой.

На предприятии во всех зданиях есть специальные аптечки для оказания первой медицинской помощи, которые периодически проходят проверку и обновляются. [32]

При приеме на работу все работники проходят инструктаж по технике безопасности (вводный), затем вторичный на своем рабочем месте.

В определенный период времени все рабочие проходят переаттестацию.

Загрязнение воздуха (мучная пыль).

В рабочей зоне используется механическая вентиляция, для снижения содержания вредных веществ в воздухе.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Для уменьшения мучной пыли в местах ее скопления установлена аспирационная система [32].

Повышенный уровень шума и вибрации.

Наиболее рациональный способ уменьшения шума – снижение звуковой мощности его источника за счет улучшения конструкции машин и механизмов.

Уменьшение уровней шумов, проникающих в помещения от внутренних источников, обеспечивается рациональной планировкой помещения, соблюдением мероприятий по звукоизоляции ограждающих конструкций (стен, потолка и пола), санитарно-технического и инженерного оборудования зданий [32].

Повышенная температура воздуха в рабочей зоне.

В целях защиты, работающих от возможного перегрева или охлаждения, время пребывания на рабочих местах должно быть ограничено нормативными величинами.

Повышенная относительная влажность в рабочей зоне.

Для снижения содержания влаги в рабочей зоне используется механическая вентиляция, производится увеличение нагрева отопительных приборов, производится осушение воздуха в помещениях.

Работа с химикатами, кислотами, щелочами.

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинскую комиссию, обучение и аттестованные по правилам техники безопасности при работе с агрессивными средами.

Сотрудники допускаются до работы при наличии средств индивидуальной защиты.

Лаборатория оборудована вентиляцией. На каждом сосуде с химическим веществом наклеена этикетка с четким наименованием содержащегося в нем вещества и указанием его концентрации.

Рабочего место и инвентарь содержится в чистоте. В лаборатории находится аптечка с набором медикаментов для оказания доврачебной

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

помощи. По окончании рабочего дня производится уборка помещения [32].

Физический труд.

При организации трудовых процессов предусмотрено равномерное чередование операций, как по характеру, так и по тяжести или напряженности, сохраняя ритм работы.

При выполнении тяжелых работ устраиваются дополнительные перерывы от 5 до 15 минут [32].

4.5 Меры пожарной безопасности

Для предотвращения пожара, на предприятиях проводятся обучения и инструктажи.

Территория предприятия содержится в полной чистоте, к сооружениям и зданиям имеется свободный подход.

После рабочего времени, все помещения подвергаются осмотру, выключают все оборудование. Чердачные помещения всегда должны быть закрытыми и чистыми.

В коридорах, проходах и лестничных клетках необходимо соблюдать чистоту и порядок. Склады и помещения производства должны быть оборудованы противопожарными средствами.

Если имеются неисправности в электрооборудовании, они сразу же должны быть устранены. Ремонтные работы, связанные с электричеством выполняют электрики, которые работают на предприятии.

Каждое здание должно иметь не менее двух выходов, все двери должны открываться в сторону выхода.

За пожарную безопасность отвечает администрация предприятия [32].

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с заданием выполнена выпускная квалификационная работа на тему «Разработка макаронного цеха малой мощности». В работе представлена выработка макаронных изделий для города Магнитогорск. Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки (ПЗ) и графической части.

Пояснительная записка изложена на 79 листах компьютерного набора, она содержит 18 таблиц и 22 формулы; библиографический список состоит из 33 источников. Графическая часть представлена на 2 листах формата А1.

В выпускной квалификационной работе были решены следующие задачи:

- выбран ассортимент макаронных изделий, пользующейся спросом у населения в данном регионе: макароны соломка, вермишель, вермишель паутинка, лапша, рожки, перья, лодочки.
- изучены технологии производства макаронных изделий;
- рассмотрены основные нормативные требования к качеству сырья, готовой продукции, материалов и тары;
- изучены инновационные технологии макаронной отрасли;
- обоснована производственная мощность данного предприятия;
- рассчитаны рецептуры и подобраны технологические параметры приготовления для каждого сорта изделия;
- приведены технические характеристики оборудования, а также методики расчета основных параметров оборудования.

Разработана схема доставки, хранения и подготовки основного сырья с встроенным складом бестарного хранения муки. Так же предусмотрен склад для упаковочных материалов и готовой продукции.

В производстве макаронных изделий было использовано сырье местных производителей: мука – «Ситно» г. Магнитогорск.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

На проектируемом предприятии предусмотрены две комплексно-механизированные линии. Линия короткорезанных изделий фирмы «Макиз», производительностью 200 кг/ч. Данная линия имеет высокотемпературный режим сушки, который способствует улучшению качества изделий по ряду показателей: улучшаются варочные свойства макаронных изделий, сокращается продолжительность варки до готовности, улучшается их консистенция. Линия длиннорезанных изделий фирмы «Бюлер», производительностью 155 кг/ч, которые обеспечивают поточность производства.

Выполнены все необходимые технологические, общинженерные расчеты, приведены таблицы.

Выполнен раздел по безопасности производства, где выявлены опасные и вредные факторы производства и меры по их устранению, а также профессиональные заболевания и их профилактика. Был затронут вопрос о мерах пожарной безопасности.

Проектирование макаронного предприятия в городе Магнитогорск экономически выгодно и целесообразно, поскольку удовлетворяет спрос потребителя.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вандакурова, Н.И. Технологическое проектирование макаронных предприятий/ Н.И. Вандакурова. – Кемерово: Издательство Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. – 88 с.
2. Вандакурова, Н.И. Технология, организация и оборудование макаронного производства/ Н.И. Вандакурова, В.Ю. Богер – Кемерово: Издательство Кемеровский технологический институт пищевой промышленности., 2007. – 121 с.
3. Верболоз Е. И., Николук О.И. Инновационные технологии и оборудование для производства макаронных изделий с высокобелковой добавкой// Хлебопродукты. – 2016. – №11. – С. 44 – 47.
4. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества;
5. ГОСТ 31743-2012. Изделия макаронные. Общие технические условия.
6. Инструкция по технологическому проектированию предприятий макаронной промышленности. ВНТП 01-87. Г. Москва, 1989 г.– 47 с.
7. Лысыков, А.П. Производство муки макарон и комбикорма. – <http://www.sitno.ru>
8. Кекк В.В., Прохасько Л.С., Аптрахимов Д.Р. Исследование рынка макаронных изделий в г. Челябинске// Молодой ученый. – 2015. – №4. – С. 200 – 203.
9. Корячкина, С.Я. Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий/ С.Я Корячкина, Н.А. Березина, Ю.В. Гончаров. – Орел: Издательство «Госуниверситет-УНПК», 2011. – 265 с.
10. ГОСТ Р 52791-2007. Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия.
11. Малютина Т.Н., Туренко В.Ю. Применение полбяной муки в технологии макаронных изделий для повышения пищевой ценности// Сборник

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

научных статей и докладов II Международной научно-практической конференции г. Воронеж. – 2016. – С. 189 – 191

12. Медведев, Г.М. Технология и оборудование макаронного производства/ Г.М. Медведев. – Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 280 с.

13. ГОСТ Р 52189-2003. Мука пшеничная. Общие технические условия.

14. ГОСТ 31491-2012. Мука из мягкой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия.

15. ГОСТ 31463-2012. Мука из твердой пшеницы для макаронных изделий. Технические условия.

16. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

17. Осипова, Г.А. Технология макаронного производства/ Г.А. Осипова. – Орел: Орел ГТУ, 2009. – 152 с.

18. Осипова, Г.А. Проектирование предприятий макаронной промышленности/ Г.А. Осипова. – Орел: ГТУ, 2009. – 126 с.

19. Осипова Г.А., Мосолова Т.Л. Использование «Ламинара» при производстве макаронных изделий// Научно практический журнал. – 2013. – №5. – С. 37 – 43.

20. ГОСТ 12303-80. Пачки из картона, бумаги и комбинированных материалов. Общие технические условия.

21. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Минздрав России, 2002.);

22. ГОСТ Р 54678-2011. Продукты томатные консервированные. Общие технические условия.

23. ГОСТ 30363- 2013. Продукты яичные жидкие и сухие пищевые. Технические условия.

24. Ситдикова П. В. Рынок макаронных изделий в России. – <http://www.indexbox.ru>.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

25. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования безопасности.

26. 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.

27. Стабровская О.И. Дипломное проектирование/ О.И. Стабровская. – Кемерово: КемТИПП, 2005. – 104 с.

28. ГОСТ 31453-2013. Творог. Технические условия.

29. Типсина, Н.Н. Технология макаронного производства/ Н.Н. Типсина, О.Ю. Катасанова. – Красноярск: Издательство аграрный университет, 2004. – 420 с.

30. Трудовой Кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197–ФЗ.

31. Хроменков, В.М. Технологическое оборудование хлебозаводов и макаронных фабрик / В.М. Хроменков. – СПб.:ГИОРД, 2002.– 496 с.

32. Кривошеин Д.А. Экология и безопасность жизнедеятельности/ Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева. – Москва: Издательство «ЮНИТИ – ДАНА», 2000. – 447 с.

33. ГОСТ 13511-2006. Ящики из гофрированного картона для пищевых продуктов, спичек, табака и моющих средств.

					19.03.02.2017.052 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80