

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ

ФАКУЛЬТЕТ «ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА»  
КАФЕДРА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ»

*На правах рукописи*

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Жумаев Ш.Ш.**

на тему: «Автоматическое устройство приготовления  
теста в хлебопекарном цехе»

по направлению 5521800 - «Автоматизация и управление»  
для получения степени бакалавра

Зав.кафедрой

к.т.н., доц. Зарипов О.О.

Руководитель

д.т.н., проф. Шипулин Ю.Г.

Ташкент – 2013 г.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.	
1.1. Описание технологического процесса.....	4
1.2. Анализ технологического процесса как объекта управления.....	10
1.3. Синтез системы автоматического регулирования.....	12
1.4. Построение модели с помощью математического пакета MATLAB...	18
1.5. Получение передаточной функции объекта.....	25
1.6. Параметрическая оптимизация системы методом РАФХ.....	27
ГЛАВА 2. ВЫБОР ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.	
2.1 Выбор технических средств низовой автоматики.....	35
2.2. Выбор контроллера и станции оператора.....	41
2.3. Расчет погрешности измерительного канала.....	45
ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МП УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЕМ ТЕСТА.	
3.1. Структурная схема МП устройства автоматического управления приготовлением теста.....	55
3.2. Выбор микроконтроллера для проектирования устройства автоматического управления приготовлением теста.....	57
3.3. Внутренняя структура и принцип работы микроконтроллера.....	61
3.4. Принципиальная схема устройства автоматического управления приготовлением теста.....	64
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	69
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	87

## **ВВЕДЕНИЕ**

Процесс приготовления теста является одним из основных и наиболее продолжительным этапом, во многом определяющим качество будущего хлеба. К основным операциям, качество выполнения которых значительно влияет на технологические свойства теста, относят дозирование сырья и полуфабрикатов, их смешивание и замес, а также брожение.

От свойств теста в значительной степени зависит как дальнейшее его поведение при делении, формовке, расстойке и выпечке, так и качество готовой продукции. В зависимости от установленного на хлебозаводе оборудования и выпускаемого сорта изделий тесто может приготавливаться порционно с применением тестомесильных машин и дозирующей аппаратуры периодического действия, а также непрерывно с использованием тестомесильных машин, дозирующей аппаратуры и бродильных устройств непрерывного действия.

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения качества производимой продукции, а также ее себестоимости. Внедрение специальных автоматических устройств способствует безаварийной работе оборудования, исключает случаи травматизма.

Целью данной работы является разработка системы автоматического регулирования процесса приготовления теста, приборов и средств автоматизации. Кроме того, необходимо рассчитать оптимальные настройки регулятора наиболее ответственного контура регулирования.

# **ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТЕСТА КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.**

## **1.1. Описание технологического процесса**

Для замеса теста на предприятиях хлебопекарной промышленности применяют тестомесильные машины. Процесс замеса заключается в смешивании муки, воды, дрожжей, соли, сахара-песка, масла и других продуктов в однородную массу, придании этой массе необходимых физических и механических свойств и насыщении ее воздухом с целью создания благоприятных условий для брожения.

Существуют два способа приготовления теста - порционный и непрерывный. При порционном тестоприготовлении применяют машины периодического действия со стационарно закрепленными или подкатными дежами. Тесто в этих машинах замешивают отдельными порциями через определенные интервалы. При непрерывном способе приготовления теста применяют тестомесильные машины непрерывного действия. В этих машинах замес теста происходит одновременно на всех стадиях и участках, по которым тесто продвигается, и выходит оно из машины непрерывным потоком.

Дрожжевое тесто можно приготовить опарным и безопарным способами.

Значение опары:

- в ней активизируются и размножаются дрожжи;
- гидратируются и пептизируются белковые вещества;
- накапливаются кислоты, ароматообразующие, водорастворимые вещества;
- технологический процесс более гибкий.

Технология приготовления опары зависит от сорта муки, ее хлебопекарных свойств, рецептуры изделия и многих других факторов. При производстве пшеничного хлеба влажность опары должна быть 47—50%, булочных изделий — 44—46 %, что объясняется различной нормой влажности теста для этих изделий. Влажность опары снижают при переработке слабой муки, чтобы задержать дезагрегацию клейковины. Если клейковина муки короткорвущаяся, влажность опары повышают на 2—3%. Количество пресованных дрожжей для приготовления опары (по рецептуре) составляет 0,5—4 %.

Дрожжевое тесто всегда теплее опары. Температура опары в 28—29°C оптимальна для размножения дрожжевых клеток. В жаркое время года (особенно в южных районах) температуру снижают на 2—4 °C, в зимнее время — повышают. При переработке слабой муки и муки с повышенной автолитической активностью снижают температуру опары (и теста) на 2—3 °C, для того чтобы задержать гидролитические процессы.

Дрожжевое тесто содержит в себе соль по рецепту. Она снижает активность ферментов и укрепляет клейковину. Если необходимо повысить кислотность опары, то в нее добавляют молочную сыворотку, порцию спелой опары или теста. Если дрожжевое тесто готовят для сдобных изделий, то в опару вносят молоко и яйца (согласно рецептуре).

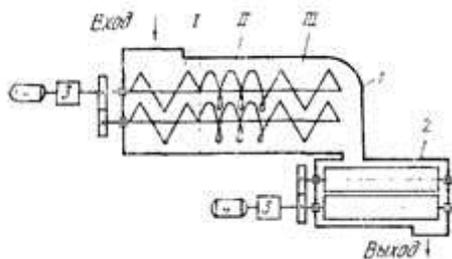
В процессе непрерывного замеса можно выделить три источника ошибок, приводящих к отклонению качественных показателей теста: погрешность работы дозирующего оборудования, колебания качества муки, поступающей в производство, несоблюдение условий проведения замеса. Компоненты, подаваемые в смеситель, дозируются весовыми дозаторами непрерывного действия. Погрешности дозирования изменяют соотношение компонентов, предусмотренное рецептурой, и вызывают изменение качественных показателей теста.

К условиям проведения замеса теста можно отнести такие факторы, как колебания температуры и влажности окружающей среды, концентрация и влажность компонентов теста, частота вращения рабочих органов, продолжительность замеса и степень механической обработки теста в машине и ряд других характеристик тестомесильного оборудования.

Входными (управляющими) переменными замеса теста являются расходы компонентов (муки, опары, соли, сахара, жира), подаваемых соответствующими дозаторами. Выходными (управляемыми) переменными могут быть выход теста, влажность, вязкость, температура, кислотность теста и др. Это наиболее важные показатели процесса, рекомендуемые технологическими инструкциями.

Рассмотрим теперь схему автоматизации процессов тестоприготовления с использованием машины непрерывного действия типа РЗ-ХТО, отвечающую наиболее современным технологическим соображениям.

Тестомесильная машина непрерывного действия РЗ-ХТО входит в состав тестоприготовительного агрегата РЗ-ХТН. В этой машине предусмотрены две рабочие месильные камеры: камера предварительного смешивания компонентов и камера интенсивной механической обработки. Мощность электродвигателя для камеры предварительного смешивания 2,2 кВт, а для камеры интенсивной обработки теста— 17 кВт, что обеспечивает удельную работу, затрачиваемую на замес теста до 15 Дж/г. Частота вращения рабочих органов камеры интенсивной механической обработки теста от 15 до 180 об/мин.



**Рис. 1. Тестомесильная машина РЗ-ХТО: схема**

/, //, /// — зоны камеры предварительного смешивания; / — камера предварительного смешивания; 2 — пластификатор (камера интенсивной механической обработки) 3—редуктор; 4 — Электродвигатель

**Тестомесильная машина непрерывного действия РЗ-ХТО имеет преимуществ:**

- установлен более компактный привод, размещенный внутри станины;
- зафиксировано зацепление шестерен привода, собранных на отдельном чугунном основании;
- усилены месильные валы и обеспечена надежная фиксация месильных лопастей;
- новая конструкция уплотнений в опорах валов гарантирует герметичность, исключая протекание опары и теста.

Технологический процесс непрерывного процесса приготовления теста заключается в следующем. Мука, жидкий полуфабрикат – опара и добавки с помощью дозаторов непрерывно подаются в месильную машину, перемешиваются в ней до образования однородной массы – теста, которое затем поступает на транспортер для теста. Процесс непрерывного приготовления теста имеет некоторые специфические особенности, влияющие на качественные показатели теста. Прежде всего, это жестко фиксированная последовательность технологических операций, исключающая возможность их повторения с целью исправления дефектов полуфабрикатов или конечного продукта. Так, если при порционном замесе параметры теста вышли за пределы, то можно повторить замес, добавить необходимое количество требуемого компонента и довести их до нормы. При

непрерывном замесе это исключается; тесто, которое уже вышло из месильной машины с отклонениями по каким-либо параметрам, исправить нельзя. Поэтому приготовить тесто с требуемыми свойствами в процессе непрерывного замеса можно лишь регулированием подачи в машину одного из компонентов, например опары. Использование жидкой первой фазы (опары), на которую расходуется 30—35% рецептурного количества муки, упрощает ее транспортирование, повышает стабильность работы оборудования, облегчает управление процессом тестоприготовления и снижает затраты муки на брожение. От объема и консистенции продукта, находящегося в производственном процессе на разных стадиях готовности, зависят вместимость и тип аппаратуры, а, следовательно, габаритные размеры и масса всего комплекса тестоприготовительного агрегата. Кроме того, чем больше продукта и чем выше вязкость, тем больше энергии требуется затратить на его перемещение по технологической цепи машин и аппаратов. С этой точки зрения двухфазное приготовление теста на жидкой опаре влажностью 65—67 % имеет также бесспорное преимущество по сравнению со схемой, использующей густую первую фазу влажностью 42—45%. Так, при равной производительности потребная рабочая емкость для брожения жидкой опары значительно меньше емкости, необходимой в случае работы на густой опаре. С учетом этих преимуществ лучше применять схему двухфазного приготовления теста из различных сортов на жидкой опаре с возможностью использования жидкой закваски при замесе теста из ржаной или ржано-пшеничной муки.

Схема автоматизации непрерывного процесса приготовления теста предусматривает контроль температуры муки и опары, сигнализацию уровня муки в, контроль и регулирование влажности теста в месильной машине. А также местное и дистанционное управление работой электроприводов оборудования и исполнительных механизмов в зависимости от изменения влажности теста. Температура опары и теста является одним из основных

параметров, влияющих на их качество, и в начале процесса их приготовления поддерживается обычно путем стабилизации температуры, ингредиентов, поступающих на замес. Поскольку основную массу опары и теста составляют мука и вода, а количество остальных компонентов — дрожжей, соли и др. - сравнительно невелико и, кроме этого, температура последних регулируется в процессе их приготовления, то регулирование температуры опары и теста сводится к регулированию температуры воды, подаваемой на замес, с учетом температуры замешиваемой муки. Температура воздуха в тестоприготовительных отделениях обычно соизмерима с температурой опары и теста, величина температуры в процессе брожения изменяется незначительно и не выходит за пределы, допускаемые технологическими требованиями. Поэтому в производственных условиях ограничиваются лишь измерением температуры муки, опары и теста, стараясь не допускать отклонения ее от заданных пределов.

Контроль температуры осуществляется термометрами сопротивления, а контроль уровня в бункере дозатора муки - с помощью ультразвуковых уровнемеров.

Влажность теста является наиболее важным технологическим параметром и для её определения используется сверхвысокочастотный влагомер.

Приготовленное тесто подается на ленту транспортера, по которой оно направляется на дальнейшие стадии производства. Технологический режим приготовления теста настраивается таким образом, чтобы производительность тестомесильной машины была соизмерима производительностью печи. Это позволяет исключить частые остановки тестомесильной машины.

## **ГЛАВА 2. ВЫБОР ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.**

### **2.1 Выбор технических средств низовой автоматики**

Для достижения цели управления (поддержание качества целевого продукта на постоянном уровне) необходимо регулировать ряд параметров. Всю систему управления приготовления теста я решил проектировать на оборудовании фирмы SIEMENS, в том числе и нижний уровень.

Для контроля температуры в весовом дозаторе муки и в тестомесильной машине предлагается использовать приборы из серии «SITRANS T» – ввинчивающиеся термометры сопротивления низкого давления с соединительной головкой, без консоли.

Ввинчивающийся термометр сопротивления низкого давления с соединительной головкой (без консоли) подходит для диапазона температур  $-50 \dots +400 \text{ }^{\circ}\text{C}$  и может поставляться также со встроенным измерительным преобразователем температуры. В этом датчике измерительные резисторы заключены в керамический кожух.

Предлагается выбрать термометр сопротивления с одним измерительным резистором Pt100, в этом случае он будет подключен по 3-х проводной схеме.

В данном производстве не предъявляются жесткие требования к взрывобезопасности, поэтому используемый термометр сопротивления будет иметь измерительную вставку без взрывозащиты, а также обладать монтажной длиной 360 мм. Заказной номер – 7MC1 0 0 6 - 4DA14.

Для преобразования сигнала от термометра сопротивления в унифицированный сигнал  $4 \dots 20 \text{ мА}$  используем измерительный преобразователь для монтажа в головку зонда «SITRANS TK-L», который,

благодаря отказу от гальванического разделения и универсальному подключению сенсоров, представляет собой недорогую альтернативу.

Подаваемый с Pt100 (двух-, трех- или четырехпроводная схема) сигнал измерения усиливается на входном каскаде. Пропорциональное входной величине напряжение после этого преобразуется в аналого-цифровом преобразователе в цифровые сигналы. В микропроцессоре они пересчитываются в соответствии с характеристикой сенсора и прочими параметрами (демпфирование, сопротивление линии и т.п.). Подготовленный таким образом сигнал преобразуется в цифро-аналоговом преобразователе в подводимый постоянный ток от 4 до 20 мА. Источник питания находится в контуре выходного сигнала. Заказной номер – 7NG3120-0JN00.

Для контроля температуры в трубопроводе для подвода опары с добавками предлагается использовать приборы из серии «SITRANS T» – термометры сопротивления для монтажа в трубопроводы и резервуары.

Термометр сопротивления предусмотрен для установки в резервуары и трубопроводы для измерения температуры с соблюдением гигиенических требований. Имеются распространенные подсоединения к процессу. Благодаря прочной конструкции, он может использоваться во многих технологических процессах в пищевой, фармацевтической и биотехнической промышленности. Термометр сопротивления может поставляться также со встроенным измерительным преобразователем. Для этого случая имеется серия измерительных преобразователей с головками различной конструкции. Заказной номер – 7MC8005-1AB20-1CF0.

В качестве измерительного преобразователя и источника питания используем те же приборы, что и для термометров сопротивления, представленных выше.

Для измерения уровня в бункере весового дозатора муки применяем компактный прибор для непрерывного измерения «The Probe» - компактный ультразвуковой уровнемер для небольших диапазонов измерения, идеально

подходит для жидкостей и взвесей в открытых и закрытых резервуарах. Благодаря сенсору из ETFE или PVDFa прибор может использоваться в различных областях. The Probe отличается простой установкой и обслуживанием, а также быстрым демонтажом для чистки в пищевой и фармацевтической промышленности. Надежность измерения уровня основывается на алгоритмах обработки сигналов Sonic Intelligence. Фильтр выделяет эхо-сигнал от уровня среды, отделяя его от ложных отражений, которые возникают из-за акустических или электрических шумов и мешалок.

Время прохождения ультразвуковых импульсов от материала и обратно проходит температурную компенсацию. Для индикации, аналогового выхода и включения реле оно преобразуется в величину расстояния.

Преимущества:

- простой монтаж, программирование и обслуживание;
- точность и надежность;
- имеются сенсоры из PVDFa или ETFE;
- гигиеническое исполнение;
- обработка сигнала с помощью запатентованной программы

Sonic Intelligence®;

- встроенная температурная компенсации.

Диапазон измерения 0,25 до 5 м. Выходной сигнал – 4...20 мА, что позволяет не использовать унифицированный преобразователь. Заказной номер – 7ML1201 - 1AE00.

Для измерения расхода используются магнитно-индуктивные расходомеры семейства MAGFLO предназначены для измерения расхода электропроводящих веществ.

Магнитно-индуктивные расходомеры предназначены для измерения практически всех электропроводящих жидкостей, взвесей, паст и суспензий.

Единственным условием является наличие минимальной электропроводности в 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Температура, давление, вязкость и плотность не влияют на результат измерения.

Основными сферами применения магнитно-индуктивных расходомеров являются:

- воды и сточные воды;
- химическая и фармацевтическая промышленность;
- пищевая промышленность и промышленность безалкогольных напитков;
- горное дело, цемент и полезные ископаемые;
- целлюлоза и бумага;
- сталеплавильная промышленность;
- энергетика и холодная вода.

Благодаря многообразию комбинаций и конструкций модульная система обеспечивает идеальное согласование с любой задачей измерения.

В общем случае расходомер MAGFLO в комплекте состоит из измерительного датчика и соответствующего измерительного преобразователя SITRANS F M MAGFLO MAG 5000, 6000 или 6000 I.

Как в случае измерения расхода теста на выходе тестомесительной машины, так и в случае контроля расхода в трубопроводах для подвода опары и добавок целесообразно обратить внимание на магнитно-индуктивный измерительный датчик MAGFLO MAG 1100 Food специально разработан для использования в пищевой и пивобезалкогольной промышленности.

Основными сферами применения магнитно-индуктивных измерительных датчиков SITRANS F M MAGFLO являются:

- пищевая промышленность;
- пиво-безалкогольная промышленность;
- фармацевтическая промышленность.

Основной особенностью MAG 1100 Food является его уникальные пищевые конструкция и исполнение.

Принцип измерения расхода основывается на законе электромагнитной индукции Фарадея, при котором измерительный датчик преобразует расход в пропорциональное скорости потока электрическое напряжение.

Для данного расходомеры имеются диаметры от 10 до 100 мм. Для измерения расхода теста на выходе тестомесительной машины выберем диаметр 80 мм, а для контроля расхода в трубопроводах для подвода опары добавок – 25 мм. Кроме того целесообразно будет заказать измерительный датчик со встроенным измерительным преобразователем MAG 6000 I.

Данное модульное исполнение позволяет работать при температуре окружающей среды, находящейся в диапазоне  $-20... +60$  °С.

Заказной номер расходомера на тестомесильной машине– 7ME6140-3MA10-1CA1; на трубопроводе - 7ME6140-2BA10-1CA1.

Для измерения влажности теста я предлагаю использовать Поточный микроволновой влагомер MICRORADAR – 114С, так как он обладает наиболее высокой точность и широким диапазоном измерения.

Поточный СВЧ - влагомер MICRORADAR-114С предназначен для непрерывного измерения влажности/плотности бетонных растворов и влажности других жидких, сыпучих и пластических материалов в мешалках, емкостях, бункерах, шнеках и трубопроводах, в условиях абразивных и агрессивных сред. Прибор выполнен из стойких к истиранию и коррозии материалов, имеет шину связи с компьютером и управляется микропроцессором. Простота градуировки и обслуживания обеспечивается ясным и удобным интерфейсом. Принцип действия влагомера основан на измерении величины поглощения СВЧ энергии влажным материалом и преобразовании этой величины в цифровой код, соответствующий влажности материала. Влагомер обеспечивает автоматическую коррекцию

результатов измерения при изменении температуры материала, имеет токовый выход и последовательный канал связи с ЭВМ RS-485.

Сигнал сенсора поступает в микропроцессорный блок обработки, в котором происходит вычисление влажности. Величина влажности показывается на индикаторном табло микропроцессорного блока и преобразуется в аналоговые выходы 4-20 мА и 0-5 В. По каналу RS485 влажность, температура и сигналы сенсора могут передаваться в компьютер.

В комплект поставки прибора входит программа накопления и отображения влажности в реальном масштабе времени, что позволяет записывать на компьютер, наблюдать, хранить и печатать информацию о влажности за любой период времени. Точность измерения влажности от 0,1 до 1 % в зависимости от диапазона влажности, с учетом погрешности пробоотбора и погрешности измерения влажности стандартным методом, например, сушкой в сушильном шкафу.

Мука в тестомесильную машину подается автоматическим весовым дозатором непрерывного действия. Для данного процесса наиболее подходит высокоточный весовой дозатор для малой подачи MILLTRONICS Weighfeeder 400 фирмы Siemens. Он разработан для взвешивания небольших количеств материала с высокой точностью. Предотвращает образование отложений материала. Стандартные и сантехнические версии. Простой демонтаж ленты для замены или чистки. Быстрый монтаж. Оригинальное натяжное устройство ленты.

Особенности: • расход: 0.45 ... 9 т/ч ; скорость ленты: 0.005 ... 0.2 м/сек ; ширина ленты (номин.): 300 мм ; длина загрузки/выгрузки материала: 838 мм точность:  $\pm 0.25 \dots 0.5\%$  ; диапазон: 10:1 (на нагрузку), 30:1 (на скорость) ; весоизмерительный элемент: весоизмерительная платформа, отдельная весоизмерительная ячейка ; опции: специальные ленты, сантехническое

исполнение ; двигатель: 0.19 кВт АС или DC двигатели и редукторный двигатель с прямым сцеплением, монтаж на вал или через фланец

С целью регулирования влажности теста на линии подачи опары в тестомесильную машину ставим регулирующий пневматический клапан, а для подвода к нему унифицированного пневматического сигнала необходимо установить электропневмопреобразователь ЭП3211 со входным сигналом – 4...20мА.

Для питания всех датчиков и унифицированных преобразователей используем модульный блок питания SITOP modular =24 В/10 А для применения в различных областях промышленности во всех регионах мира. Линейное или фазное входное напряжение с широким диапазоном допустимых отклонений ~120/230 ... 500 В.

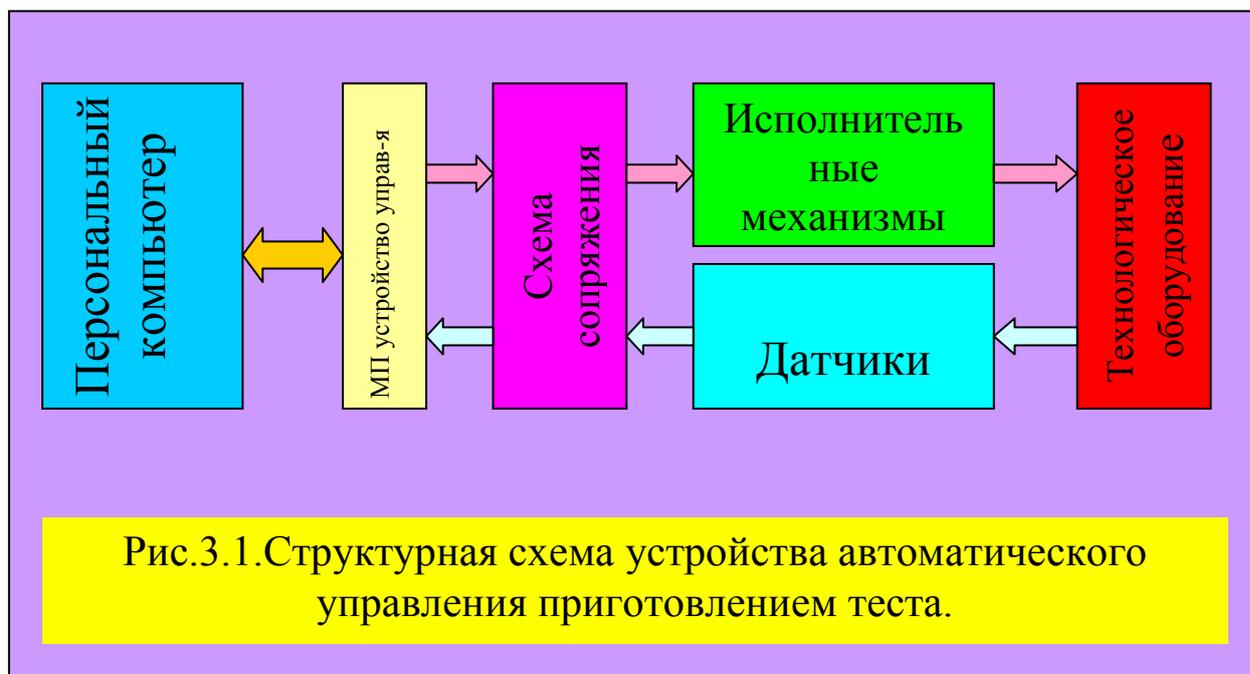
## **ГЛАВА 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МП УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЕМ ТЕСТА.**

### **3.1. Структурная схема МП устройства автоматического управления приготовлением теста.**

Проектирование устройства автоматического управления приготовлением теста начинается с разработки структурной схемы. Структурная схема устройства должен отражать структурные единицы устройства и их взаимосвязь. Устройства автоматического управления приготовлением теста в свой состав следующие основные блоки:

- МП устройство управления на базе микроконтроллера - центральное устройство, предназначенное для осуществления всех управляющих функции;
- схема сопряжения – преобразует выработанные микроконтроллером управляющие сигналы логического уровня на сигналы, имеющие характеристики токов и напряжений достаточные для приведения в действие исполнительные механизм;
- исполнительные механизмы – это двигатели и приводы, которые на основе сигналов управления реализуют вращательные, линейные, поворотные и другие действия подвижных частей устройства автоматического управления приготовлением теста;
- датчики, предназначенные для преобразования информации о состоянии различных узлов и механизмов устройства автоматического управления приготовлением теста в электрические сигналы цифрового или аналогового вида;
- технологическое оборудование – это бункеры для хранения сырья, тестомес, тесто делитель и конвейер которыми необходимо управлять для достижения желаемого результата функционирования устройства.

На рис. 3.1 представлена структурная схема устройства автоматического управления приготовлением теста. В данной структурной схеме приведены все основные блоки системы и их взаимосвязь, направления передачи сигналов и воздействий, а также сигналов обратной связи из технологического оборудования в устройство управления.



*Рис. 3.1. Структурная схема устройства автоматического управления приготовлением теста.*

Структурная схема дает возможность проектирования, как отдельных частей устройства, так и устройства автоматического управления приготовлением теста в целом.

Отладка программ для реализации функций управления осуществляется на персональном компьютере с помощью системы программ «AVRstudio-4». Данная система программ дает возможность записи и отладки программ для микроконтроллеров семейства AVR, с возможностью косвенной адресации, как внутренних регистров и отдельных их разрядов,

так и ячеек внутренних запоминающих устройств оперативного (SRAM) и перепрограммируемого постоянного (EEPROM) типов.

Система управления на базе микроконтроллера AT mega169 включает в себя кроме самого микроконтроллера большую интегральную микросхему параллельного интерфейса – K580 BB55, дешифратор управления, шифратор для кодирования сигналов с цифровых датчиков и пульт оператора в виде клавиатуры и дисплейной линейки на базе семи сегментных индикаторов. Схема сопряжения реализована на основе транзисторных усилителей и тиристорных ключей.

### **3.2. Выбор микроконтроллера для проектирования устройства автоматического управления приготовлением теста.**

Микроконтроллер ATmega169 - 8-разрядный AVR-микроконтроллер с внутрисистемной программируемой флэш-памятью емкостью 8 кбайт. Отличительные особенности:

высокопроизводительный, маломощный 8-разрядный AVR-микроконтроллер с развитой RISC-архитектурой; 133 мощных инструкций, большинство из которых выполняются за один машинный цикл; 32 8-разрядных регистров общего назначения и регистры управления встроенной периферией; производительность до 16 млн. операций в секунду при тактовой частоте 16 МГц; встроенное умножающее устройство выполняет умножение за 2 машинных цикла ; энергонезависимая память программ и данных; износостойкость 8-ми кбайт внутрисистемной перепрограммируемой флэш-памяти: 1000 циклов запись/стирание; опциональный загрузочный сектор с отдельной программируемой защитой; внутрисистемное программирование встроенной загрузочной программой; гарантированная двух операционность: возможность чтения во время записи; износостойкость 512 байт ЭСППЗУ: 100000 циклов запись/стирание; встроенное статическое ОЗУ емкостью 1

кбайт; программируемая защита кода программы; интерфейс SPI для внутрисистемного программирования; интерфейс JTAG (совместимость со стандартом IEEE 1149.1); граничное сканирование в соответствии со стандартом JTAG; обширная поддержка функций встроенной отладки; программирование флэш-памяти, ЭСППЗУ, бит конфигурации и защиты через интерфейс JTAG.

Отличительные особенности периферийных устройств: два 8-разрядных таймера-счетчика с отдельными пред делителями и режимами сравнения; два расширенных 16-разрядных таймера-счетчика с отдельными пред делителями, режимами сравнения и режимами захвата; счетчик реального времени с отдельным генератором; два 8-разр. каналов ШИМ; 6 каналов ШИМ с программируемым разрешением от 2 до 16 разрядов; модулятор выходов сравнения; 8 мультиплексированных каналов 10-разрядного аналогово-цифрового преобразования; двухпроводной последовательный интерфейс, ориентированный на передачу данных в байтном формате; последовательный интерфейс SPI с поддержкой режимов ведущий/подчиненный; программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором; встроенный аналоговый компаратор.

Специальные возможности микроконтроллера: сброс при подаче питания и программируемая схема сброса при снижении напряжения питания; встроенный калиброванный RC-генератор; внешние и внутренние источники прерываний; шесть режимов снижения энергопотребления: холостой ход (Idle), уменьшение шумов АЦП, экономичный (Power-save), выключение (Power-down), дежурный (Standby) и расширенный дежурный (Extended Standby); программный выбор тактовой частоты; конфигурационный бит для перевода в режим совместимости с ATmega103; общее выключение подтягивающих резисторов на всех линиях портов ввода-вывода.

Ввод-вывод и корпуса: 32 – программируемые линии ввода-вывода; 40-выв. корпус PDIP; рабочие напряжения – 2.7 - 5.5В для ATMega169L и – 4.5 - 5.5В для ATMega169; градации по быстродействию: 0 - 8 МГц для ATMega169L и 0 - 16 МГц для ATMega169.

Назначение выводов ATMEGA169. VCC - Напряжение питания цифровых элементов, GND - общий.

Порт В (PB7..PB0) Порт В – 8-разр. порт двунаправленного ввода-вывода с внутренними подтягивающими к плюсу резисторами (выбираются отдельно для каждого разряда). Выходные буферы порта В имеют симметричную выходную характеристику с одинаковыми втекающим и вытекающим токами. При вводе, линии порта В будут действовать как источник тока, если внешне действует низкий уровень и включены подтягивающие резисторы. Выводы порта В находятся в третьем (высокоимпедансном) состоянии при выполнении условия сброса, даже если синхронизация не запущена. Порт В также выполняет некоторые специальные функции ATMega169.

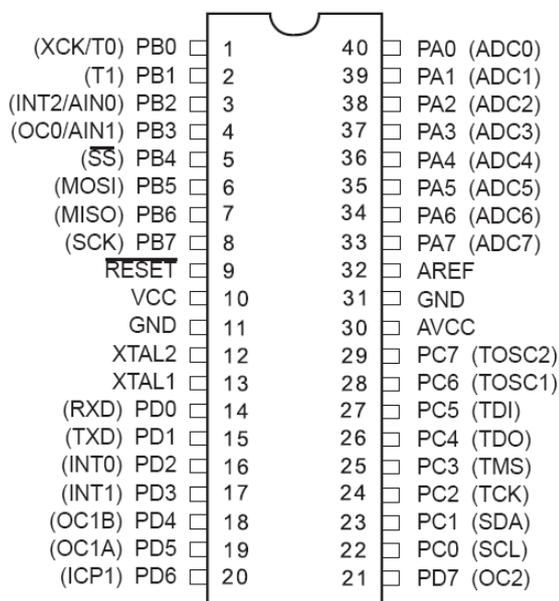


Рис.3.2. Распределение выводов микроконтроллера ATMega169.

Порт С (PC6..PC0) Порт С – 7-разр. порт двунаправленного ввода-вывода с внутренними подтягивающими к плюсу резисторами (выбираются

раздельно для каждого разряда). Выходные буферы порта С имеют симметричную выходную характеристику с одинаковыми втекающим и вытекающим токами. При вводе, линии порта С будут действовать как источник тока, если внешне действует низкий уровень и включены подтягивающие резисторы. Выводы порта С находятся в третьем (высокоимпедансном) состоянии при выполнении условия сброса, даже если синхронизация не запущена. Порт С также выполняет некоторые специальные функции ATmega169.

Порт D (PD7..PD0) – 8-разр. порт двунаправленного ввода-вывода с внутренними подтягивающими к плюсу резисторами (выбираются раздельно для каждого разряда). Выходные буферы порта D имеют симметричную выходную характеристику с одинаковыми втекающим и вытекающим токами. При вводе, линии порта D будут действовать как источник тока, если внешне действует низкий уровень и включены подтягивающие резисторы. Выводы порта D находятся в третьем (высокоимпедансном) состоянии при выполнении условия сброса, даже если синхронизация не запущена. Порт D также выполняет некоторые специальные функции ATmega169.

**RESET** – вход сброса. Если на этот вход приложить низкий уровень длительностью более минимально необходимой будет генерирован сброс независимо от работы синхронизации.

Действие импульса меньшей продолжительности не гарантирует генерацию сброса.

**XTAL1** – вход инвертирующего усилителя генератора и вход внешней синхронизации.

**XTAL2** – выход инвертирующего усилителя генератора.

**AVCC** – вход питания порта F и аналогово-цифрового преобразователя. Он должен быть внешне связан с VCC, даже если АЦП не используется. При использовании АЦП этот вывод связан с VCC через

фильтр низких частот. AREF вход подключения источника опорного напряжения АЦП.

## Экономическая часть

I. Техничко-экономические обоснование проекта

II. Определить объем инвестиции

- Стоимость основных фондов
- Объем инвестиции на покупку материально-производственных запасов
- Объем инвестиции на покупку малоценного инвентаря и контрольно-измерительных приборов
- Расчет заработной платы производственных рабочих

III. Определить экономическую эффективность, годовой доход

IV. Определить срок окупаемости инвестиции

1. Техничко-экономическое обоснование проекта

- Цель, сущность и задачи проекта и его актуальность
- Экономическая эффективность проекта

2. Определить объем инвестиции

Нижеследующим таблице дано приведенные затраты на ВКР

### Стоимость основных фондов

Таблица 1.

№	Наименование основных фондов	Кол-во	Стоимость ОФ
1	Здания и сооружения	2	251400500
2	техника	125	5612500
3	Машины и оборудования	50	94525050

	Итого /	177	

Амортизационные отчисления составляет 20 % от стоимости ОФ

$$A_{отч} = 0,2 \times ОФ / 12$$

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание 12% от стоимости ОФ

$$P_m = 12\% * ОФ / 12$$

### Расчет заработной платы производственных рабочих

Таблица 2

№	Наименование операции	Лаво- зими	Кунла р сони	Ўртача бир кунлик иш хаки	Бажарилган Ишнинг қиймати
1	Выбор теми на разработку	СНС	1	15000	15000
2	Изучение и анализ литератур по темы	МНС	2	7050	14100
3	Разработка интерфейса программы	МНС	2	7050	14100
4	Занесения плана лекции	МНС	3	7050	21150
5	Отладка программы	МНС	1	7050	7050
6	Тестирования программы комплекс	МНС	2	7050	14100
7	Выявление ошибок	МНС	2	7050	14100
8	Исправление ошибок	МНС	2	7050	14100
9	Экономическая часть	МНС СНС	2 1	7050 15000	14100 15000
	Охрана труда	МНС	2	7050	14100

10		СНС	1	15000	15000
11	Разработка пояснительной записки	МНС	1	7050	7050
12	Рецензирование	СНС	1	15000	15000
13	Оформление и защита ВКР	МНС	1	7050	7050
	Итого:		24		201000

Основная заработная плата определяется как сумма оплаты труда всех рабочих и премии в размере 40 %

$$Z_{осн} = COT * 0,4 + COT$$

Дополнительной заработной платы производственных рабочих берется 10 % от основного З/п

$$Z_{д} = Kд * Z_{осн}$$

Фонд оплаты труда определяется как сумму основной и дополнительной заработной платы

$$ФОТ = Z_{осн} + Z_{д}$$

Затраты на социальной страхование рассчитывается 25% от ФОТ

$$Офсс = 25\% * ФОТ$$

Транспортные расходы рассчитывается 20% от Зосн

$$Р_{тр} = 0,2 * Z_{осн}$$

Расход пара на производственные нужды

Длина – 235

Ширина - 125

$$V = \text{длина} \times \text{ширина}$$

Расходы на электроэнергии определяются по формуле

$$W = N * T * S$$

N – установленная мощность, кВт

T – время работы  
S- стоимость электроэнергии за 1кВт

$$W = 1258400$$

Объем инвестиции определяется по формуле

$$K = МПЗ + ФОТ + Аоф + \Sigma P$$

### Смета затрат на проведение разработки

Таблица 3.

	Наименование статьей затрат	Сумма
1	Стоимость выполненных работ	125000
2	Затраты на производство	254300
3	Производственная себестоимость	2168
4	Расходы периода	31025
5	Материальные затраты	3021500
6	Сырьё	5685
7	Электроэнергия +отопления	512400
8	ФОТ	35900
9	Социальное страхование	80250
10	Амортизация	351044
11	Прочие затраты	651300
12	Основная заработная плата	503000

--	--	--

### Расчет экономической эффективности выполненных работ

Таблица 4.

№	Наименование показателей	Ед.изм ерения	сумма	Примечание
1	Стоимость выполненных работ	Сум	20135005	Таблица
2	Затраты на производство	Сум	345705	Таблица
3	Инвестиции	Сум	245130	Формула
4	Экономическая эффективность	Сум	3550	Формула
5	Срок окупаемость	Месяц	12	Формула
6	рентабельность	%	102	Формула

Экономическую эффективность определим по формуле

$$Э = (C1 - C2) * Q \qquad C1 = C2 * 1,3$$

C1 и C2 – себестоимость до и после

Q - объём производство

Рентабельность определим по формуле

$$R = \frac{\mathcal{E} * 100\%}{K}$$

Определяем срок окупаемости

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}}$$

### **Безопасность жизнедеятельности.**

В данном разделе выпускной работы рассматриваются вопросы безопасной жизнедеятельности человека, которых необходимо решать на всех стадиях жизненного цикла.

БЖД - это область знаний, изучающая опасности, угрожающие человеку в среде обитания (природной, производственной, бытовой), и способы защиты от них. В основу теории безопасности человека положена концепция деятельности, одним из наиболее существенных моментов которой является аксиома о потенциальной опасности в любом из видов деятельности. В таком случае, безопасность можно определить как такое состояние жизнедеятельности, при котором с определенной вероятностью исключается принесение ущерба здоровью человека. Такое состояние достигается с помощью определенного механизма управляющих воздействий на те факторы, от которых зависят условия БЖД.

Проблема сохранения окружающей природной среды, обеспечение экологической безопасности охватывает все сферы жизнедеятельности человека. В основных законодательных документах Узбекистана отмечается

необходимость повышения эффективности государственного управления в области охраны природы и использования природных ресурсов, контроля состояния окружающей среды. Проблема охраны природы и улучшения окружающей среды носит ярко выраженный характер и требует объединенных усилий всех звеньев при производстве исследований.

Комфортное состояние жизненного пространства по показателям микроклимата и освещения достигается соблюдением нормативных требований. В качестве критериев комфортности устанавливают значения температуры воздуха в помещениях, его влажности и подвижности, соблюдение нормативных требований к искусственному освещению помещений и территорий.

**Параметры – температура окружающих предметов и интенсивность физического нагревания организма характеризуют конкретную производственную обстановку и отличаются большим разнообразием. Остальные параметры – температура, скорость, относительная влажность и атмосферное давление окружающего воздуха – получили название параметров микроклимата.**

Параметры микроклимата воздушной среды, которые обуславливают оптимальный обмен веществ в организме и при которых нет неприятных ощущений и напряжённости системы терморегуляции организма, называют комфортными или оптимальными.

Воздействие электрического тока на организм человека.

Поражения возникают в результате действия технического или атмосферного электрического тока. Неумелое использование электрических приборов, как в технике, так и в быту, а также неисправность этих приборов приводят к электротравмам. Смертность от поражения электрическим током составляет 9-10% всех случаев, что в 10-15 раз превышает смертность от других травм.

Электротравмы случаются чаще в весенне-летнее и осеннее время, когда повышается потливость кожных покровов, а также возникает возможность поражения молнией во время грозы, когда отмечается значительное скопление электрических зарядов в атмосфере. При этом путь молнии к земле может быть как бы “ориентирован” стоящим в поле деревом, более высоким деревом в лесу или любой металлической конструкцией. Поэтому находиться под ними в грозу небезопасно. Чтобы избежать повреждающего воздействия молнии в помещении, нужно закрывать окна, форточки, отключать из сети все электрические приборы.

С целью классификации, нужно провести границу приблизительно на цифре 1000 вольт, разделяя низковольтные и высоковольтные повреждения. Низковольтные повреждения - ожоги с ограниченной поверхностью поражения, причиняемые вольтовой дугой или вспышкой. Повреждения, производимые высоким напряжением (больше чем 1000 вольт), также возникают дугой или вспышкой, но, кроме того, причиняют большие разрушающие повреждения проводящего типа, которые могут привести к гибели ткани далеко от места контакта.

Электрические повреждения лучше всего объяснять через превращение электрической энергии в теплоту, которая затем приводит к прямому разрушению тканей. Кроме того, ток высокого напряжения оказывает прямой разрушающий эффект на клетки. Соотношение между напряжением, сопротивляемостью и током описывается в известном законе

Ома:  $I = E/R$ , где

$I$  - равняется току в амперах,

$E$  - напряжение в вольтах,

$R$  - сопротивляемость в омах.

При высоком напряжении ток проходит через ткани тела и от источника (рана на входе) к земле (рана на выходе). Организм является проводником объема тока при наиболее выраженном повреждении ткани в местах большой плотности и высокого значения в амперах. Отсюда, больше всего страдают от повреждения конечности, чем туловище и места входа и выхода напряжения тока. Рана на входе имеет коженую поверхность, ткани напряжены из-за коагуляции и некроза. Рана на выходе обычно обширнее, потому что ток должен вырваться из организма, оставляя большое отверстие. Есть вероятность нескольких электрических каналов внутри тела, что приводит к множественным выходам, подвергая, таким образом, любой орган или структуру риску электрического поражения.

Дугообразные повреждения обычно сопровождаются высокочастотными повреждениями. Дугообразные повреждения лучше всего понять, если представить разрушение тканей от выделения ионизированных частиц между полюсами различных электрических зарядов. Дуги возникают, когда ток проходит от тела к земле или из одной части тела в другую, например, от руки к грудной стенке. Когда образовалась дуга, происходит резкое падение в напряжении, но если источник тока действует, дуга продолжается между двумя полюсами. Расстояние, за которое дуга может проходить, увеличивается на 2-3 см на каждые 10,000 вольт. Температура дуги может подниматься на 20,000 С и обычно приводит к небольшому, скрытому поражению, которое является глубоко разрушающим. Самое большое повреждение происходит обычно глубоко в конечностях и считается, что это происходит из-за близкого расположения к кости, которая обладает самой высокой сопротивляемостью.

Электрическое повреждение осложняется феноменом "не освобождения" из-за титанической сократимости мышц в контакте с изменяющимся током. При соприкосновении с высоковольтным проводом,

мышцы-сгибатели предплечья подвергаются усиленной контрактуре, что делает невозможным оторваться с источником отсюда, название "не освобождение". Такие контрактуры приводят к потоку низкочастотного тока величиной над болезненным стимулом, но ниже требуется причинить тетанию дыхательных мышц. Больной избегает трудной ситуации, если только он находится без сознания и падает в стороне от источника тока.

Глубокие проводящие электрические повреждения характеризуются глубоким массивным разрушением мышц и глубоким отеком под здоровой кожей. Кроме того, глубокие проводящие повреждения могут воздействовать на удаленные участки ЦНС и на полости грудной клетки и живота. Раны входа и выхода тока являются отличительными признаками глубоких проводящих повреждений.

Дугообразные повреждения производят локальные, очень глубокие области коагуляционного повреждения, такие как запястье, локоть, промежность и подмышечная область.

Поверхностные термические ожоги случаются при электрических повреждениях из-за вспышки или возгорания одежды, захватывая обширные участки тела и тем самым, усложняя метаболическую травму больного. Такие ожоги могут действовать на проксимальные участки конечностей, требуя в последующем ампутации, образуя нестабильные рубцы на месте будущих протезов.

Сопутствующие повреждения случаются в тех случаях, когда человека отбрасывает от источника тока или он падает с высоты. Возможные сопутствующие повреждения: интракранеальная травма, спинные повреждения, перелом длинных костей, грудные и интра-абдоминальные паренхиматозные повреждения. Общий эффект тканей от электрических воздействий в каждой системе органа переводится в специфическое,

клиническое повреждение: некоторые из них считаются острыми и угрожающими жизни, другие могут оказывать постепенное действие через месяцы и годы после несчастного случая. Ниже приводится список как острых, так и поздних эффектов высоковольтных повреждений.

Остановка сердца. Фибрилляция желудочков. Нарушение ритма. Повреждение коронарной артерии с или без инфаркта миокарда. Непосредственное повреждение миокарда. Вторичная острая почечная недостаточность. Обширное повреждение ЦНС.

Состояние без сознания, конвульсии и кома. Поздняя гемиплегия или синдром ствола головного мозга. Позвоночник Вазомоторная нестабильность. Дистрофия симпатических рефлексов. Разрыв стенки живота и эвисцерация. Нединамичный илеус и атония желудка.

Различают четыре степени электротравм:

1 степень - у пострадавшего отмечается судорожное сокращение мышц без потери сознания;

2 степень - судорожное сокращение мышц у больного сопровождается потерей сознания;

3 степень - у пострадавшего наблюдается не только потеря сознания, но и нарушение сердечной деятельности и дыхания;

4 степень - больной находится в состоянии клинической смерти.

Клиническая картина поражения электрическим током складывается из общих и местных признаков. Субъективные ощущения пострадавшего при прохождении через него электрического тока разнообразны: легкий толчок, жгучая боль, судорожные сокращения мышц, дрожь и др. Признаки:

бледность кожных покровов, синюшность, повышенное отделение слюны, может быть рвота; боли в области сердца и мышц разной силы, непостоянны. После устранения воздействия тока пострадавший ощущает усталость, разбитость, тяжесть во всем теле, угнетение или возбуждение. Потеря сознания наблюдается у 80% пострадавших. Больные в бессознательном состоянии резко возбуждены, беспокойны. У них учащен пульс, возможно непроизвольное мочеиспускание. При электротравме, вызвавшей судорожные сокращения мышц или падение с высоты, могут наступить различные переломы костей и вывихи суставов. При электротравме с обширными ожогами поражение внутренних органов, как правило, выражено значительно меньше. Это объясняется тем, что обуглившиеся и обожженные ткани создают как бы препятствие для проникновения тока за пределы ожога. Электрические ожоги небольшой площади сразу же после воздействия тока имеют четкие границы, вокруг омертвевших тканей черного цвета имеется более светлый ободок. Отек окружающих тканей развивается очень быстро. Боль в области электроожога, как правило, отсутствует.

Проектирование сети зануления ЭУ .

Зануление – это преднамеренное электросоединение с нулевым защитным проводником (НЗП), который многократно заземлен и соединен с глухозаземленной нейтралью трансформатора, металлических нетоковедущих частей ЭУ или другого ЭО, которые могут оказаться под U.

Зануление ЭУ следует выполнять при напряжении 380 В и выше ~ тока и 440 В и выше = тока во всех ЭУ.

Занулению подлежат:

- корпуса ЭУ, приводы электрических аппаратов;
- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- каркасы РП и щитов;
- металлические конструкции РУ и части электрических линий;
- металлические корпуса передвижных и переносных ЭУ;

▪ ЭУ, размещенные на движущихся частях станков, машин и механизмов.

Рассчитать отключающую способность проектируемого зануления ЭУ цеха и определить потребное сопротивление ЭУ нейтрали трансформатора, если известно, что электропитание осуществляется по трехжильному кабелю от сухого трансформатора с вторичным напряжением 400/230 В; для защиты ЭД с короткозамкнутым ротором установлены плавкие предохранители с кратностью тока 4; в кабеле использованы медные жилы.

Исходные данные:

Трансформатор: - мощность  $S = 1000$  кВА;

- соединение обмоток Y/Y<sub>0</sub>;

- напряжение на высокой стороне 20-35 кВ;

Номинальная мощность ЭД  $P_d = 125$  кВт;

Длина проводов  $l_{\pi} = 400$  м.

Расчет по заданию:

Сечение фазных проводов по току нагрузки зануляемой ЭУ.

Ток нагрузки  $I_d$  (А), электродвигателя

$$I_d = \frac{1000 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi \cdot \eta_d} = \frac{1000 \cdot 125}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93 \cdot 0,92} = 210,9(A)$$

где  $U_n = 400$  В - номинальное линейное напряжение;

$\cos \phi = 0,93$  - коэффициент мощности эл. двигателя;

$\eta_d = 0,92$  - КПД эл. двигателя.

Расчетный ток плавкой вставки

$$I_{нс} \geq \frac{I_n}{2,5} = \frac{5 \cdot I_d}{2,5} = 2 \cdot 210,9 = 421,8(A)$$

где  $I_{\pi}$  - пусковой ток

По величине  $I_{пв}$  - принимаем проектный ток ПВ и выбираем плавкий предохранитель ПН-2-600 с номинальным током ПВ 500А.

Сечение фазных проводов через экономическую плотность тока  $j_{фп}$

$$S_{фн} = \frac{I_{\phi}}{j_{фн}} = \frac{210,9}{2,5} = 84,36(\text{мм})^2$$

По таблице 1.3.5 книги [11] выбираем сечение фазных проводов  $S_{фп} = 95 \text{ мм}^2$ , а допустимый ток  $I=175 \text{ А}$ .

Требуемый по ПУЭ [11] ток однофазного кз:

$$I_{кз}^m = K \cdot I_n = 4 \cdot 500 = 2000(\text{А})$$

Сопротивление петли "фаза-нуль":

$$Z_n = \sqrt{(R_{\phi} + R_{нзн})^2 + (X_{\phi} + X_{нзн} + X_n)^2}$$

где  $R_{\phi} = \rho \cdot l_n / S_{\phi} = 0,018 \cdot 400 / 95 = 0,076 \text{ Ом}$  - активное сопротивление фазного проводника;

$R_{нзн}$  - активное сопротивление нулевого защитного проводника;

$X_{\phi}$  - внутреннее сопротивление фазного проводника;

$X_{нзн}$  - внутреннее индуктивное сопротивление Н.З.П.;

$X_n$  - внешнее индуктивное сопротивление.

В качестве Н.З.П. выберем жилу кабеля сечением:

$S_{изп} \geq 0,5 \cdot S_{фп} \geq 0,5 \cdot 95 = 47,5 \text{ мм}^2$ , (по таблице 1.3.5 книги [11] принимаем  $S_{изп} = 50 \text{ мм}^2$ ) тогда:

$R_{нзн} = 0,018 \cdot 400 / 50 = 0,144 \text{ Ом}$ , а величинами  $X_{нзн}$ ,  $X_n$  и  $X_{\phi}$  - пренебрегаем из-за их малых величин:

$$Z_n = \sqrt{(0,076 + 0,144)^2} = 0,22(\text{Ом})$$

Фактический ток при однофазном коротком замыкании  $I_{кз}^{\phi}$

$$I_{кз}^{\phi} = \frac{U_{\phi}}{Z_m/3 + Z_n} = \frac{230}{0,009 + 0,22} = 1040(\text{А})$$

где,  $Z_m/3$  - полное сопротивление трансформатора = 0,009 Ом по таблице 7.3 [6] для сухих трансформаторов;  $U_{\phi}$  - фазное напряжение.

Полученное значение  $I_{кз}^{\phi} = 1040$  А сравниваем с  $I_{кз}^{\Gamma} = 2000$  А

$I_{кз}^{\phi} < I_{кз}^{\Gamma}$  - условие не выполняется, следовательно, нужно вместо предохранителя нужно применить автомат с кратностью тока 1.25, тогда:

$$I_{кз}^m = K \cdot I_n = 1.25 \cdot 500 = 625(A)$$

$I_{кз}^{\phi} < I_{кз}^{\Gamma}$  - условие выполняется следовательно отключающая способность конструируемого заземления обеспечена.

Потребное сопротивление ЗУ нейтрали трансформатора :

$$R_o = R_{зм} \cdot \frac{U_{пр.доп}}{U_{\phi} - U_{пр.доп}} = 20 \cdot \frac{20}{230 - 20} = 0,19(Ом)$$

где  $R_{зм}$  - сопротивление замыкания фазы на землю ( $R_{зм} \geq 20$  Ом);

$U_{пр.доп} = 20$  В - предельно допустимое напряжение прикосновения, выбирается по таблице 2 книги [12];

$R_o = 0,19 < R_{нo} = 4$  Ом - условие выполняется.

ПУЭ при организации проектного зануления рекомендует:

Присоединение нейтрали генератора, трансформатора на стороне до 1кВ к заземлителю или ЗУ при помощи зануляющего проводника сечением не менее  $2,5 \text{ мм}^2$  для алюминиевого изолированного проводника, ЗУ располагается в непосредственной близости от генератора или трансформатора. Его сопротивление в любое время года не должно превышать 4 Ом.

Присоединение зануляемых частей ЭУ или других установок к глухозаземленным нейтральной точке, выводу или средней точке обмоток источника тока при помощи НЗП. Его проводимость должна быть не менее 50% проводимости вывода фаз. Этот проводник должен быть выполнен:

А) при выводе фаз шинами – шиной на изоляторах;

Б) при выводе фаз кабелем – жилой кабеля. В кабелях с алюминиевой оболочкой допускается использовать ее в качестве НЗП вместо четвертой жилы.

Организационные и технические мероприятия по электробезопасности при эксплуатации и ремонте ЭУ

К работе с ЭУ допускают лиц не моложе 18 лет и прошедших инструктаж и обучение по безопасным методам труда, проверку знаний ПТБ и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе с присвоением соответственной группы по электробезопасности.

ПТБ установлено пять групп с последующей проверкой знаний ПТБ.

Эксплуатацию электросетей и ЭУ может осуществлять только ЭТП с группой не ниже II.

Первым является назначение лиц, ответственных за организацию и безопасность производственных работ; организация надзора за проведением работ; осуществление допуска к производственным работам; оформление окончания работы, перерывов в работе.

При выполнении работ в ЭУ со снятием напряжения мероприятиями являются: отключение ЭУ от источника питания; проверка отсутствия напряжения; заземления фаз; механическое запирающее устройство приводов коммутационных приборов и аппаратов; снятие предохранителей; отсоединение концов питающих линий и др. мероприятия исключающие случайную подачу напряжения к месту работы; заземление токоведущих частей; ограждение рабочего места и оставшихся под напряжением токоведущих частей, к которым возможно приближение или прикосновение в процессе работы.

Порядок их реализации зависит от вида выполняемых работ в ЭУ.

Рост масштабов производственной деятельности, расширение области применения технических систем, автоматизация производственных процессов приводят к появлению новых неблагоприятных факторов производственной среды, учет которых является необходимым условием обеспечения требуемой эффективности деятельности и сохранение здоровья

работников. Поэтому в курсовой работе были рассмотрены возможные поражающие, опасные и вредные факторы производственной среды, также были описаны методы и средства обеспечения БЖД работников, основные мероприятия по обеспечению электробезопасности, охране ОС, предупреждению пожаров и аварий в помещениях с ТС и ликвидации последствий ЧС.

В заключении также следует отметить, что мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности работников финансируются за счет ассигнований, выделяемых отдельной строкой в федеральном, республиканском, областном, городском, районном и поселковом бюджете; прибыли (доходов) предприятий, а также их фондов ОТ.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Все существующие или строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации.

Система автоматизации и управления производит сбор и обработку информации с технологического оборудования и выработку управляющих воздействий с целью оптимизации процесса.

Современный уровень развития микроэлементной и вычислительной техники позволяет внедрять высокоточные измерительные приборы и средства контроля, что в свою очередь производит к повышению эффективности управления технологическим процессом.

В данной работе была разработана система автоматического регулирования процесса приготовления теста. Был произведен выбор приборов и средств автоматизации с конкретным подбором датчиков и выбором контроллера. Также была составлена математическая модель тестомесительной машины и проведена параметрическая оптимизация регулятора влажности в нем. Для одного из контуров была рассчитана погрешность измерительного канала.

В завершении проекта приведена смета расходов на автоматизацию.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационный каталог по продукции SIMATIC SIEMENS «Компоненты для комплексной автоматизации». 2007.
2. Методические указания к комплексному курсовому проекту (выпускной квалификационной работе на присвоение степени бакалавра) "Автоматизация технологических процессов и производств". НГТУ: Сост.: С.А. Добротин, А.А. Попов, Е.В. Тараненко. Н.Новгород. 2005.
3. Моделирование систем автоматического регулирования уровня: Методические указания к лабораторной работе. НГТУ; Сост.: С.А. Добротин, А.В. Масленников. Н.Новгород, 1997.
4. Параметрическая оптимизация линейной системы автоматического регулирования. Ч. 2: Расчет оптимальных настроек промышленных регуляторов. Метод, указания к лаб. работе по дисциплине «Теория управления». НГТУ; Сост.: А.А. Попов, Н.Новгород, 2000.
5. Ключев А.С. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие. - М.: Энергия, 1989.
6. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: учеб. Пособие. Под ред. П.Г. Романкова, -Л.: Химия, 1981.
7. Полный каталог по продукции SIMATIC SIEMENS «Компоненты для комплексной автоматизации ST70». 2007.
8. Технология и техно-химический контроль хлебопекарного производства. Автор: Л. Ф. Зверева, З. С. Немцова, Н. П. Волкова. Издательство: Легкая и пищевая промышленность. Год издания: 1983.
9. [www.torgmash.com/](http://www.torgmash.com/). [Хлебопекарное оборудование: тестомесы](#)
10. <http://belkras.ru/> ПЕЧИ "БЕЛКРАС"
11. [www.hlebopek.com](http://www.hlebopek.com). Современное хлебопекарное производство

