

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
Филиал Южно – Уральского государственного университета в г. Миассе
Кафедра Автоматики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.ф.н.

_____/С.С. Голощапов /
« ____ » _____ 2017 г.

Автоматизированное устройство увлажнения зерна в производстве

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – МиЭт - 27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ ВКР

Автор проекта

студент группы **МиЭт-428**

_____/ В.А. Тимофеев /
подпись ФИО
_____ 2017 г.

Руководитель проекта

должность
_____/ В.А. Прядкин /
подпись ФИО
« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтроль

должность
_____/ В.П. Елисеев /
подпись ФИО
« ____ » _____ 2017 г.

Миасс 2017

АННОТАЦИЯ

Тимофеев В.А. Автоматизированное устройство увлажнения зерна в производстве. – Миасс: ЮУрГУ, Автоматики, 2017 г. 70 с., 21 ил., библиогр. список – 13 наим., 3 прил., 1 лист ф.А4

В данной выпускной квалификационной работе разработана устройство управления увлажнением зерна в производстве, которое предполагается использовать на предприятии мукомольной промышленности в Оренбургской области . В работе рассмотрены основные принципы построения систем управления увлажнением зерна, проанализированы существующие технологии, а так же разработана структурная, принципиальная схемы устройства управления, алгоритмы и программа управления. Произведен выбор основных элементов устройства управления и на основе этого разработано устройство управления увлажнением. Представлен план дальнейшего развития системы.

						МиЭт – 27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ		
						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Автоматизированное устройство увлажнения зерна в производстве			
<i>Разраб.</i>		<i>Тимофеев В.А.</i>						
<i>Провер.</i>		<i>Прядкин В.А.</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>Лист</i>	4	<i>Листов</i> ??
<i>Н.Контор..</i>		<i>Елисеев В.П.</i>			ЮУрГУ			
<i>Утвердил</i>		<i>Голощанов С.С.</i>			Кафедра Автоматики			

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
1.Мукомольное производство.....	9
1.1 Задачи мукомольни.....	9
1.2 Производство муки в России	10
1.3 Проблема мукомольной отрасли и пути её преодоления	13
1.4 Подготовка зерна к помолу	15
1.5 Технология помола	17
1.6 Порядок размещения зерна в элеваторе мельницы.....	18
1.7 Важность увлажнения зерна	19
1.8 Описание процесса увлажнения зерна	20
1.9 Выбор способа измерения влажности	21
1.10 Требования к зерну для помола	23
1.11 Актуальность автоматизации этого процесса	24
2. Гидротермическая обработка зерна.....	27
2.1 . Задачи ГТО. Механизм разрыхления эндосперма зерна при отволаживании.....	27
2.2 Определение оптимальных параметров ГТО зерна	32
3. Некоторые существующие устройства увлажнения зерна.....	32
3.1 Увлажнительная машина ЗЗМ-2... ..	32
3.2 Увлажнительная машина ЗУМ-2	34
3.3 Увлажнительная машина Т1-БУВ-10	36
3.4 Машина для увлажнения зерна А1-БШУ-1	38
3.5 Машина для увлажнения зерна А1-БШУ-2.....	40
3.6 Увлажнительная машина фирмы «Бюлер».....	42
3.7 Увлажнительные аппараты типа А1-БУЗ и А1-БАЗ.....	44
4. Разработка структурной схемы устройства увлажнения.....	46
5. Выбор основных функциональных элементов.....	47
5.1 Выбор и описание датчика влажности	47
5.2 Выбор микроконтроллера	51

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						5
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

5.3	Выбор схемы сброса микроконтроллера.....	52
5.4	Выбор микросхем стабилизации напряжения	54
5.5	Выбор драйверов RS485.....	55
6.	Разработка принципиальной схемы	57
7.	Разработка алгоритма управления.....	59
	Библиографический список	64
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	66

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	<i>Лист</i>
						6
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Введение

Аграрная стратегия в России начала формироваться в начале 2000-х, тогда были заложены её основы. При Алексее Гордееве (министр сельского хозяйства с 1999 по 2009 год) была разработана и реализовывалась программа развития АПК, определены механизмы финансовой и таможенно-тарифной поддержки, введено квотирование импорта.

Весь АПК пошел в рост из-за правильно построенной модели, у предпринимателей появилась возможность добавления стоимости на каждом этапе. Отрасль полностью частная, госкомпаний здесь нет, только частная инициатива, никакого принуждения. Огромный вклад в повышение эффективности внесла современная техника, её теперь проще приобрести; по качеству сильно подтянулась и российская техника.

На Гайдаровском форуме в январе 2017 года губернатор Белгородской области Евгений Савченко огласил следующие цифры: «Мы спокойно можем кормить 300 млн. человек – 150 млн своих граждан и 150 млн голодающих во всем мире. Это принесет стране 300-400 миллиардов долларов, фактически столько же мы получаем от продажи углеводородов».

При общем падении экономики агропром растет, в 2016 году, по оценке правительства, именно сельское хозяйство (Дмитрий Медведев оценил рост в 4,8 %) замедлило спад ВВП (падение на 0,2%).

Министр сельского хозяйства Александр Ткачев утверждает, что зерно по рентабельности не уступает нефти, а в целом отрасль на третьем месте по прибыли после нефтяной и торговли. По его словам, инвесторы пришли в разные направления: производство мяса и молока, тепличных овощей, закладку садов и виноградников, занялись переработкой, развивается фермерский бизнес. Бизнес стал рентабельным, выгодно заниматься зерном, на втором месте – мясо, традиционно это свиноводство и птицеводство, затем идут тепличные овощи.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

При этом рентабельность в сельском хозяйстве составляет 20%, тогда как в Дании, например, рентабельность в свиноводстве всего 3%, и это считается нормальным.[3]

Президент в послании Федеральному собранию отметил, что в 2016 году экспорт АПК превысил экспорт оружия и составил 17 миллиардов долларов.

Россия – лидер по экспорту пшеницы, 10 лет назад доля России на рынке зерна составляла меньше 1%, а сейчас уже 10% мирового рынка.

Всё вышесказанное говорит в пользу сельского хозяйства как отрасли, в которую стоит вкладывать материальные средства и трудовой потенциал.

Следует обратить внимание ведущих вузов страны на укрепление системы подготовки кадров для разработки и внедрения новых разработок во всех направлениях отрасли и уровнях переработки сельскохозяйственной продукции.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что в условиях жесткой конкуренции зерноперерабатывающему предприятию ООО «ОФКОР» необходимо соблюдать высокий уровень качества муки и, с этой целью, необходимо изыскать пути автоматизации процесса увлажнения зерна в процессе помола.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						8
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

1 Мукомольное производство

1.1 Задачи мукомольни

Измельчение зерна - одно из самых древних занятий человека. Этот процесс прошел путь в 6 тыс. лет от первобытных зернотерок и ступок до современного автоматизированного оборудования мукомольных заводов.

В народном хозяйстве страны на мукомольную промышленность возложена важная задача — бесперебойно обеспечивать все население одним из важных и необходимых продуктов питания — мукой различного ассортимента и высокого качества для хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий.

Мукомольно-крупяная промышленность входит в число наиболее социально значимых отраслей агропромышленного комплекса. Вырабатываемые из муки хлеб, хлебобулочные, макаронные, крупяные и кондитерские изделия необходимы всем в любом возрасте. Именно поэтому основным критерием продовольственной безопасности страны является стабильное обеспечение среднедушевого потребления продуктов переработки зерна. Продукты хлебной группы имеют высокую пищевую ценность. Пяту часть повседневного рациона россиян составляют именно продукты хлебной группы. Технология мукомольного производства представляет совокупность научно обоснованных методов обработки зерна для максимального использования ресурсов, заложенных в его эндосперме, и объединяет в стройную систему как научные представления, так и практические приемы производства. Вследствие неоднородности строения зерна, отдельные части которого обладают различными физико-химическими свойствами и различной пищевой ценностью, современный технологический процесс на мукомольных заводах весьма сложен. Он требует применения разнообразных методов работы и многочисленных машин и механизмов.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

1.2 Производство муки в России

Потребность российского рынка в муке практически полностью покрывается за счет собственного производства. Из-за рубежа ввозятся в основном небольшие объемы муки. При этом экспорт превышает импорт.

В последние годы производство муки относительно стабильно (рисунок 1).

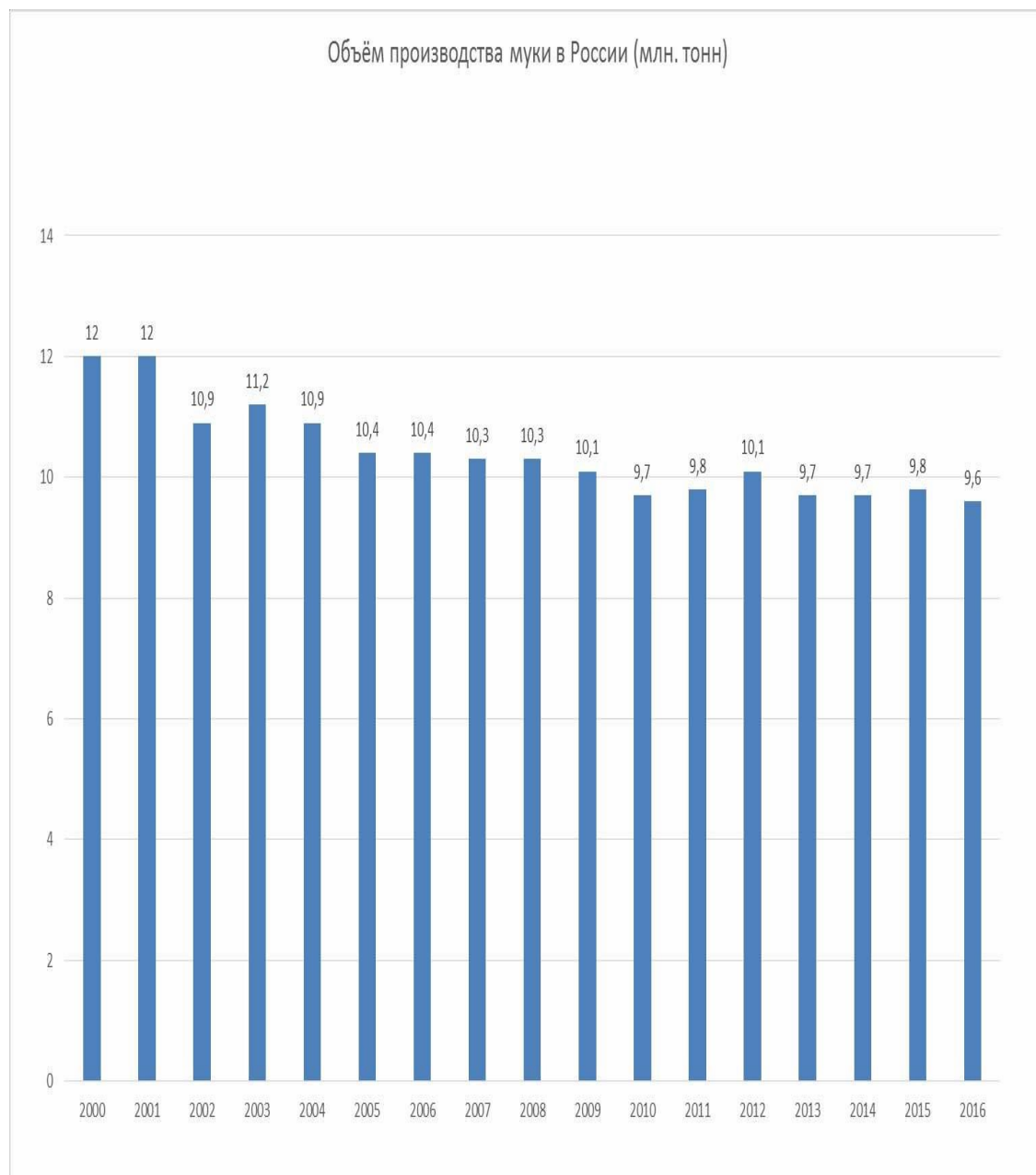


Рисунок 1 – Объём производства муки в России

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

10

Основными потребителями муки являются предприятия пищевой промышленности (хлебокомбинаты, макаронные и кондитерские фабрики, сектор общепита) и домохозяйства. При этом существует прямая зависимость между численностью населения и объёмом потребления муки.

Численность постоянного населения России прекратила сокращаться, а в перспективе возможен ее рост. Одновременно заметно возросла численность мигрантов. В настоящее время количество легальных и нелегальных мигрантов в России составляет по разным оценкам от 10 до 15 млн человек, подавляющая доля которых – выходцы из стран бывшего СССР. Именно мигранты – та группа населения, в которой наблюдается высокий среднедушевой уровень потребления хлеба, – порядка 400–500 граммов в день, что в два раза больше, чем среднее потребление постоянного населения России. Данный фактор в большей степени не учитывается официальной статистикой, поскольку значительная доля хлеба (в том числе различных национальных его сортов) производится в мелких пекарнях, которые не отчитываются перед официальной статистикой.[1]

Так-же не в полной мере учитываются объемы хлеба и булочных изделий, выпекаемых в различных предприятиях торговли. Многие, не только крупные торговые сети, но и небольшие магазины шаговой доступности, обзаводятся в последние годы собственными минипекарнями.

В последние годы заметно вырос спрос со стороны населения на макаронные и мучные кондитерские изделия, что стимулирует рост их производства и, соответственно, увеличение потребления муки данными категориями производителей. (рис. 2)

В сегменте мучных кондитерских изделий рост происходит за счет увеличения потребления продукции с относительно длительными сроками хранения – печенья, вафель и пряников.

Одновременно в последние годы увеличиваются доли в потреблении муки производителей макаронных и мучных кондитерских изделий, а также сектора

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

общепита и отраслей пищевой промышленности – на производство пельменей, пиццы, блинчиков и т.д.[2]

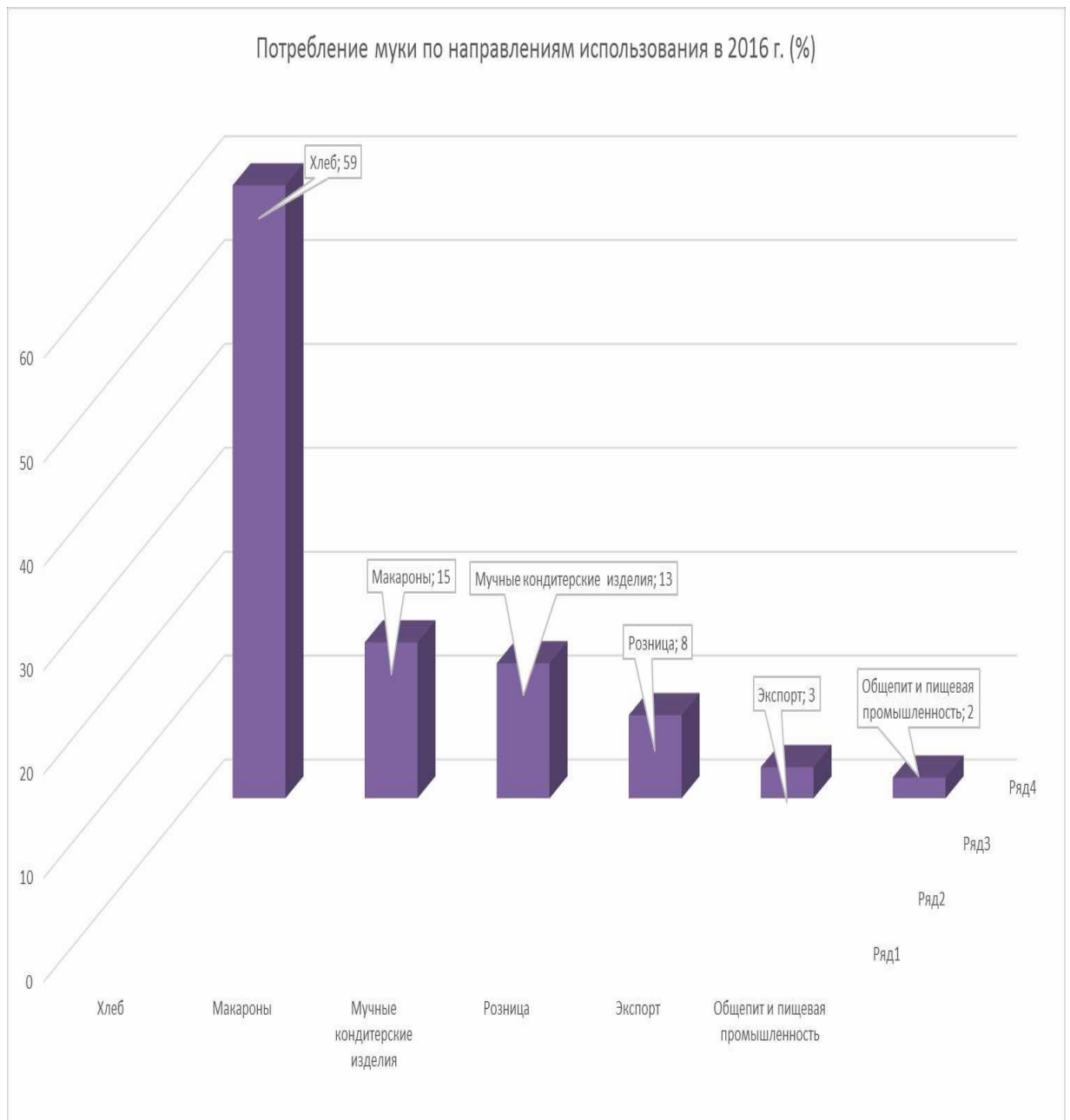


Рисунок 2 – Диаграмма потребления муки по направлениям в 2016 г.

За период с 1876 по 1917 г. диплом инженера имели более 100 мукомолов; для остальных отраслей пищевой промышленности необходимости в подготовке инженеров не было.

В ближайшие годы доля хлеба и хлебобулочных изделий в использовании муки стабилизируется. Потребление муки на производство макарон и макаронных

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

изделий, мучных кондитерских изделий, а также сектором общепита может еще немного увеличиться, а в дальнейшем тоже стабилизируется.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что рынок муки не имеет тенденции к стагнации.

1.3 Проблема мукомольной отрасли и пути её преодоления

Мукомольная отрасль России характеризуется значительным переизбытком мукомольных мощностей. В советские годы в стране в каждом регионе было создано огромное количество «резервных мощностей» – мельниц на случай военной угрозы.

С середины 1990-х годов в стране начали работать небольшие цеха (мини-мельницы) – более 7 тыс. объектов. Несмотря на зачастую низкое качество производимой ими муки и уход от налогов, они продолжают работать до настоящего времени. Во многом это связано с тем, что районные власти заинтересованы в наличии на их территории мощностей по производству муки для местного хлебопечения.

В последние годы наблюдаются достаточно сложные и противоречивые процессы. С одной стороны, имеет место постепенное выбытие устаревших и излишних мощностей. С другой – происходит строительство новых крупных предприятий, а также постоянная модернизация существующих мощностей.

Можно выделить ряд наиболее успешных стратегий, применяемых предприятиями на рынке муки в условиях значительных колебаний цен и уровня прибыльности производства:

открытие крупных предприятий в регионах, обеспеченных высококачественным сырьем – в Западной Сибири, на Северном Кавказе, или в регионах с высоким потенциалом потребления – Москва и Петербург с их областями;

реконструкция мощностей с целью сокращения добавленной стоимости на муку: например, в Центральных регионах, по данным ИКАР, она составляет около 700–800 рублей за тонну, а на крупнейших предприятиях «алтайского кластера» – около 450–500 рублей;

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

высокая загрузка предприятий с целью экономии на обороте;

наличие одного или нескольких розничных брендов на локальном и желательном федеральном уровнях, что обеспечивает высокую прибыльность реализации продукции в рознице;

наличие мощностей для добавления стоимости для такой продукции, как крупы, хлопья, макароны, хлеб, комбикорма и премиксы, что позволяет частично обеспечить стабильную реализацию муки по трансфертным ценам и прибыльность в конце производственной цепочки. Развитие направления по производству хлеба и хлебобулочных изделий актуально в случае возможности занять ведущее положение в регионе в этом сегменте. Это позволяет, с одной стороны, диктовать цены сторонним мукомольным предприятиям, а с другой – контролировать цены в рознице. Стоит отметить, что производство хлеба сопряжено с рисками взаимоотношений с местными администрациями, так как хлеб является социально значимым продуктом;

наличие дистрибьюторской сети реализации продуктов с добавленной стоимостью в ключевых регионах потребления;

включение в состав предприятия подразделения по выращиванию зерновых является высокорискованным в силу специфики сельскохозяйственного производства. Однако работа с ним в рамках партнерских отношений – с соответствующим юридическим статусом – позволяет увеличить прибыльность предприятия за счет стабильности поставок сырья и предсказуемости цен;

диверсификация производства: наличие в регионах производства птицефабрик, предприятий по выпуску мясомолочной продукции, частично обеспечиваемых собственными комбикормами и премиксами, производство бутилированного масла.

Такого рода стратегии больше подходят крупным производителям муки, а небольшие мельницы должны изыскивать собственные, в зависимости от местоположения и уровня технической оснащенности. Разумеется, что любая автоматизация технологического процесса должна приветствоваться.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Здесь следует отметить, что сельское хозяйство как отрасль полностью частная, здесь нет госкомпаний.

1.4 Подготовка зерна к помолу

Чтобы получить оптимальные условия размола зерна, извлечь максимум высокосортной продукции и в то же время не превысить предельно допустимую влажность муки и отрубей, необходимо достаточно точно отрегулировать значение влажности зерна, подаваемого на первую драную систему.

Увлажнение зерна перед размолом применяется на мукомольных предприятиях с целью изменения структурно-механических и биохимических свойств и для улучшения мукомольных качеств зерна: оболочка становится более эластичной, что улучшает ее отделение, а также повышает показатели белизны муки. В то же время вода наоборот снижает прочность эндосперма, способствуя уменьшению сопротивляемости при измельчении. Уменьшается нагрузка на мукомольные машины, уменьшается зольность муки, увеличивается выход муки высших сортов. Следует отметить, таких преимуществ можно достичь, обеспечив оптимальные режимы процесса увлажнения.

На мукомольных предприятиях для получения качественной сортовой муки обрабатывают различные виды зерна, в частности, различные смеси зерен.

Зерно – продукт природный, а не искусственный, откалиброванный. Зерновая масса неоднородна по составу, что обусловлено особенностями созревания отдельных растений и каждой зерновки. Например, масса одной зерновки пшеницы находится в диапазоне от 30 до 50 мг.

Прибавим факторы, оказывающие влияние на влажность отдельно взятой пробы зерна как то: структура зерна, формы пор, их размеры, характер распределения влаги, наличие на измеряемом зерне поверхностной влажности, загрязнений и др.

Поэтому одной из важнейших задач при помоле является обеспечение измерения влажности зерна вне зависимости от свойств как данной помольной партии, так и смены зернового состава.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Для получения нормированного выхода муки стандартного качества зерно перед помолом подвергают очистке и кондиционированию.

Подготовительное (зерноочистительное) отделение современных предприятий занимает примерно 1/3 всей производственной площади. Зерно от сорной примеси очищают в сепараторах, триерах, аспираторах, извлечение минеральной примеси (камни, галька и др.) осуществляется в камнеотделительных машинах. Остаточное содержание сорной примеси не должно превышать 0,4 %, а зерновой – 3 %.

Для отделения зародыша, бородки, верхнего слоя плодовых оболочек, удаления пыли, снижения зольности и обсемененности микроорганизмами проводят сухую обработку поверхности зерна. Для этого его пропускают через обочные (жесткие и мягкие) и щеточные машины. Также в этих целях может проводиться мокрая обработка зерна путем его мойки в моечных машинах.

Обязательно на мельзаводах проводится комплекс ГТО (гидротермическая обработка), или кондиционирование зерна. Для зерна пшеницы с высокой стекловидностью и упругой клейковиной технологически и экономически эффективным является холодное кондиционирование, то есть его увлажнение холодной водой (18-20 С) в шнеках интенсивного увлажнения.

Зерно, имеющее слабую клейковину, могут подвергать горячему или скоростному кондиционированию, увлажняя его горячей водой или паром и нагревая до 60 оС, затем охлаждая.

После увлажнения проводят отволаживание (отлежку) зерна в специальных силосах в течение 8-24 часов, в зависимости от исходной влажности и стекловидности. Эти приемы могут повторять.

В результате кондиционирования (увлажнения и отволаживания) повышается влажность зерна до 15,5-16 %, улучшаются его структурно-механические, физические и биохимические свойства, эндосперм становится более хрупким, а оболочки – эластичными и прочными. В связи с этим, зерно лучше измельчается при помолу, оболочки легко отделяются от эндосперма,

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

образуя крупные отруби, на 20-30 % снижается расход электроэнергии и износ мельничного оборудования, на 1,5-2 % увеличивается выход муки, особенно высоких сортов. Таким образом, экономическая и технологическая эффективность кондиционирования зерна высока.

Непосредственно перед помолом могут проводить формирование помольных смесей, смешивая зерно пшеницы разного качества. Это позволяет стабилизировать качество зерна (общая стекловидность 50-60 %, содержание клейковины 23 %) для правильного поддержания режимов и схем помола.

1.5 Технология помола

Помол начинается с драного процесса, в результате которого зерно постепенно измельчается на промежуточные продукты – крупки и дунсты. Процесс осуществляется на вальцовых станках, рабочими органами которых служит пара вальцов, вращающихся с разными скоростями. В результате различных скоростей вращения и рифленой поверхности вальцов зерно и продукты его измельчения, проходящие между ними, раскалываются и дробятся.

В драном процессе участвуют несколько вальцовых систем.

Для разделения по крупности (сортировки по размерам) крупки и дунсты направляют в просеивающие машины – рассевы. Каждый рассев представляет собой шкаф, разделенный на несколько секций, состоящих из набора ситовых рам с разными размерами отверстий и сборных днищ, и оборудованных каналами для выпуска продуктов. После каждой драной системы установлен свой рассев. Верхние сходы с рассева, не просеявшиеся через наиболее крупные сита, направляются на следующие драные системы для дальнейшего измельчения. Проход через более мелкие сита отсортировывается в виде муки, мелкой, средней и крупной крупок, мягкого и жесткого дунста. Каждый продукт после сортировки по размерам обрабатывается по разным схемам.

После рассевов крупки при развитых схемах помола поступают в ситовые машины, сортирующие их по качеству (добротности) и размеру. Этот процесс называется обогащением крупок, он позволяет увеличить выход муки высшего сорта при сортовых помолах. Ситовые машины сортируют

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

продукты с помощью установленных в 2-3 яруса ситовых рам с возвратно-поступательным движением и потока воздуха, проходящего через сита. Создается псевдооживленный слой крупок, находящихся во взвешенном состоянии. Наиболее добротные мелкие крупки с пониженной зольностью (1-й группы), содержащие в основном эндосперм, имеют высокую плотность и низкую парусность.

Они преодолевают сопротивление потока воздуха, быстро просеиваются через сита и направляются в вальцовые станки, где домалываются в муку. Крупки с частицами оболочки (сростки) имеют повышенную парусность. Они, как правило, идут сходом с сит и направляются на драные системы для измельчения или в шлифовочные вальцовые станки, оборудованные вальцами без рифлей. В них происходит процесс обработки крупок с оболочками, который называется шлифовочным. После этого значительно снижается зольность крупок, которые снова проходят сортировку перед размолотом.

После ситовеечных машин мелкие по размеру добротные крупки (2-3 %) не домалывают в муку, а направляют в склад готовой продукции и именуют манной крупой.

Отсортированные крупки и дунсты домалывают в муку (с отсеиванием ее на отсевах) на вальцовых станках с мелко рифлеными или микрошероховатыми вальцами. Этот процесс называется размольным. При сортовых помолах работает несколько размольных систем (от 3 до 12). Вся полученная мука проходит через контрольные отсеивы и поступает в выбойное отделение мельницы. Отруби выделяются верхним сходом с отсеивов последних драных и размольных систем или на бичевых машинах для вымола оболочек[10]

1.6 Порядок размещения зерна в элеваторе мельницы

Зерно, поступающее на мельницу, закладывают на предварительное хранение в элеватор. Рекомендуются, чтобы запас зерна был равен не менее месячной

производительности мельницы. Зерно в элеваторе размещают с учетом его свойств и показателей качества. Партии зерна хранят отдельно:

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

по типу, желательно при этом учитывать также сорт и район произрастания;
влажности — при разности значений в 1 % и более;
стекловидности — менее 40 %, от 40 до 60 и более 60 %;
зольности — менее 1,85 и более 1,85 %;
содержанию клейковины — свыше 25 %, от 25 до 20 и ниже 20 %.

Кроме того, отдельно хранят зерно сильной и слабой пшеницы, поврежденное клопом-черепашкой, полынное и т. п. Строгое выполнение этих требований позволяет инженеру-технологу так подобрать компоненты помольной партии, чтобы она обладала достаточно высокими технологическими свойствами, причем на протяжении более длительного периода.

1.7 Важность увлажнения зерна

Увлажнение зерна перед помолом на мукомольных предприятиях является одним из важнейших условий повышения качества производимой продукции. При грамотном увлажнении улучшаются помольные качества зерна, уменьшается нагрузка на мукомольные машины, уменьшается зольность муки, как результат — увеличивается выход муки высших сортов.

Одним из основных процессов подготовки зерна к помолу, качественно улучшающий его продовольственное использование, является гидротермическая обработка зерна. Применение гидротепловой обработки зерна или, как мы часто говорим, кондиционирование зерна, дает комплексный производственный эффект, который включает три группы показателей: технологические, энергетические и экономические.

В процессе увлажнения и последующего отволаживания зерна на мельницах облегчается отделение оболочек, увеличивается выход крупок в драном процессе и зольность отрубей. В результате увеличивается выход муки, уменьшается ее зольность и увеличивается показатель белизны, улучшается качество клейковины.

На хлебозаводах, которые перерабатывают такую муку, оптимизируется технологический процесс, увеличивается объемный выход хлеба, улучшается структура мякиша и цвет хлеба.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						19
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

1.8 Описание процесса увлажнения зерна

Проникая в эндосперм, влага способствует его разупрочнению, образуя в нем закритические напряжения вследствие градиента влажности и неравномерного набухания биополимеров. Так как влажность наружных и внутренних слоев эндосперма различна, набухают они неравномерно, что вызывает напряженное состояние материала. Кроме того, крахмал и белки в клетках эндосперма каждого слоя набухают также неравномерно. В результате при достижении критических значений напряжений в эндосперме начинается образование микротрещин. Трещины являются капиллярами, по которым влага проникает внутрь зерновки с расклинивающим эффектом. Таким образом, происходят предразрушение и разупрочнение эндосперма

По иному изменяются свойства оболочек. С повышением влажности они пластифицируются, снижается их хрупкость. Это происходит вследствие набухания полисахаридов - гемицеллюлоз, клетчатки и лигнина.

Непосредственно перед измельчением зерно дополнительно увлажняют на 0,3 ... 0,5 % с доведением его влажности до рекомендуемой правилами

Кондиционирование зерна при подготовке его к помолу приводит к повышению выхода и качества сортовой муки. Без кондиционирования муку высшего сорта получить практически невозможно.

Исходная влажность зерна при высокосортных помолах пшеницы и ржи должна быть не выше 13 %, при других типах сортовых помолов — до 14 %; при простом помолу в обойную муку на уровне, обеспечивающем производство муки влажностью не выше 15 %.

Особое значение имеет гидротермическая обработка как основной метод направленного преобразования исходных технологических свойств зерна, придания ему оптимальных свойств. Регламент этого процесса, степень

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

увлажнения зерна, длительность отволаживания и кратность этапов определяются характеристикой поступающих партий зерна.

Гидротермическую обработку зерна по методу холодного кондиционирования проводят лишь в том случае, если исходная влажность ниже 14 %.

В связи с высокой пластичностью зерна ржи его увлажняют в меньшей степени, чем зерно пшеницы (не выше 14,5 %), и отволаживают не выше 8 ч.

Для мойки зерна разрешается использовать только питьевую воду, при этом ее расход составляет около 2 м³ на 1 т зерна; после мойки зерна вода содержит большое количество загрязнений, в том числе микробиологических. Такую воду перед сбросом в канализацию необходимо очищать.

1.9 Выбор способа измерения влажности

Попытаемся выбрать наиболее приемлемый способ измерения влажности. Использовать для точного измерения влажности зерна кондуктометрические датчики достаточно проблематично. Особенно сложно кондуктометрическими измерителями контролировать малые влажности, когда электрическое сопротивление еще очень велико, а мешающие факторы вносят большую погрешность. В наиболее важном для контроля диапазоне 5-17 % даже отдельно взятое зерно имеет сопротивление десятки МОм. Для пробы зерна порядок значений сопротивления будет еще больше. Измерить сопротивление в сотни Мом с малой погрешностью технически непросто и соответственно сложно получить точное значение влажности. Кондуктометрический метод измерения вполне подходит для материалов, имеющих невысокое первоначальное сопротивление, но трудно реализуем для поточных датчиков зерна. Диэлькометрические датчики (емкостные) и однопараметрические СВЧ-влажмеры оказываются в сильной зависимости от свойств зерна.

Для получения точных значений влажности такими датчиками в условиях поточного измерения необходимо обеспечить воспроизводимость факторов, влияющих на результаты измерения.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Как правило, нужно стабилизировать плотность потока в измерительном пространстве чувствительного элемента, обеспечить стабильность измерительной ячейки, особенно при возможности загрязнения, меняющаяся жесткость воды – это в производственных условиях вынуждает к использованию дополнительных приспособлений, либо к введению поправок на аппаратную погрешность, что усложняет эксплуатационные свойства прибора.

Поскольку при первоначальной обработке новой зерновой смеси еще не известны свойства зерна данной помольной партии, влияющие на диэлектрическую проницаемость, то, по меньшей мере, после каждой смены одного сорта зерна на другой или после изменения состава помольной партии, нужно проводить новую калибровку датчика влажности для достижения приемлимой точности измерения. Это влечет за собой необходимость проводить достаточно трудоемкие лабораторные измерения. Вместе с тем это означает определенные ограничения для существующих приборов измерения влажности, основанных на диэлькометрических свойствах зерна.

В конечном итоге нам необходимо определить влажность продукта, а не учитывать и пересчитывать в поправки к измеренной влажности различные свойства зерна, во многих случаях не поддающиеся учету.

Влияние физических свойств зерна математически можно устранить по принципу: есть две неизвестные переменные (влажность и свойства зерна), для однозначного решения необходимы минимум два уравнения. Что означает: при построении датчика влажности, не зависящего от свойств зерна, необходимо организовать измерение влажности по нескольким параметрам являющимся функцией влагосодержания.

Одним из приборов, реализующих такой способ измерения влажности, является многопараметрический СВЧ датчик влажности.

При отсутствии зерна в трубке измерительный резонатор имеет собственную частоту и амплитуду. После заполнения трубки резонатора зерном

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

с влажностью, например, около частота и амплитуда уменьшаются, а с увеличением влажности зерна еще происходит большее уменьшение частоты и амплитуды.

Таким образом, измеряя значение частоты и амплитуды, получаем однозначную связь между указанными параметрами и влагосодержанием зерна. Изменениями величины или сорта зерна, постоянно компенсируются в самом датчике путем решения наших двух уравнений.

А введение дополнительной «опорной» частоты излучения, не взаимодействующей с зерном, позволяет избавиться дестабилизирующих факторов: изменения температуры и влажности воздуха, изменения мощности генератора, температурной нестабильности элементов, старение элементов СВЧ тракта и т.п.

Такой способ измерения влажности обладает наиболее достижимой на сегодняшний день точностью. Датчик – бесконтактный, легко встраивается в поток, не требует дополнительных приспособлений, устройств подготовки пробы, бесконечных калибровок, имеет минимум ручных настроек.

1.10 Требования к зерну для помола

Современные мельницы снабжены мощным парком различных машин, осуществляющих очистку поступающего зерна от примесей, а также выполняющих другие технологические операции, необходимые для придания зерну оптимальных мукомольных свойств.

Однако для достижения установленных результатов помола по выходу и качеству муки к партиям зерна, предназначенным для помола, предъявляют определенные требования. Исходная влажность зерна при высокосортных помолах пшеницы и ржи должна быть не выше 13 %, при других типах сортовых помолов — до 14 %; при простом помоле в обойную муку — на уровне, обеспечивающем производство муки влажностью не выше 15 %. [12]

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Содержание сорной примеси в зерне ограничивается на уровне 2 %, в том числе вредной примеси — не более 0,2 % и испорченных зерен — не более 1%. Содержание зерновой примеси — не более 5 % для пшеницы и 4 % для ржи, в том числе проросших зерен — не более 3 %. Дополнительно ограничивается содержание зерен, пораженных фузариозом, — не выше 1%; в этом случае содержание микотоксина в 1 кг зерна не должно превышать 1 мг, что ниже допустимой нормы. При помолах пшеницы содержание клейковины и ее качество должны обеспечивать стандартное качество муки по этому показателю. Для обеспечения высокого технологического эффекта помола подготовительные операции играют важную роль. Установлены предельно допустимые нормы остаточного содержания сорной примеси: при хлебопекарных помолах пшеницы и ржи — не более 0,4 %; макаронных помолах пшеницы и хлебопекарных помолах с отбором макаронной муки — не более 0,3 %. В числе сорной примеси содержание вредной примеси не должно превышать 0,05 %, а куколя — не более 0,1% (при макаронных помолах — 0,05 %), фузариозных зерен — не более 0,3, а в твердой пшенице — не более 0,6 %. Особое значение имеет гидротермическая обработка как основной метод направленного преобразования исходных технологических свойств зерна, придания ему оптимальных свойств. Регламент этого процесса, степень увлажнения зерна, длительность отволаживания и кратность этапов определяются характеристикой поступающих партий зерна.

1.11 Актуальность автоматизации этого процесса

Как правило, предприятия мукомольной промышленности страдают от того, что линии по увлажнению зерна находятся в неработающем состоянии и производственный персонал вынужден вводить воду по оценке "на глазок" толщины струи ("полпальца", "палец" и т. п.). Причин тому много, например, разбитые колбы стеклянных ротаметров, засорение входных фильтров очистки воды, неудобство постоянной ручной регулировки подачи воды и т. д. Однако основным является то, что в существующих системах холодного кондиционирования зерна погрешность процесса увлажнения соизмерима

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

с требуемой величиной доувлажнения (разницей значений исходной влажности зерна и влажности зерна на 1-й драной системе), которая составляет 2-3% общего веса. Увлажнение и отволаживание пшеницы с исходной влажностью менее 12% рекомендуется осуществлять последовательно в два этапа, при этом соотношение величины приращения влаги на первом и втором этапах ориентировочно должно составлять 3: 1, что делает еще более неэффективным применение устаревших систем увлажнения.

Неуклонное техническое совершенствование производства способствует созданию новых машин и прогрессивных технологических процессов. Во многих случаях без дополнительных специальных устройств человек не в состоянии осуществлять функции контроля и управления машинами и производственными процессами. Это, в свою очередь, вызывает необходимость создания новых специальных средств и систем управления, освобождающих человека от контроля за машинами и облегчающих его труд.

При помощи автоматических устройств в зависимости от их назначения можно осуществить следующие функции:

- измерение параметров процесса для определения действительной их величины;
- сигнализацию, т.е. подачу световых и звуковых сигналов при определенных режимах работы оборудования и определенных значениях параметров производственных процессов;
- управление машинами и механизмами, обеспечивающее своевременное начало, заданную последовательность и прекращение определенных производственных операций в функции времени, пути и т.д.;
- защиту при возникновении аварийных режимов, заключающуюся в остановке процесса и прекращении работы машин;
- блокировку, предотвращающую неправильные, ведущие к аварии включения или другие срабатывания машин и механизмов;

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						25
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

- контроль, заключающийся в постоянном измерении определенных параметров процессов с выдачей соответствующих сигналов на устройстве регистрации, сигнализации, блокировки и управления;

- регулирование, т.е. поддержание величины параметров процесса на определенном уровне или изменение их по заданному закону.

Значение автоматизации процесса увлажнения зерна приобрело особую важность в сегодняшних условиях, когда количество производителей зерна возросло, а размер партий зерна, поставляемого на мельницу, уменьшился. Колебание влажности зерна, поступающего в зерноочистку в течение одной смены, достигает значительных величин.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						26
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

2. Гидротермическая обработка зерна

2.1. Задачи ГТО. Механизм разрыхления эндосперма зерна при отволаживании

Основная цель ГТО на мельницах состоит в направленном изменении исходных технологических свойств зерна в заданном направлении для стабилизации их на оптимальном уровне. Поступающее на предприятия зерно обычно имеет невысокую влажность, структурно-механические свойства эндосперма и оболочек отличаются незначительно. Вследствие этого разделить их сложно, перерабатывать такое зерно трудно. При проведении ГТО прежде всего стремятся усилить различие свойств оболочек и эндосперма.

При этом на мельнице процесс ведут так, чтобы снизить прочность эндосперма и повысить прочность оболочек.

При этом, чем заметнее произойдут изменения, тем выше будет эффективность переработки зерна в муку. Степень изменения технологических свойств зерна определяется конкретным способом ГТО и особенностями взаимодействия зерна с водой. Основным фактором, под воздействием которого происходит преобразование свойств зерна в процессе ГТО, является изменение его влажности. Возрастает объем зерна пшеницы при холодном кондиционировании. Особенно заметно развивается набухание зерна при влажности 14...16 %. Одновременно с этим, в этом же диапазоне влажности, происходят и наиболее существенные изменения всех остальных свойств зерна. Следовательно, регулируя степень увлажнения зерна, технолог может направленно изменять весь комплекс его свойств, с тем, чтобы обеспечить в дальнейшем максимальную технологическую и экономическую эффективность переработки зерна в муку. При увлажнении в зерне развиваются сложные процессы, в результате которых изменяются все его свойства. При этом плотность зерна снижается, т. е. возрастает его удельный объем. Это означает, что происходит разрыхление эндосперма зерна. Данное явление обусловлено

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

тремя основными факторами: набуханием белков; частичным гидролизом углеводов и белков вследствие активации ферментного комплекса зерна; разрушением исходной плотной структуры эндосперма, приводящим к микротрещинам. При набухании белков изменяется конформация их макромолекул, внедрение в них молекул воды приводит к более рыхлому расположению их боковых цепей. Дополнительное влияние оказывает резко отличающаяся способность к набуханию белковых матриц и крахмальных гранул эндосперма. Биохимическая деструкция биополимеров приводит к образованию низкомолекулярных фрагментов белков и углеводов. Но главным фактором разрыхления эндосперма является процесс образования микротрещин, который возникает вследствие особого механизма взаимодействия зерна с водой. Микротрещины появляются только в стекловидном эндосперме зерна пшеницы, риса и кукурузы. В мучнистом эндосперме они не возникают, так как их развитию препятствует наличие микрополостей между группами крахмальных гранул; иногда 32 наблюдается отслаивание гранул от белковых матриц. Наибольшее число трещин в данном случае образуется через 8 ч после увлажнения зерна. Через 16 ч часть мелких трещин исчезает, «залечивается» вследствие набухания белковых матриц; через 48 ч остаются только наиболее крупные первичные трещины. Опыт показывает, что вода в микротрещины проникает не сразу после их появления. Это является следствием диффузионного характера внутреннего влагопереноса в зерне. Интенсивность образования микротрещин возрастает прямолинейно с увеличением степени увлажнения зерна, но трещины образуются только при влажности 14,5...17,0 %; при меньших значениях возникающее напряжение недостаточно для разрыва тканей эндосперма, при 17,5 % и выше пластические свойства зерна становятся преобладающими, что исключает образование трещин. Наивысшая интенсивность отмечена от 3 до 5 часов отволаживания. [4]

Эффект разрыхления эндосперма внешне выражается приращением удельного объема зерна; величина $A_{Ууд}$ является его количественной мерой.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Первые микротрещины появляются уже через 1 ч, а затем их развитие происходит и интенсивном режиме.

Вследствие сложного сочетания в зерне физико- химических, коллоидно- химических и биохимических процессов степень разрыхления сначала возрастает, достигает наибольшей величины, а затем постепенно снижается. В момент максимального разрыхления эндосперма зерно приобретает оптимальные свойства для измельчения. Если в этот момент повторить увлажнение, то вновь произойдет возрастание 4 г уА : такой случай двухэтапного увлажнения — отволаживания зерна приведен на рис. 14.11. Но для достижения максимума на второй ветви кривой требуется примерно в два раза меньше времени, чем для первого этапа отволаживания. Таким образом, графики приращения удельного объема зерна $OV_{уд}$ при отволаживании можно определить как кривые разрыхления эндосперма. В соответствии с развитием этого процесса изменяются и мукомольные свойства зерна: возрастает извлечение эндосперма, выход муки, снижается расход энергии на измельчение. Однако следует иметь в виду, что период достижения максимальной степени разрыхления эндосперма зависит от исходной характеристики зерна. Например, в опытах с яровой белозерной пшеницей получено, что оптимальная длительность первого этапа отволаживания составляет 6 ч, яровой краснозерной пшеницы — 10...12 ч, озимой краснозерной — 16 ч. При повышении температуры протяженность этого периода сокращается и возрастает степень разрыхления эндосперма. Температурный оптимум для различного зерна лежит в пределах 45...55 °С

2.2. Определение оптимальных параметров ГТО зерна

Повышаются мукомольные свойства зерна под влиянием ГТО. Одновременно улучшаются хлебопекарные достоинства муки, особенно при скоростном кондиционировании за счет более высокого содержания витаминов и белка повышается также пищевая ценность муки. Одновременно с этим за счет разрыхления эндосперма зерна при ГТО на 10...20 % снижается расход энергии на

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

помол зерна. Современная технология муки при подготовке зерна по методу холодного кондиционирования позволяет получить 76...78 % муки, в том числе до 75 % высшего 33 сорта. Под воздействием специально избранных режимов ГТО можно заметно изменить биохимическую характеристику зерна. Так, при повышении влажности от 14 до 17...18 % существенно возрастает активность ферментов зерна, что отражается на состоянии углеводного и белкового комплексов зерна. Имеется возможность также направленного воздействия на свойства клейковины. Известно, что аминокислотный состав слабой и сильной пшеницы не имеет заметных различий, следовательно, «сила» зерна определяется особыми структурными свойствами клейковинного комплекса. Эти свойства клейковины в значительной степени определяются наличием в макромолекулах белков дисульфидных связей и сульфгидрильных групп. Серьезное изменение клейковинного комплекса. В результате проведенных исследований заметно повысилась эластичность клейковины, слабая клейковина перешла в группу удовлетворительной. При организации и ведении ГТО важное значение имеет выбор таких параметров процесса, которые обеспечивали бы максимальный технологический эффект. [4]

В мукомольном производстве оптимальными параметрами ГТО являются влажность зерна перед измельчением, температура и длительность обработки.

В любом случае ГТО является многофакторным процессом и решение задачи не всегда осуществимо простым способом. Значительно упрощается задача в технологии муки при холодном кондиционировании зерна — в этом случае основное значение имеет только влажность зерна и длительность процесса. Практически однозначно определены требования к температуре зерна при холодном кондиционировании: она должна находиться в пределах 20 ± 2 °С, поэтому охлажденное зерно необходимо подогреть до этого уровня. При скоростном кондиционировании уровень нагревания зерна зависит от качества клейковины: чем она слабее, тем выше его значение. При нагреве белки уплотняются и по этому слабая клейковина может быть переведена в разряд нормальной, и наоборот, для крепкой клейковины излишний нагрев вреден.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Оптимальное значение влажности лежит в пределах 15...17 %, именно в этом диапазоне влажности происходят существенные преобразования всех свойств зерна, интенсивно развивается разрыхление эндосперма. При сортовых помолах ржи увлажнение и отволаживание зерна проводят только в том случае, если его исходная влажность меньше 14,0 %; длительность отволаживания — от 3 до 6 ч, конечная влажность зерна — 14,0...15,0 %. Низшие значения влажности и времени отволаживания следует применять для зерна низкой стекловидности, а максимальные — для зерна высокой стекловидности. Меньшие значения параметров в табл. 14.5 относятся к яровой краснозерной пшенице, а в случае пшеницы II типа (Дурум) — при стекловидности зерна ниже 80 %. Во всех случаях ГТО пшеницы и ржи непосредственно перед измельчением осуществляют кондиционирование оболочек, для чего зерно увлажняют на 0,3...0,5 % и проводят кратковременное отволаживание в течение 20...30 мин. за это время вода не успеет проникнуть в эндосперм, Высокая влажность оболочек обеспечивает их прочность, и при измельчении они формируют крупные отруби. Рациональные параметры холодного кондиционирования определяются посредством проведения серии лабораторных помолов зерна и расчета комплексного критерия эффективности помола E (%). Технологический эффект, достигнутый в результате применения ГТО, оценивают или по конечному результату переработки зерна, или по некоторым промежуточным результатам. При сортовом помоле пшеницы этот эффект можно определить уже 34 на первом этапе размола зерна, в драном процессе, по количеству и качеству образующихся частиц эндосперма на первых трех технологических системах измельчения. Эти промежуточные фракции на пути превращения зерна в муку получили название продуктов 1-го качества. Их суммарное извлечение (выход) и зольность в значительной степени определяют выход и качество муки; между этими показателями существует тесная корреляция.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

3. Существующие устройства и системы увлажнения зерна

3.1 Увлажнительная машина ЗЗМ-2

Водоструйная машина ЗЗМ-2 (рис. 3) используется в схеме подготовки зерна к помолу для дополнительного увлажнения его после моечной машины, а на мукомольных заводах, где нет моечных машин, является основным аппаратом для увлажнения зерна. Машина увлажняет 5—8 т зерна в час на 0,5—4%.

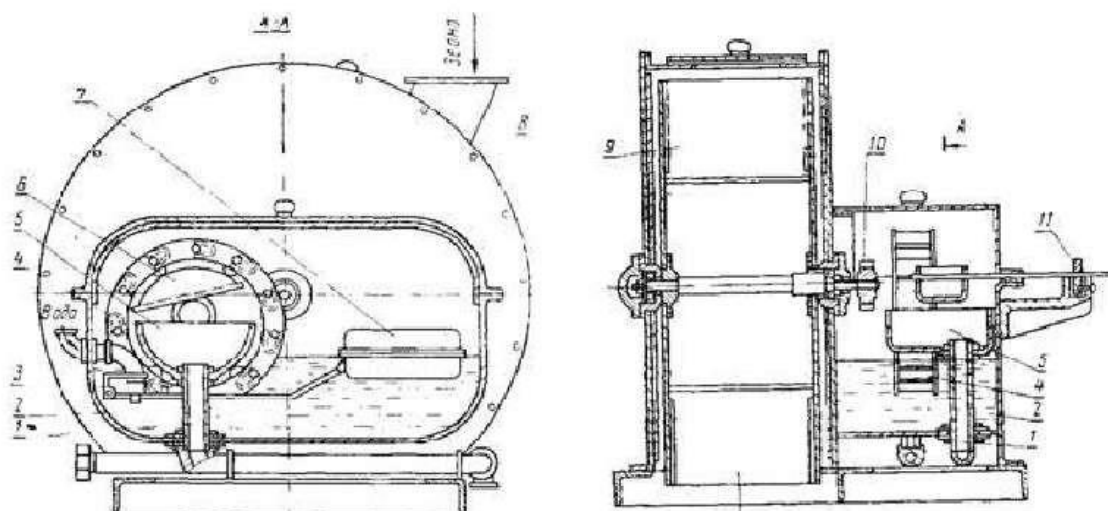


Рис. 3 - Увлажнительная машина ЗЗМ-2:

1-труба; 2-резервуар; 3-клапан; 4 — колесо водоналивное; 5-воронка; 6 - лоток; 7 —поплавок; 8 - патрубок приемный; 9 — колесо лопастное, 10 — передача зубчатая; 11 — винтовой механизм.

Техническая характеристика ЗЗМ-2

Производительность, т/ч . 5—8

Степень увлажнения зерна, % 0,5—4

Зерно, поступающее через приемный патрубок, падает на лопастное колесо 9 и приводит его в движение. Скорость вращения колеса пропорциональна

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

количеству поступающего зерна. Колесо через зубчатую передачу 10 передает вращение водоналивному колесу 4 с установленными на нем ковшиками, которые зачерпывают воду из резервуара 2 и выливают в воронку 5. Вода по трубе 1 поступает в шнек, в который также поступает зерно, подлежащее увлажнению. Длина шнека должна быть не менее 6 м. Для лучшего перемешивания рекомендуется устанавливать два шнека один над другим. Бункера для отволаживания зерна в этом случае заполняются из нижнего шнека.

Количество воды, подаваемой в шнек, устанавливается лотком 6, положение которого регулируется винтовым регулятором 11. Чем меньше лоток перекрывает воронку, тем меньше воды сливается обратно в резервуар и тем больше ее направляется в шнек машины для увлажнения зерна. Для доувлажнения зерна перед I драной системой (кондиционирование оболочек) на мукомольных заводах применяют увлажнительную машину ЗУМ-2 водораспыливающего действия. Кроме того, за последнее время все более широкое распространение получает водораспыливающая увлажнительная машина Т1-БУВ-10. Это машина центробежного типа, увлажняет зерно водой в распыленном состоянии. Разбрызгивающий механизм машины состоит из горизонтально расположенных в корпусе двух чугунных дисков \varnothing 400 мм, вращающихся с окружной скоростью 33 м/с. Верхний диск служит для разбрасывания зерна, а нижний — для разбрызгивания воды. Зерно, подлежащее увлажнению, поступает на верхний диск и под действием центробежной силы разбрасывается по сторонам в корпусе машины. На нижний диск поступает вода, которая также разбрызгивается в корпусе машины, создавая водяную завесу, через которую проходит спадающее с верхнего диска зерно. В этот момент и происходит увлажнение поверхности зерна. Увлажненное зерно попадает на тарелку смесителя, перемешивается и выводится из машины.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

3.2 Увлажнительная машина ЗУМ-2

Увлажнительная машина ЗУМ-2. Работает она по принципу центробежного водораспыления, распределяя влагу равномернее, чем водоструйная увлажнительная машина. Машина ЗУМ-2 предназначена для увлажнения зерна на заключительном этапе подготовки его к помолу перед I драной системой.

Машина (рис. 4) состоит из металлического корпуса 2, в котором на нижнем конце вертикального вала 4 укреплены водораспылительный диск 1 и зернораз-брызгивающий диск 3. Вал с дисками приводится во вращение соосно установленным на валу электродвигателем 5. Зерно в машину подается через загрузочную воронку с заслонкой 6. Под давлением зерна заслонка 6 поворачивается, открывая отверстие, и зерно падает на зерноразбрызгивающий диск 3.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						34
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

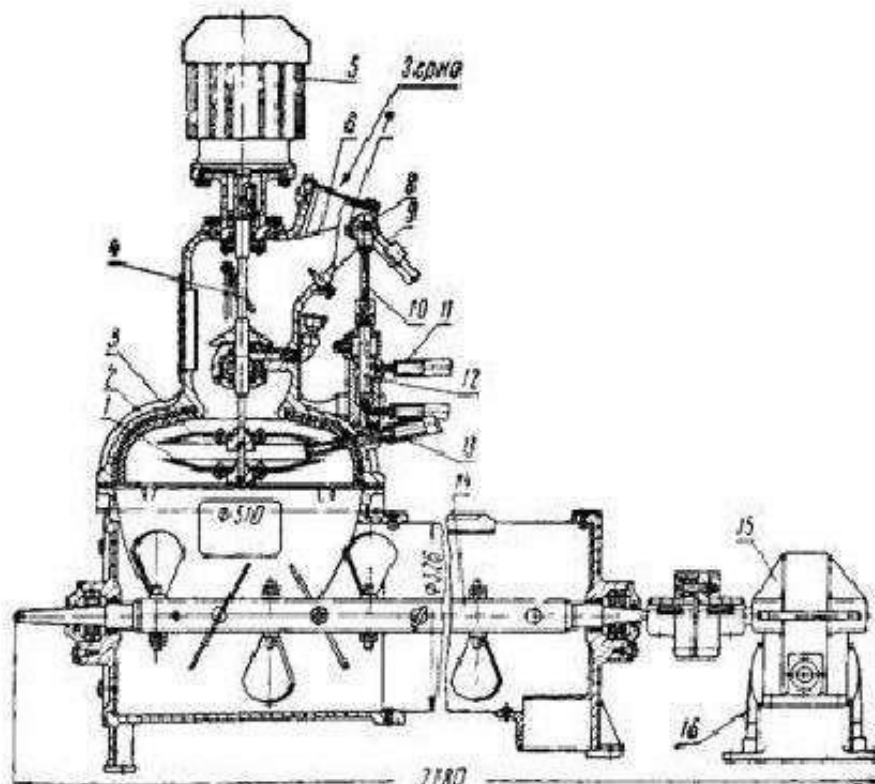


Рис.4-Увлажнительная машина ЗУМ-2

- 1, 3 — диски; 2 — корпус; 4 — вал;
 5, 16— электродвигатели, 6—заслонка, 7 — кулиса, 8 — валик, 9—
 противовес, 10 — тяга, 11, 13 — трубы, 12 — клапан игольчатый, 14 — шнек;
 15 — редуктор

Вместе с заслонкой поворачивается по часовой стрелке валик 8 и рычаг с грузом 9. Кроме того, к валику прикреплена кулиса 7, в пазе которой перемещается палец с серьгой. К серьге подвешена тяга 10 с игольчатым клапаном 12 на конце.

Этот механизм позволяет регулировать подачу воды в зависимости от количества поступающего через заслонку зерна. Вода из водопровода проходит через ротаметр и по трубам 11 и 13 поступает на водораспыливающий диск 1, где происходит увлажнение зерна, разбрасываемого диском 3.

Увлажненное зерно падает в смесительный шнек 14, который приводится в движение электродвигателем 16 с редуктором 15. Электродвигатели 5 и 16 заблокированы.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

1. Техническая характеристика ЗУМ-2
2. Производительность, т/ч 10
3. Максимальная подача воды, л/ч 250

3.3 Увлажнительная машина Т1-БУВ-10

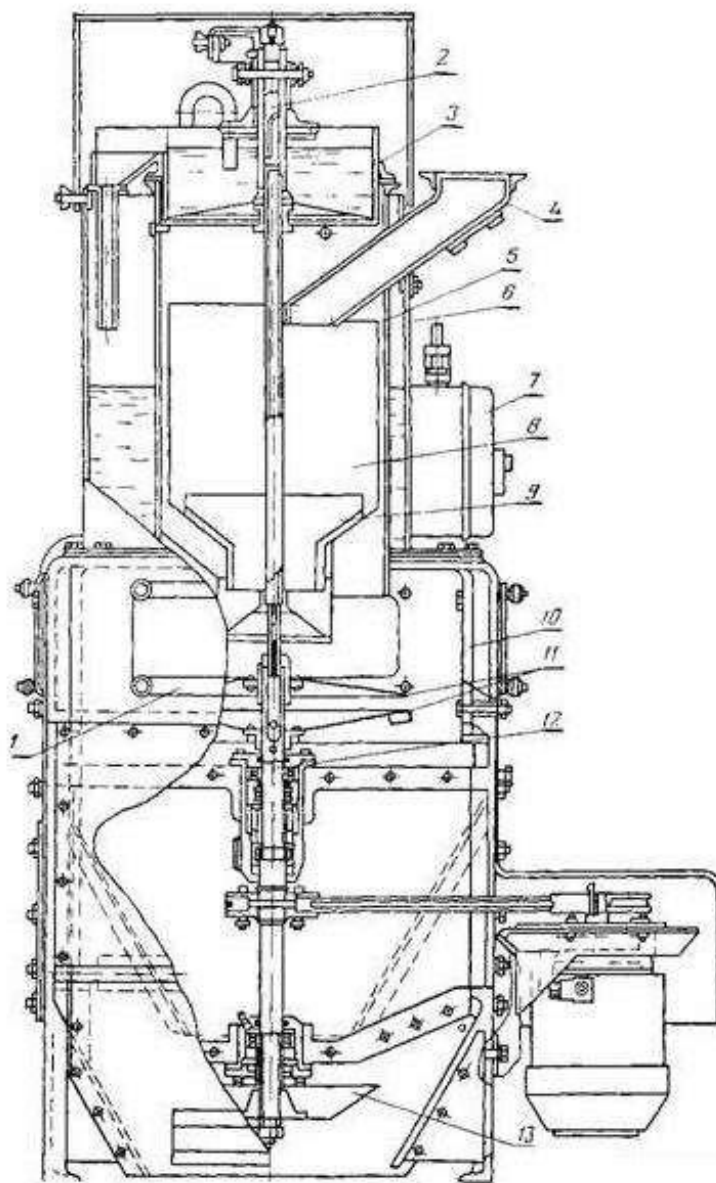


Рис 5 - Увлажнительная машина Т1 БУВ 10

1 —рычаг 2 — дозатор 3 — бачок для воды 4— патрубок приемный 5 — цилиндр 6 — питатель 7 — электронасос 8 — бункер подвижно 9 — клапан, 10 — корпус 11 — диски 12 — узел разбрызгивателя 13 — смеситель

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

36

Увлажнительная машина Т1-БУВ-10. Предназначена для увлажнения поверхности зерна в процессе его подготовки к помолу на мукомольных заводах сортового помола производительностью более 200 т/сутки.

Машина центробежного типа, увлажняет зерно водой в распыленном состоянии. Основные ее узлы — питатель 6 (рис. 5) с электронасосом 7 (установленные на корпусе машины) и корпус 10 с разбрызгивающим механизмом. Питатель обеспечивает равномерное увлажнение зерна, так как вода подается в зависимости от количества поступающего зерна.

Корпус машины состоит из крышки, двух чугунных разъемных боковин, узла разбрызгивателя 12, в который входят вертикальный вал разъемной конструкции с закрепленными на нем дисками, смеситель 13 и шкив. Полный вал в верхней части имеет отверстие для выхода воды на диск. Верхний диск служит для разбрасывания зерна, а нижний — для разбрызгивания воды. Лопасты нижнего диска предназначены для удаления пыли со стенок корпуса. Для доступа внутрь машины предусмотрены окна из оргстекла.

Зерно через приемный патрубок 4 поступает в бункер 8 и, открывая клапан 9 выходного отверстия, опускает его вниз. Вода, заполнив резервуар, насосом подается в верхний бачок до уровня среза. Установленный в резервуар дозатор 2 представляет собой цилиндр с прорезью, величину которой регулируют по ширине и фиксируют на специальной шкале в зависимости от за данного процента увлажнения. Нижняя кромка прорези дозатора на 5 мм выше уровня воды в бачке, что препятствует поступлению воды в машину.

При перемещении бункера с зерном образуется кольцевая щель, через которую зерно падает на верхний диск и разбрасывается в радиальном направлении. Пропорционально поступающему количеству зерна устанавливается прорезь цилиндра, через которую вода из бачка поступает на нижний разбрызгивающий диск. При прохождении потока зерна через распыленную влагу происходит увлажнение его поверхности. Зерно падает на тарелку смесителя 13, перемешивается и выводится из машины.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Техническая характеристика Т1-БУВ-10

Производительность т/ч 12—18

Подача воды (максимальная), л/ч 400—500

Увлажнение зерна % 0,3—1,0

3.4 Машина для увлажнения зерна А1-БШУ-1

Машина А1-БШУ-1 состоит из корпуса, бичевого ротора, привода, рамы, индикатора наличия зерна, системы управления подачей воды. Корпус 3 с горизонтальными разъемами выполнен из нержавеющей стали. Обе половины соединены между собой болтами. С торцов корпус имеет стенки, к которым болтами прикреплены опоры рамы 16 для установки корпусов подшипников 9, 17. На корпусе 3 смонтированы приемный 12 и выпускной 15 патрубки. Корпус машины закрыт кожухом 6 из листовой стали толщиной 1 мм. Он так же, как и корпус, выполнен разъемным по горизонтали.

Обе половины кожуха соединены между собой запорами 13.

Для снижения уровня шума между корпусом и кожухом установлена поролоновая прокладка 2. Основным рабочим органом машины является бичевой ротор, вращающийся в неподвижном цилиндрическом корпусе 3. Ротор состоит из вала 14, выполненного из пустотелой трубы диаметром 140 мм. В трубу с обоих концов сварены цапфы, а по образующей приварено 68 шпилек, к которым крепятся восемь продольных бичей 5 и два гонка 1. К бичам приварены гонки 4 в виде прямоугольных пластин (к каждому - по 21 гонку). Бичи и гонки сделаны из нержавеющей стали. Гонки выполняют функцию ударного и транспортирующего воздействия на зерновую массу.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

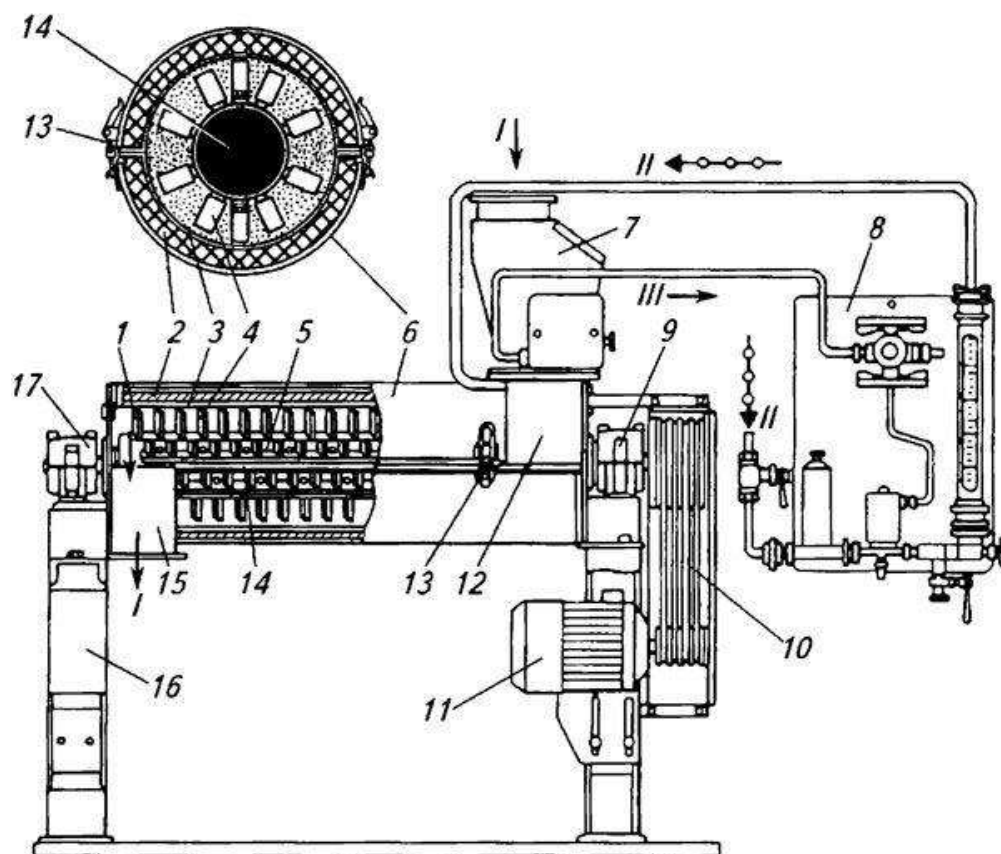


Рис 6-Машина для интенсивного увлажнения А1-БШУ-1:

1,4- гонки; 2 - прокладка; 3 - корпус; 5 - бич; 6 - кожух; 7 - индикатор наличия зерна; 8 - панель управления; 9, 17 - корпуса подшипников; 10 - передача клиноременная; 11 - электродвигатель; 12 - патрубок; 13 - запор; 14 - вал; 15 - патрубок выпускной; 16 - рама; 1 - зерно; II - вода; III - электрический ток

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

39



Рис 7 - Машина для интенсивного увлажнения А1-БШУ-1

Для обеспечения необходимого механического воздействия и дифференцированной скорости транспортирования зерна гонки на смежных бичах установлены (через один) под углом 60° к оси ротора, а на остальных четырех - под углом 70° . Зазор между гонками и корпусом составляет 16-18 мм. Цапфы ротора опираются на подшипниковые опоры качения с двухрядными сферическими шариковыми подшипниками.

Производительность техническая по зерну пшеницы со средней плотностью 770-850 кг/м. куб. и влажностью 14,5-15,5 %, т/ч, не менее 12. Расход воды, л/ч, не более 150.

3.5 Машина для увлажнения зерна А1-БШУ-2

Машина для увлажнения зерна марки А1-БШУ-2 предназначены для интенсивного увлажнения зерна пшеницы при подготовке его к помолу. Машина устанавливается в схемах зерноочистительных отделений мельниц перед отлежными закромами.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

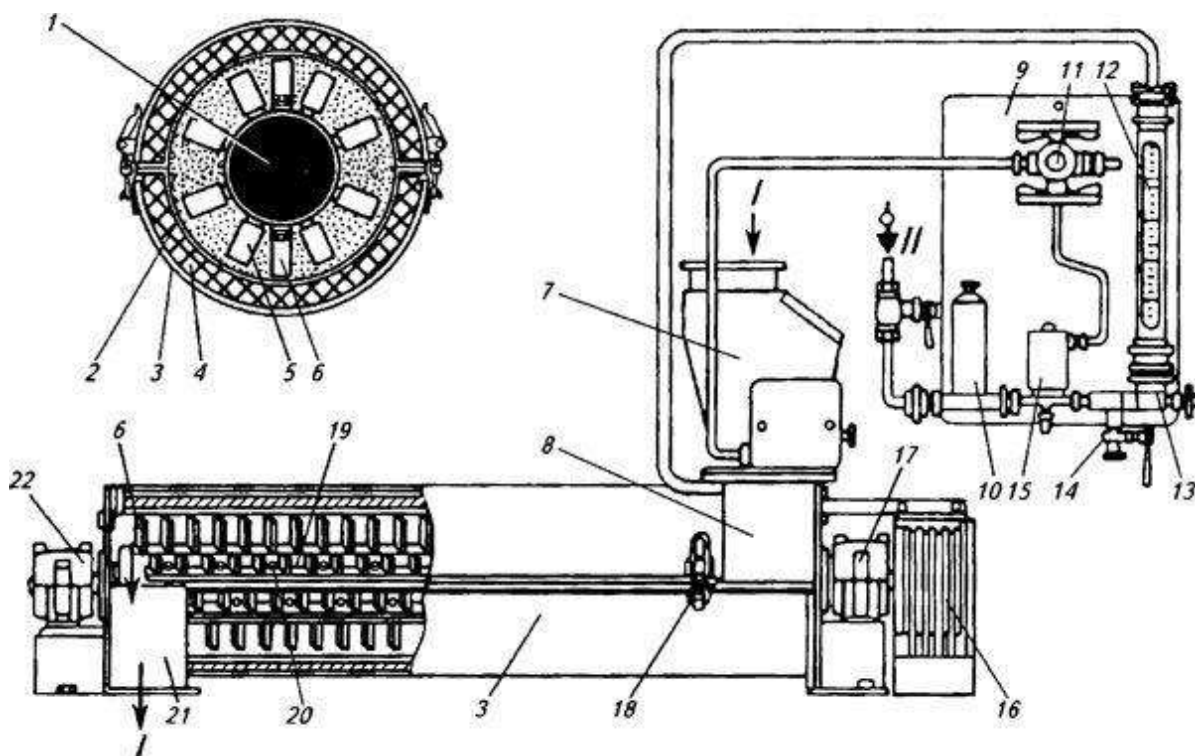


Рис 8 - Машина А1-БШУ-2 для увлажнения зерна:

1 - вал; 2 - корпус; 3 - кожух; 4 - прокладка; 5,6- гонки; 7 - индикатор наличия зерна; 8, 21 - приемный и выпускной патрубки; 9 - панель; 10 - фильтр; 11 - электророзетка; 12 - ротаметр; 13 - игольчатый вентиль; 14 - спускной кран; 15 - электромагнитный вентиль; 16 - привод; 17, 22 - корпуса подшипников; 18- запор; 19- бич; 20 - шпилька; 1 - зерно; 11 - вода

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

41

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------



Рис 9 - Машина А1-БШУ-2 для увлажнения зерна

Производительность, т/ч – 6

Расход воды, л/ч, не более 360

3.6 Машина для увлажнения зерна А1-БМШ

Внешний вид вихревого увлажнителя представлен на рис. 10 а, а на рис. 10 б- его функциональная схема. Основными рабочими органами вихревого увлажнителя являются три лопастных ротора 2 и 5. В корпусе нижнего лопастного ротора 2 имеется приемный патрубок 14 и приемная зона, в которую поступает вода через штуцер 13. Ротор смонтирован в подшипниковых опорах 9 в нижней части стального корпуса. Корпус увлажнителя выполнен в виде двух торцевых стенок 4 и 8, соединенных обечайкой и стяжками 12. В верхней части корпуса установлены два лопастных ротора 5. Они монтируются в подшипниковых опорах 3. На выходные концы их валов насажены шкивы, которые приводятся клиноременной передачей от шкива нижнего ротора.

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

42

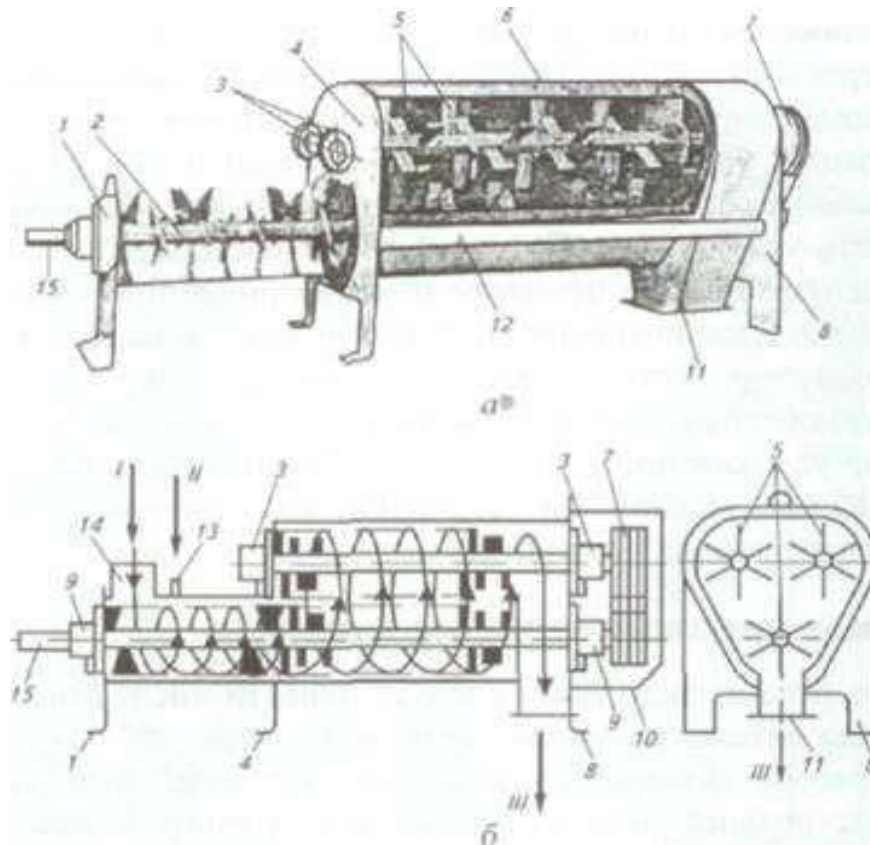


Рис. 10. Вихревой увлажнитель:

а - внешний вид; б - функциональная схема; I — торцевая стенка (малая); 2 - нижний лопастной ротор; 3, 9 - подшипниковые опоры; 4 — стенка торцевая (левая); 5 - верхние лопастные роторы; 6 - корпус; 7 - передача клиноременная; 8 - торцевая стенка (правая); 10 - ограждение; II - выпускной патрубков; 12 - стяжка; 13 - штуцер для подвода воды; 14 - приемный патрубков; 15 - свободный конец вала для приводного шкива; I - поступление зерна; II - подача воды; III – вывод зерна

Зерно I подается в приемную зону, куда поступает через штуцер 13 вода. Лопасты в приемной зоне предварительно смешивают зерно с водой и направляют в корпус увлажнителя, где установлены три ротора 2 и 5 с гонками. Корпус 6 обеспечивает удобный доступ к трем роторам. Лопасты и нижний ротор 2 установлены на одном валу и приводятся во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу.

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

43

Увлажненное зерно II выпускается через патрубок 11. Геометрия корпуса с отвесными стенками и большим радиусом угловых закруглений при работе роторов создают для продукта мягкий вихревой режим. В процессе обработки зерна действуют такие факторы, как межзерновое трение, центробежные силы, взаимодействие трех роторов и воздушные вихревые потоки. Оптимальное сочетание этих факторов обеспечивает равномерное распределение и поглощение влаги зерном.

3.7 Увлажнительные аппараты типа А1-БУЗ и А1-БАЗ

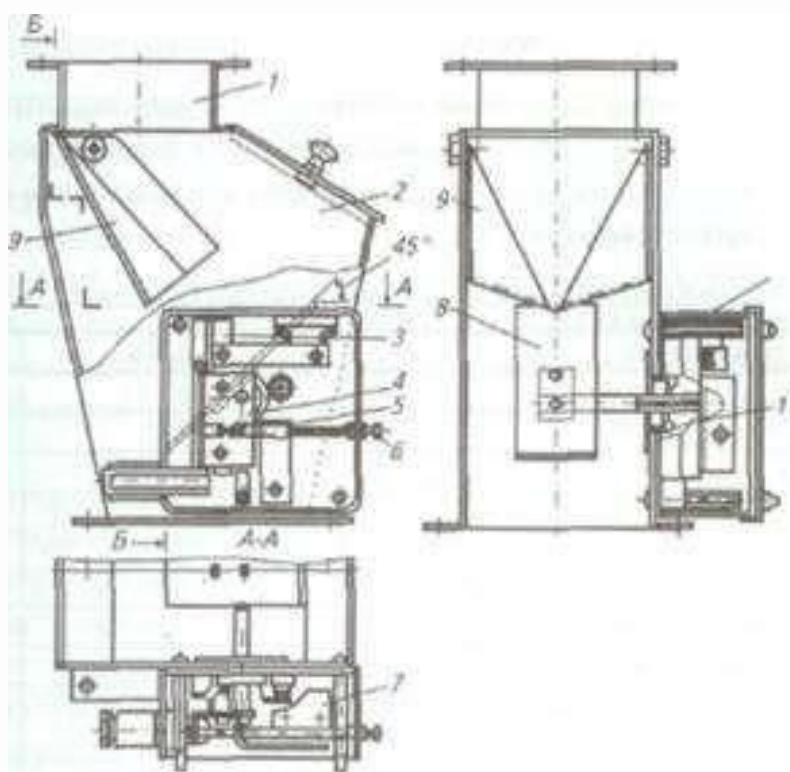


Рис. 11 - Индикатор наличия зерна аппарата А1-БУЗ:

- 1 - патрубок приемный; 2 - корпус; 3- кронштейн; 4 - направляющая; 5 - пружина; 6 - винт; 7 - микровыключатель; 8 - заслонка поворотная; 9 - лоток направляющий; 10 - коробка датчика; 11 - мембрана

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

44

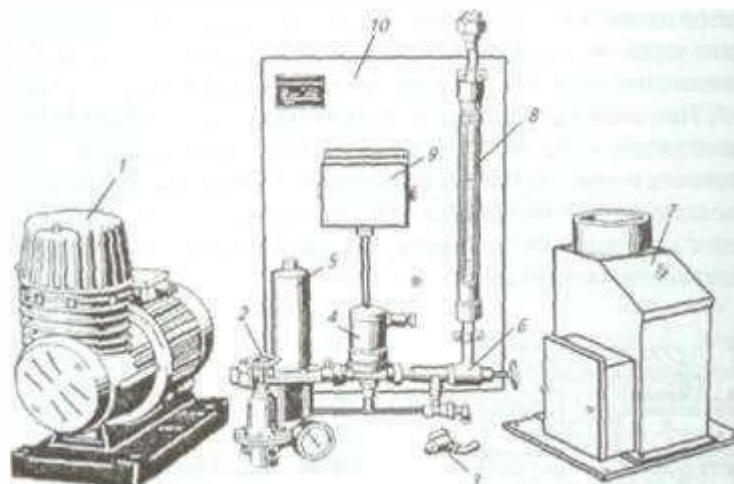


Рис.12 - Аппарат А1-БАЗ:

1 - компрессор; 2 -редукционный клапан; 3 - форсунка; 4 -мембранный электромагнитный вентиль; 5 - фильтр; 6 -регулирующий вентиль; 7 - индикатор наличия зерна; 8-ротамят 9 -распределительная коробка; 10 – панель

В технологическом процессе мукомольных заводов на комплектном оборудовании увлажнительные машины (аппараты) используют на двух этапах: перед подачей зерна в бункер для отволаживания (А1-БУЗ, расход воды до 300 л/ч) и для дополнительного увлажнения зерна (А1-БАЗ, расход воды до 50 л/ч). Увлажнительные аппараты этого типа отличаются простотой конструкции. Воду подают в распыленном состоянии через форсунки. Для лучшего распыления воды в аппаратах А1-БАЗ установлены диафрагменные компрессоры, подающие сжатый воздух. Аппараты работают в системе дистанционного автоматического управления с включением через индикаторы наличия зерна.[13]

Увлажнительные машины (аппараты) А1-БУЗ и А1-БАЗ имеют одинаковые принципы действия и устройство. Они дозирование подают воду в шнек, который перемешивает и транспортирует зерно. Основным рабочим органом аппаратов является форсунка, подающая воду в зерновую массу.

Аппарат А1-БУЗ повышает влажность зерна на 1-3,8%, аппарат А1-БАЗ обеспечивает прирост влажности на 0,1-1,1%.

4. Разработка структурной схемы устройства увлажнения

Структурная схема устройства увлажнения приведена на рисунке 13.

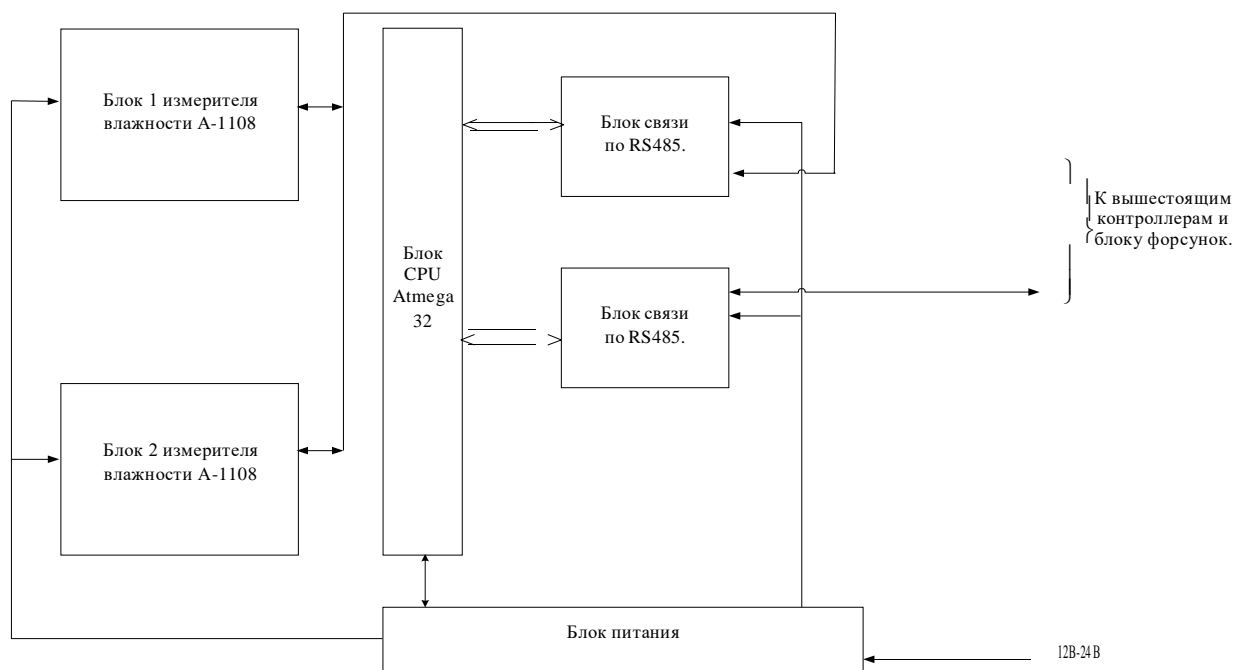


Рисунок 13- Структурная схема устройства увлажнения

Основными блоками являются блок измерений состоящий из двух измерителей влажности до зоны увлажнения и после зоны увлажнения. Блок питания и блок контроллера с драйверами RS485.

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

46

5 Выбор основных функциональных элементов

5.1 Выбор и описание датчика влажности

Наиболее важные технические параметры, которые необходимо просмотреть при выборе датчика влажности, это:

- точность
- повторяемость
- взаимозаменяемость
- долгосрочная стабильность
- восстановление от конденсата
- стойкость к химическим и физическим загрязнениям
- размер
- корпус
- стоимость

Дополнительными факторами для рассмотрения могут стать стоимость замены, калибровка, сложность конструкции, надежность усилителя сигнала и схемы обработки данных. Чтобы рассмотреть все предложения, которые доступны на современном рынке электронных компонентов, необходимо рассмотреть основные типы датчиков влажности и общие закономерности работы каждого из них.

Измерение влажности зерна в непрерывном потоке является самостоятельной физикотехнической задачей. В приложении к проблеме увлажнения зерна наиболее важными являются предельная точность, обеспечиваемая принятым методом измерения влажности.

В рамках выпускной квалификационной работы для разработки автоматизированного устройства увлажнения зерна в производстве требуется выбрать датчик влажности. Согласно техническому заданию датчик влажности должен обладать минимальными массой и габаритными размерами, малым энергопотреблением и высокими точностными параметрами.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

В настоящее время точностные характеристики датчиков влажности для измерения в сыпучих среда, в частности в зерновой массе постоянно совершенствуются, так как внедряются новые технологии измерения.

Традиционно для измерения влажности зерна (сыпучих продуктов) применяются волновые датчики. Принцип работы которых основан на существенном различии диэлектрической проницаемости большинства сухих веществ и воды в диапазоне сверхвысоких частот.

В данных датчиках в качестве чувствительного элемента используются кольцевые резонаторы и тестируемый сыпучий продукт, например зерно. А вернее его часть отводится от основного потока и подается в измерительную камеру, где проводится измерение. Это является существенным недостатком, так эта камера в любой момент может быть засорена. И такая ситуация приводит к выходу из строя измерительной системы. Данные датчики обладают невысоким быстродействием (лучшие датчики, период считывания 0,5 сек.). И это приводит к увеличению измерительных камер.

В результате анализа в качестве измерителя влажности был выбран инфракрасный датчик А-1108. Его внешний вид приведен на рисунке 14.

Данный датчик снабжен блок предварительной обработки полученных результатов измерений и стандартный интерфейс для связи с выше стоящими устройствами RS485.

Внутри блока предварительной обработки зашиты несколько десятков стандартных градуировочных таблиц. Что позволяет переходить с одной культуры на другую без калибровки датчика.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						48
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

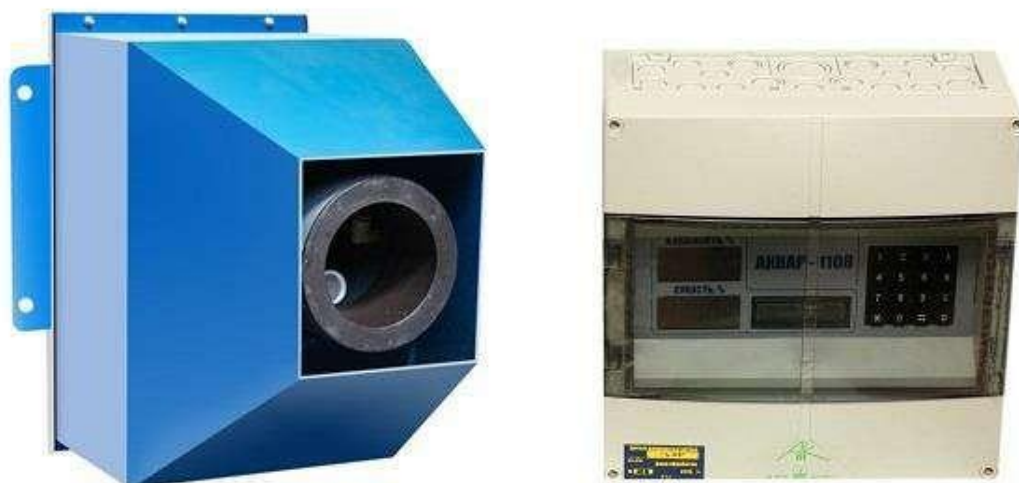


Рисунок 14- Инфракрасный датчик А-1108



Рисунок 15 - Инфракрасный датчик А-1108

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Данная методика определения влажности основывается на характерных для каждого вещества спектрах поглощения и отражения в инфракрасном диапазоне. Проба облучается монохроматическим, т. е. одной длины волны, светом ближнего инфракрасного диапазона. Некоторая часть этого излучения поглощается материалом пробы, другая часть отражается от её поверхности. Для количественного замера отражённого пучка света и преобразования его в электрический сигнал используется фотодатчик.

Значение влажности может быть выведено из размера сигнала с помощью калибровочной кривой. Этот метод даёт быстрые результаты и не зависит от контактных явлений на электродах (как при измерении электропроводности), которые могут вносить негативный вклад в погрешность измерений. По этой причине данный метод часто применяется для онлайн-мониторинга производственного процесса, например, на конвейерных лентах.

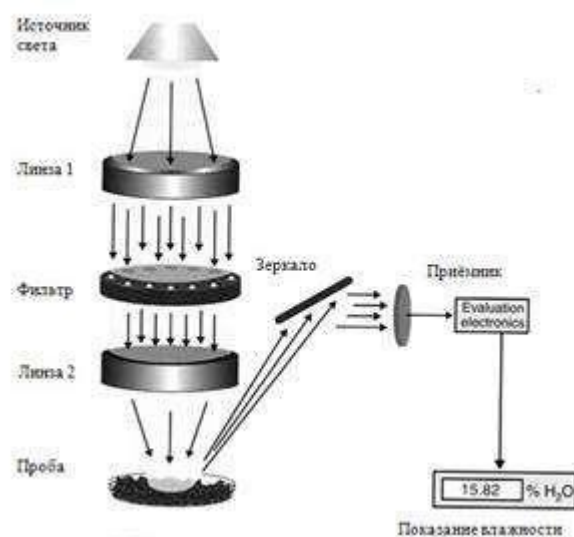


Рисунок 16. Принципиальная схема ИК-спектрометра

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист
50

Скорость обмена по интерфейсу UART между модулем А-1108 и процессором может быть программно задана от 9600 бит/с. По умолчанию установлена скорость 115 200 бит/с.

Управление модулем (задание скорости обмена, установление, разрыв соединения, настройки защиты соединения) устанавливаются программно через UART-интерфейс с использованием стандартных и расширенных AT-команд.

5.2 Выбор микроконтроллера

Основным компонентом модуля вычислительного устройства является установленный на модуле микроконтроллер.

Существует достаточно большое количество производителей микроконтроллеров. Наибольшее распространение на отечественном рынке получили микроконтроллеры фирм MicroCHIP.

Основные критерии выбора микроконтроллера:

- соответствие задаче, производительность, наличие ресурсов;
- удобство программирования, наличие средств разработки;
- сложность освоения, информационная поддержка;
- наличие на рынке, цена, надежность фирмы производителя.

В разрабатываемой системе требуется осуществлять обмен с датчиком инерциальной информации по синхронному последовательному интерфейсу SPI, обмен с дополнительными модулями по интерфейсу USART, используя логические сигналы, формируемые на выводах микроконтроллера, функционирующих в режиме цифрового ввода-вывода.

В качестве микроконтроллера выбран один из современных встраиваемых микроконтроллеров – 8-ми разрядный Atmega 32 фирмы MicroCHIP.

Характеристика микроконтроллеров:

- высокоскоростная RISC архитектура;
- 35 инструкций;
- тактовая частота:

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

- DC - 20МГц, тактовый сигнал;
- DC - 200нс, один машинный цикл;
- система прерываний (до 14 источников);
- 8-уровневый аппаратный стек;
- сброс по включению питания (POR);
- 3 таймера сброса (PWRT) и таймер ожидания запуска генератора (OST) после включения питания;
- сторожевой таймер WDT с собственным RC генератором;
- программируемая защита памяти программ;
- режим энергосбережения SLEEP;
- выбор параметров тактового генератора;
- широкий диапазон напряжений питания.

5.3 Выбор схемы сброса микроконтроллера

Для гарантированного запуска микроконтроллеров при подаче питания обычно применяют специальные схемы сброса, выход которых подключают на вход –RESET микроконтроллеров. В наиболее простом случае используют RC-цепочку, при этом спустя некоторое время после достижения установившегося значения напряжения питания уровень на входе –RESET микроконтроллера достигает значения, близкого порогу значения лог. «1». В этот момент происходит запуск микроконтроллера. Недостаток такой схемы – сигнал на входе RESET является аналоговым, а не цифровым, что может привести к сбоям при запуске микроконтроллера. В настоящее время для сброса (запуска) микроконтроллера используют специальные микросхемы, так называемые супервизоры питания, осуществляющие, помимо функции начального сброса еще и мониторинг питания и формирование аварийных сигналов или сигнала сброса при недопустимом снижении или превышении напряжения питания. Как правило, имеется несколько модификаций одного типа микросхемы на различный порог срабатывания по входному напряжению.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

Иногда эти же микросхемы используются для формирования ручного сброса, по нажатию кнопки сброса. Для этого на микросхеме имеется дополнительный вход для кнопки, по ее нажатию формируется импульс требуемой длительности для сброса микроконтроллера. На рисунке 17 приведена временная диаграмма функционирования микросхемы супервизора питания.

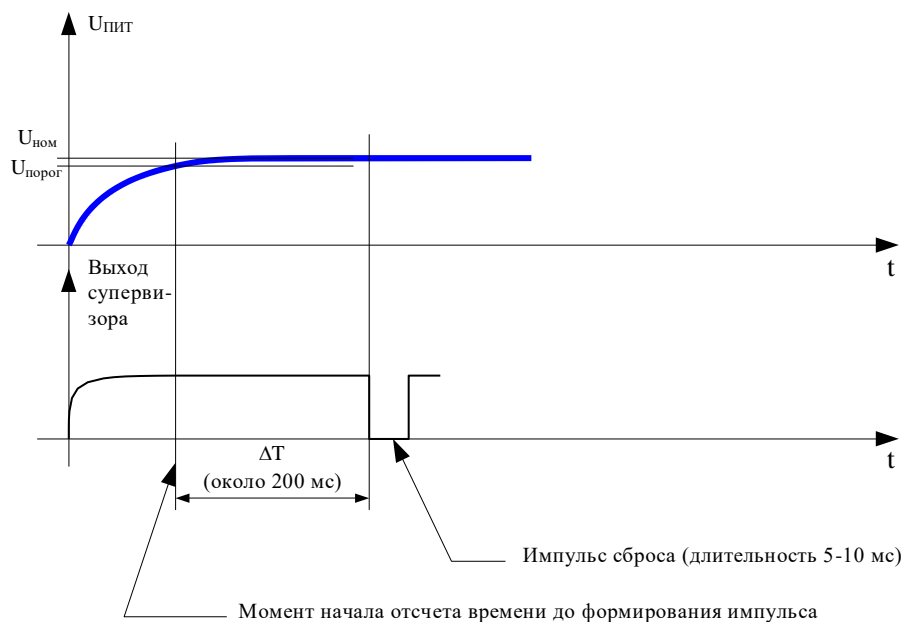


Рисунок 17 – Временная диаграмма формирования импульса сброса микросхемой супервизора питания

В качестве микросхемы супервизора питания применена микросхема LM809M3-3,08, выпускающаяся в миниатюрном корпусе SOT-23, и имеющая порог срабатывания 3,08В (с момента достижения данного уровня входного напряжения начинается отсчет 200 миллисекундного интервала до формирования импульса сброса). Фрагмент схемы электрической принципиальной с изображенной микросхемой супервизора питания и входом сброса микроконтроллера приведена на рисунке 18

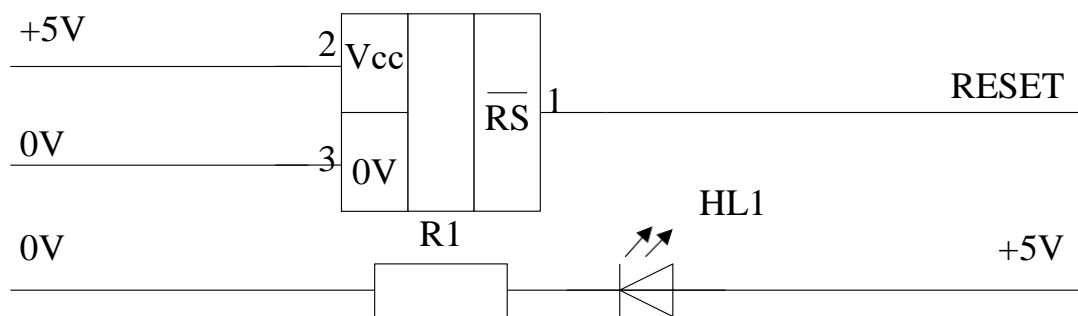


Рисунок 18 – Фрагмент схемы сброса

5.4 Выбор микросхем стабилизации напряжения

Для обеспечения требуемой номенклатуры питающих напряжений в преобразователь-стабилизатор входного напряжения в напряжение +5В.

Напряжение +5В используется для питания контроллера и драйверов последовательного интерфейса. Выбор линейного стабилизатора (с меньшим, по сравнению с импульсным, КПД и большими собственными потерями) обусловлен меньшими по сравнению с импульсным габаритами, простотой схемы.

Стабилизатор на напряжение +5 В выполнен на микросхеме LM2937 фирмы-производителя Texas Instruments. Микросхема выпускается в корпусе SOT, выходное напряжение составляет +5 В $\pm 5\%$, максимальная величина входного напряжения – 60 В, максимально возможный ток потребления – 500 мА.

Емкость дополнительных конденсаторов С4, С5 выбирается из руководства по эксплуатации на линейный стабилизатор. Рекомендованными значениями емкости для С3 является величина не менее 1,0 мкФ, для С5 – не менее 4,7 мкФ. Рабочее напряжение конденсаторов должно быть не менее 5В.

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

54

5.5 Выбор драйверов RS485

В качестве драйверов RS 485 была выбрана микросхема ADM485. В устройстве увлажнения будет использовано 2 микросхемы, для построения двух линий последовательного интерфейса. Так как на RS485 может быть только один ведущий, поэтому одна линия для связи с измерителями, вторая для связи с верхним уровнем.

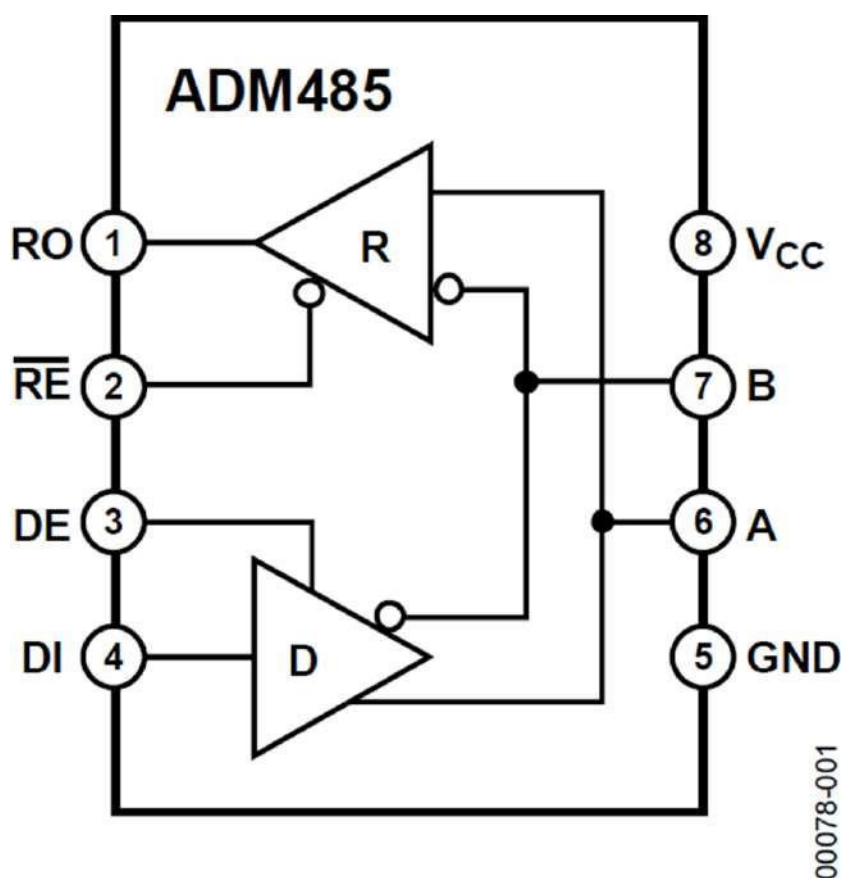


Рисунок 19 – Микросхема ADM485

ADM485 – это дифференциальный приемопередатчик, который может быть использован для высокоскоростной двунаправленной связи в многоточечных шинах. Он предназначен для передачи данных по симметричным линиям и соответствует требованиям стандартов EIA RS-485 и RS-422. Компонент включает в себя дифференциальный драйвер и дифференциальный приемник,

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

55

которые могут работать независимо друг от друга. При отключении драйверов выходы переводятся в третье состояние.

ADM485 работает от одного напряжения питания +5 В. Схема отключения при перегреве предотвращает чрезмерное рассеивание мощности, которое может возникать при конфликтах на шине или закорачивании по выходу. Эта схема принудительно устанавливает выход драйвера в третье состояние, если при возникновении внештатных рабочих условий обнаруживается значительный рост температуры.

К шине одновременно могут быть подключены до 32 приемопередатчиков, однако только один драйвер может быть активным в отдельно взятый момент времени. В связи с этим важно, чтобы остальные драйверы не оказывали нагрузку на шину. В этих целях драйвер ADM485 переводится в высокоимпедансное состояние при отключении или при переходе компонента в режим пониженного энергопотребления, минимизируя эффект нагрузки в моменты, когда приемопередатчик не используется.

Высокий импеданс выхода драйвера поддерживается во всем диапазоне синфазных напряжений от -7 В до +12 В.

Компонент имеет “отказоустойчивый” (fail-safe) приемник, который гарантированно устанавливает напряжение высокого логического уровня на выходе при неподключенных (плавающих) входах.

ADM485 производится по усовершенствованной технологии изготовления схем со смешанными сигналами BiCMOS, которая позволяет объединять малопотребляющие схемы КМОП с быстродействующими схемами на биполярных транзисторах. Все входы и выходы обладают защитой от электростатического разряда; все драйверы имеют высокую нагрузочную способность по току. Для защиты от эффекта фиксации состояния применяется эпитаксиальный слой.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

ADM485 обладает крайне высокой скоростью переключения. Минимальный уровень задержек распространения в драйвере позволяет осуществлять передачу данных со скоростями до 5 Мбит/с, а малое рассогласование фронтов минимизирует электромагнитные помехи.

Компонент работает в коммерческом и промышленном температурных диапазонах и выпускается в 8-выводных корпусах DIL/SOIC.

6 Разработка принципиальной схемы

Схема электрическая принципиальная приведена в приложении А. Ядром системы является контроллер D1. Микросхема сброса D2 необходима для надежного сброса контроллера D1. Микросхема D3 стабилизатор напряжения +5В. Микросхемы D 4,5 драйверы последовательного канала RS485. Для согласование линии в линиях А и В установлены согласующие резисторы R2,3. Линии А1 и В1 служат для связи с измерителями влажности А-1108 (на схеме не показаны) по интерфейсу RS485. Линии А2 и В2 необходимы для связи устройства увлажнения с верхним уровнем управления.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

7 Разработка алгоритма управления.

На рисунке 20 представлен алгоритм начальной инициализации устройства увлажнения .

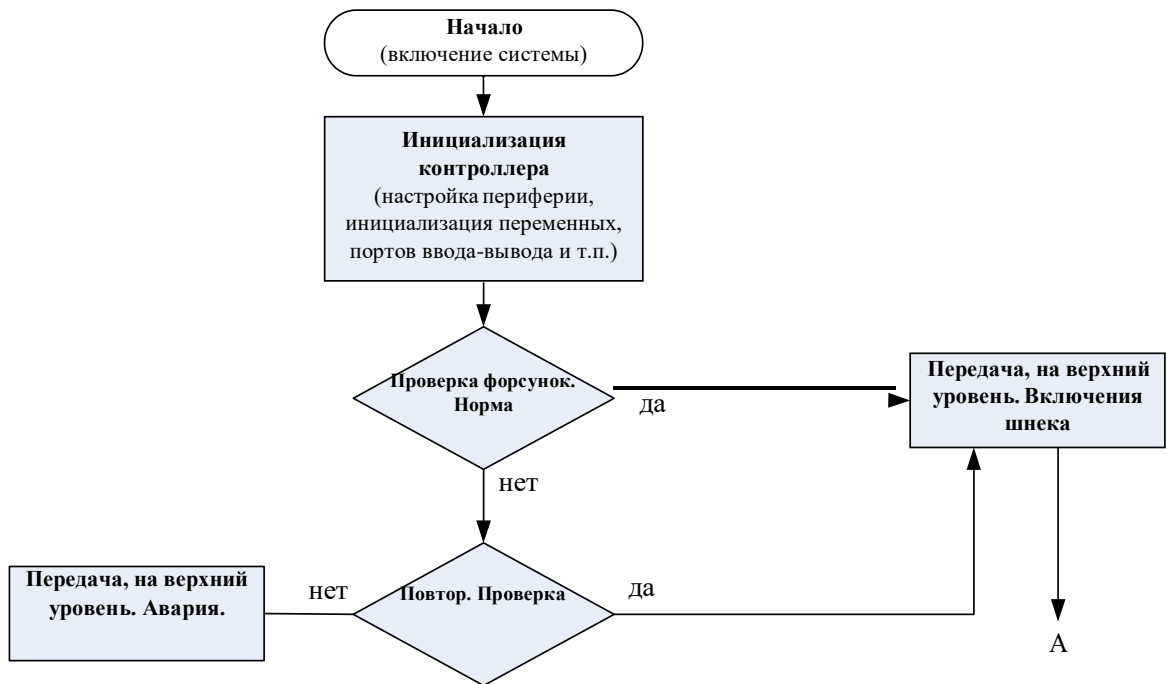


Рисунок 20 – Алгоритм начальной инициализации

Ниже приведен текст начальной инициализации на языке ассемблер

```
.include "m32def.inc" ;подключение стандартного заголовочного  
файла для ATmega32
```

```
.list ;данная директива включает генерацию кода в  
листинг, т.е. далее в файле *.lss будет фиксироваться ассемблерный код
```

```
.equ fCK = 8000000 ;частота в герцах
```

```
.equ BAUD = 9600 ;скорость для UART в бодах
```

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Лист

58

Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

.equ UBRR_value = (fCK/(BAUD*16))-1 ;расчитываем значение для регистра UBRR

.cseg ;данная директива означает, что дальше идет код программы

.org 0 ;данная директива означает, что код программы будет располагаться с 0ого адреса в FLASH

;ВЕКТОР ПЕРЕРЫВАНИЙ

rjmp initial ;прерывание от ... , ссылаемся на обработчик прерывания - initial

rjmp 0 ;rjmp service_INT0 ;внешнее прерывание 0

rjmp 0 ;rjmp service_INT1 ;внешнее прерывание 1

rjmp 0 ;rjmp service_OC2 ;совпадение TCNT2 и OCR2

rjmp 0 ;rjmp service_OVF2 ;переполнение TCNT2

rjmp 0 ;rjmp service_ICP1 ;захват в ICP1

rjmp 0 ;rjmp service_OC1A ;совпадение TCNT1 и OCR1A

rjmp 0 ;rjmp service_OC1B ;совпадение TCNT1 и OCR1B

rjmp 0 ;rjmp service_OVF1 ;переполнение TCNT1

rjmp 0 ;rjmp service_OVF0 ;переполнение TCNT0

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						59
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

```

rjmp 0 ;rjmp service_SPI ;прерывание от модуля SPI

rjmp 0 ;rjmp service_URXC ;получение байта по USART

rjmp 0 ;rjmp service_UDRE ;опустошение UDR в USART

rjmp 0 ;rjmp service_UTXC ;передача байта по USART

rjmp 0 ;rjmp service_ADCC ;прерывание от АЦП

rjmp 0 ;rjmp service_ERDY ;завершение записи в
EEPROM

rjmp 0 ;rjmp service_ACI ;прерывание от компаратора

rjmp 0 ;rjmp service_TWI ;прерывание от модуля TWI

rjmp 0 ;rjmp service_SPMR ;завершение выполнения spm

```

;УСТАНОВКА СТЕКА

```

initial: ldi R16,low(RAMEND) ;скопируем в R16 младший байт из
константы RAMEND, которая определена в m8def.inc и хранит размер
SRAM

```

```

out SPL,R16 ;скопируем значение из R16 в SPL

```

```

ldi R17,high(RAMEND) ;скопируем в R16 старший байт из
константы RAMEND, которая определена в m8def.inc

```

```

out SPH,R17 ;скопируем значение из R17 в SPH

```

;КОД ОСНОВНОЙ ПРОГРАММЫ

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						60
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

```

main:   rcall init_USART

        ldi R16,0b01010011

        rcall USART_send      ;шлем 0x53, это ASCII код знака
'S'

        ldi R16,0b00101101

        rcall USART_send      ;шлем 0x2D, это ASCII код знака '-'

        ldi R16,0b01000101

        rcall USART_send      ;шлем 0x45, это ASCII код знака 'E'

loop:   rjmp loop

```

:ПОДПРОГРАММА ИНИЦИАЛИЗАЦИИ USART МОДУЛЯ

```

init_USART:ldi R16,high(UBRR_value) ;устанавливаем скорость 9600
бод

```

```

        out UBRRH,R16

```

```

        ldi R16,low(UBRR_value)

```

```

        out UBRRL,R16

```

```

        ldi R16,(1<<TXEN)      ;разрешаем работу передатчика

```

```

        out UCSRB,R16

```

```

        ldi R16,(1<< URSEL)|(1<< UCSZ0)|(1<< UCSZ1)

```

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						61
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

out UCSRC,R16 ;устанавливаем режим 8 бит
данных, без проверки четности, асинхронный режим

ret

USART_send:sbis UCSRA,UDRE ;ждем пока бит UDRE регистра
UCSRA не будет пуст

rjmp USART_send

out UDR,R16 ;посылаем байт по
UART, кладем данные в регистр UDR

ret

На рисунке 21 представлен основной алгоритм программы работы устройства увлажнения.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						62
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

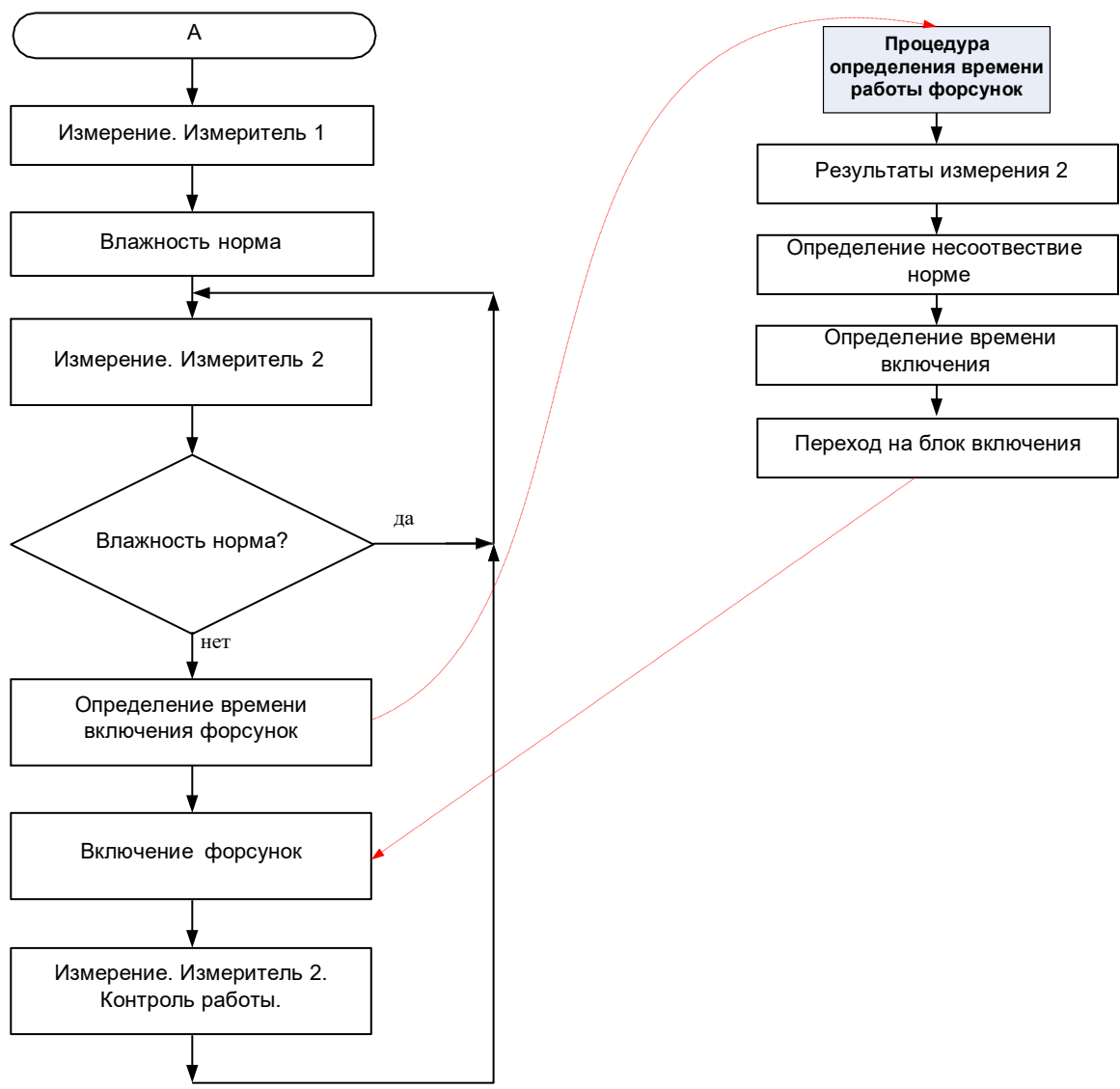


Рисунок 21 – Основной алгоритм

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ

Библиографический список

1. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПРОГРАММА развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы ("УТВЕРЖДЕНА постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717)
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 30 января 2010 г. N 120)
3. Журнал Forbes № 4 /2017 «Сельское хозяйство на третьем месте по прибыли после нефтянки и торговли» (интервью с министром сельского хозяйства РФ Александром Ткачевым)
4. Технология производства муки: краткий курс лекций для студентов III курса направления подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» / М.К. Садыгова // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016.
5. Ревич Ю. В. P32 Практическое программирование микроконтроллеров Atmel AVR .на языке ассемблера. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 384 с: ил. (Аппаратные средства)
6. Сборник статей по теме RS485. http://www.rs232.ru/i_rs485.html
7. Глебов Л.А., Демский А.Б., Веденьев В.Ф., Темиров М.М., Огурцов Ю.М. «Технологическое оборудование предприятий отрасли. Зерноперерабатывающие предприятия».-М.: ДеЛи принт, 2006.-816с.
8. <http://hleb-produkt.ru/zerno/571-gidrotermicheskaya-obrabotka-zerna.html>
9. <http://mppnik.ru/publ/765-uvlazhnitelnye-mashiny.html>
10. <http://mppnik.ru/publ/1644-obrabotka-zerna-vodoy-chast-2.html>
11. <http://www.findpatent.ru/patent/259/2595014.html>
12. Сборник научных статей / Материалы четвертой студенческой научно-практической конференции «Молодежь, наука, стратегия 2020». М.: МГУТУ, 2012. – 354 с.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						64
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		

13. Бутковский В.А., Галкина Л.С., Птушкина Г.Е. «Современная техника и технология производства муки».-М.: ДеЛи принт, 2006.-319с.

					27.03.04.2017.363.00.00 ПЗ	Лист
						65
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		