

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический
Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических
процессов и производств»
Направленность (профиль) программы «Автоматизация технологических
процессов и производств в энергетике»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о. заведующий кафедрой

А. А. Остапенко _____

«_____» _____ 2016 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Механизация и автоматизация лабораторной биогазовой установки
циклического действия (комплексная выпускная квалификационная работа)

Исполнитель

студент группы 241 об

(подпись, дата)

В.С.Гусенков

Руководитель

доцент, канд. тех. наук

(подпись, дата)

В.Л.Русинов

Нормоконтроль

(подпись, дата)

Н. С. Бодруг

Благовещенск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой

_____ А. А. Остапенко

(подпись)

«_____» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Гусенкова Василия Сергеевича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Механизация и автоматизация лабораторной биогазовой установки циклического действия (комплексная выпускная квалификационная работа).

_____ (утверждена приказом от 07.12.2015г. № 2530-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 14 июня 2016 года.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: 1) ФГОС направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств; 2) Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств.

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

1) Постановка задачи;

2) Механическая реализация биогазовой установки;

3) Подбор средств автоматизации.

4) Разработка системы управления биогазовой установки в MasterSCADA;

5) Математическое описание объекта

б) Безопасность

5. Перечень материалов приложения:

- Приложение А – Спецификация к листу 1

6. Дата выдачи задания 7 декабря 2015 года.

Руководитель выпускной квалификационной работы: Русинов Владислав Леонидович, ст. преподаватель

(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)

Задание принял к исполнению (дата):

_____ (подпись студента)

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 88 с., 8 частей, 42 рисунков, 2 таблицы, 21 источник, 1 приложение.

БИОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА, ТРМ, МЕШАЛКА, ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ, ТЕРМОПАРА, ВЫГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО, ФЕРМЕНТАТОР, ФЕКАЛЬНЫЙ НАСОС.

Цель выпускной квалификационной работы состоит в разработке, и автоматизации лабораторной биогазовой установки циклического действия.

В работе показан процесс переработки жидких органических отходов в жидкие органические удобрения. Изучен процесс метанового брожения с получением биогаза и удобрения.

Разработан проект биогазовой установки в виде ферментатора с загрузочно-выгрузочным устройством со средствами механизации и автоматизации.

Разработана система дистанционного управления процессом загрузки субстрата его перемешивание и нагрев, SCADA позволяет управлять всем процессом, а также предоставлять наглядное изменение всех параметров на тренде.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1.Техническое задание	8
1.1 Общие сведения	8
1.2 Назначение и цели создания системы	8
1.3 Характеристика объекта автоматизации	8
1.4 Требование к системе	9
1.5 Требования к видам обеспечения	14
1.6 Состав и содержание работ по созданию системы	15
1.7 Порядок контроля и приемки системы	16
1.8 Требование к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие	16
2.Постановка задачи	17
2.1 Принцип работы биогазовой установки	17
3.Механическая реализация биогазовой установки	19
3.1 Тип строения ферментатора	19
3.2 Строительные материалы для ферментатора	19
3.3 Теплоизоляция	20
3.4 Внешняя обшивка и защита от неблагоприятных условиях	21
3.5 Покраска, нанесение защитных слоев	21
3.6 Подача субстрата в ферментатор	22

3.7 Трубопроводы, арматура	23
3.8 Насосы	24
3.9 Смесительная техника	25
3.10 Отопительные устройства	27
3.11 Оборудование для управления и контроля	27
4.Подбор средств автоматизации	29
4.1 Выбор контрольно-измерительных приборов	29
4.2 Контроль и профилактические осмотры	37
5.Разработка системы управления биогазовой установки в MasterSCADA	39
5.1 Современная система диспетчеризации	39
5.2 Канал передачи данных	41
5.3 Настройка TPM202 на тип измерительного преобразователя и параметров связи в сети RS-485	41
5.4 Назначение программного обеспечения Lectus Modbus OPC/DDE сервер	42
5.5 Настройка Lectus Modbus OPC/DDE для опроса двух каналов TPM 202	42
5.6 Назначение программного обеспечения MasterSCADA	45
5.7 Разработка мнемосхемы опроса температуры от TPM 202 в MasterSCADA	46
6.Математическое описание объекта	50
6.1 Тепловой расчет ферментатора	50
6.2 Статическая модель ферментатора	51

6.3 Динамическая модель ферментатора	61
7Разработка окон контроля и управления параметрами	72
7.1 Разработка мнемосхемы контроля параметров в MasterSCADA	72
6.Безопасность	77
6.1 Электробезопасность	77
6.2 Чрезвычайные ситуации текущая обстановка	82
6.3 Безопасность рабочего места	84
Заключение	86
Библиографический список	87
Приложение А – Спецификация к листу 1	

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы значительно возросла заинтересованность к процессам производства биогаза – это проявляется не только в возрастающем количестве планирующихся и строящихся биогазовых установок, но и в заинтересованности все большего числа фермеров, коммунальных хозяйств, предприятий и частных хозяйств, которые внимательно наблюдают за развитием этого сектора. Для пищевой промышленности, гастрономии, больших ресторанов, учреждений общественного питания и предприятий по переработке пищевых отходов технология производства биогаза позволяет утилизировать органические отходы, остатки продуктов питания и прочее с получением органических удобрений, которые возможно использовать в сельском хозяйстве.

На сегодняшний день, в России мало распространены биогазовые установки, а имеющиеся имеют малый уровень механизации и автоматизации. В нашей работе представлен один из вариантов автоматизации и механизации биогазовой установки. Подобранные соответствующие оборудование для полной автоматизации и механизации всего процесса производства биогаза.

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1 Общие сведения

1) Настоящее ТЗ распространяется на разработку Экспериментальной биогазовой установки и системы управления.

2) Заказчик: ФГБОУ ВПО Амурский государственный университет (АмГУ)

Исполнитель: Коженков А. И., Гусенков В. С.

3) Система разрабатывается на основании следующих документов:
-ФГОС направления подготовки бакалавров 15.03.04 АТПиП
-Учебный план направления подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизации технологических процессов и производств

4.) Плановый срок начала работ по созданию экспериментальной биогазовой установки и системы управления 15 августа 2015 года.

Плановый срок окончания работ по созданию экспериментальной биогазовой установки и системы управления _____

1.2 Назначение и цели создания системы

Экспериментальная биогазовая установка и система управления предназначена для:

- для проведения экспериментов (отладки производственного процесса);
- для выработки био-удобрения (в виде побочного продукта);
- для выработки биогаза (с целью использования его в дальнейшем).

Цели создания системы.

-Разработка прототипа для последующего воплощения в промышленных масштабах;

-Получить навыки построения систем управления данного класса;

-Совершенствование лабораторной базы кафедры.

1.3 Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации является герметичный резервуар для биотоплива в него также установлено термосопротивление для измерения

температуры био-топлива, а также ТЭН для поддержания необходимой температуры. Для контроля процесса производства биогаза применен измеритель-регулятор ТРМ-201, к которому подключается ЛАТР (для контролирования мощности ТЭНа) и преобразователь АС-4 который в свою очередь подключен к ПК на котором ведется учет и архивация данных снятых с ТРМ-201 и термосопротивления.

Таблица 1 – Объем метантенка биогазовой установки, необходимый для сбраживания навоза, полученного от одного животного

Вид животных	Необходимый объем метантенка, м ²	
	Низкая эффективность сбраживания	Высокая эффективность сбраживания
КРС		
Телята до 1-го года	0,75	0,45
Телята молодняк от 1 до 2 лет	1,75	1,05
Телки старше 2-х лет, быки на откорме, коровы	2,5	1,5
Волы, племенные быки	3	1,8
Свиньи		
Поросята до 12кг	0,03	0,2
Поросята от 12 кг до 20 кг	0,05	0,3
Поросята от 20 кг до 45 кг	0,15	0,9
Племенные свиньи более 90кг	0,83	0,5
Овцы		
Овцы до 1 года	0,13	0,08
Овцы старше 1 года	0,25	0,15
Лошади		
Жеребята и лошади до 3 лет	1,75	1,05

1.4 Требования к системе

Согласно стандарту, работа биогазовой установки должна быть организована так, чтобы выполнялись требования охраны окружающей среды и здоровья персонала. Сырье для установок – отходы животноводства

и растениеводства, осадки сточных и промышленных вод – не должны загрязнять водные ресурсы. Следует исключить хранение отходов под открытым небом, уменьшая тем самым выбросы в атмосферу метана (парниковый газ) и загрязнение воздуха азотистыми соединениями, имеющими неприятный запах.

Необходимо соблюдать предохранительные меры для предотвращения заражения обслуживающего персонала биогазовых комплексов патогенной микрофлорой, содержащейся в осадках сточных вод и отходах сельскохозяйственного производства.

Также биогазовая установка должна соответствовать нормативным документам, а именно: ГОСТ Р 53790-2010 - Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам

1) требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы;

Для информационного обмена между ТРМ-201 и ПК используется цифровой интерфейс RS – 485

2) требования к режимам функционирования системы;

Для АС определены следующие режимы функционирования:

- Нормальный режим функционирования;
- Аварийный режим функционирования.

Основным режимом функционирования АС является нормальный режим.

В нормальном режиме функционирования системы:

- программное обеспечение и технические средства системы обеспечивают возможность функционирования в течении всего периода эксплуатации.

- исправно работает оборудование, составляющее комплекс технических средств;

- исправно функционирует системное, базовое и прикладное программное обеспечение системы.

Для обеспечения нормального режима функционирования системы необходимо выполнять требования и выдерживать условия эксплуатации программного обеспечения и комплекса технических средств системы, указанные в соответствующих технических документах.

Аварийный режим функционирования системы характеризуется отказом одного или нескольких компонент программного или технического обеспечения.

В случае перехода системы в аварийный режим необходимо:

- сообщить об аварии, подачей звукового сигнала.

После этого необходимо выполнить комплекс мероприятий по устранению причины перехода системы в аварийный режим.

3) Требования по диагностированию системы;

АС должна предоставлять инструменты диагностирования основных процессов системы мониторинга процесса выполнения программы. Компоненты должны предоставлять удобный интерфейс для возможности просмотра диагностических событий, мониторинга процесса выполнения программ. При возникновении аварийных ситуаций, либо ошибок в программном обеспечении, диагностические инструменты должны позволять сохранять полный набор информации, необходимой разработчику для идентификации проблемы (снимки экранов, текущее состояние памяти, файловой системы).

4) перспективы развития, модернизации системы.

АС должна реализовывать возможность дальнейшей модернизации как программного обеспечения, так комплекса технических средств, таких как ускорения цикла производства биогаза и более экономичного производства отходов.

Также необходимо предусмотреть возможность увеличения производительности системы путем её масштабирования.

Для плановой диагностики АС требуется один человек.

Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении следующих внештатных ситуаций:

- при сбоях в системе электроснабжения аппаратной части;
- при ошибках в работе аппаратных средств;
- при ошибках, связанных с программным обеспечением.

Факторы, оказывающие вредные воздействия на здоровье со стороны всех элементов системы не должны превышать действующих норм (СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 от 03.06.2003 г.).

Все внешние элементы технических средств системы, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства иметь защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и ПУЭ.

Система электропитания должна обеспечивать защитное отключение при перегрузках и коротких замыканиях в цепях нагрузки, а также аварийное ручное отключение.

Общие требования пожарной безопасности должны соответствовать нормам на бытовое электрооборудование. В случае возгорания не должно выделяться ядовитых газов и дымов. После снятия электропитания должно быть допустимо применение любых средств пожаротушения.

Взаимодействие пользователей с прикладным программным обеспечением, входящим в состав системы должно осуществляться посредством визуального графического интерфейса. Интерфейс системы должен быть понятным и удобным, не должен быть перегружен графическими элементами и должен обеспечивать быстрое отображение экранных форм. Навигационные элементы должны быть выполнены в удобной для пользователя форме. Средства редактирования информации должны удовлетворять принятым соглашениям в части использования функциональных клавиш, режимов работы, поиска, использования оконной

системы. Ввод-вывод данных системы, прием управляющих команд и отображение результатов их исполнения должны выполняться в интерактивном режиме. Интерфейс должен соответствовать современным эргономическим требованиям и обеспечивать удобный доступ к основным функциям и операциям системы.

Все надписи экранных форм, а также сообщения, выдаваемые пользователю должны быть на русском языке.

Система должна обеспечивать корректную обработку аварийных ситуаций (либо блокировку), вызванных неверными действиями пользователей, неверным форматом или недопустимыми значениями входных данных. В указанных случаях система должна выдавать пользователю соответствующие сообщения. На экран визуализации должны отображаться:

- температура установленная в ТРМ-201 (уставка);
- реальная температура биомассы в резервуаре;
- график включения подогрева в резервуаре;
- органы управления (включение и отключение установки)

Для нормальной эксплуатации разрабатываемой системы должно быть обеспечено бесперебойное питание. При эксплуатации система должна быть обеспечена соответствующая стандартам хранения и эксплуатации. Периодическое техническое обслуживание используемых технических средств должно проводиться в соответствии с требованиями технической документации изготовителей, но не реже одного раза в год.

В процессе проведения периодического технического обслуживания должны проводиться внешний и внутренний осмотр и чистка технических средств, обеззараживание резервуаров, проверка контактных соединений, проверка параметров настроек работоспособности технических средств и тестирование их взаимодействия. На основании результатов тестирования технических средств должны проводиться анализ причин возникновения обнаруженных дефектов и приниматься меры по их ликвидации.

Восстановление работоспособности технических средств должно проводиться в соответствии с инструкциями разработчика и поставщика технических средств и документами по восстановлению работоспособности технических средств и завершаться проведением их тестирования. Размещение оборудования, технических средств должно соответствовать требованиям техники безопасности, санитарным нормам и требованиям пожарной безопасности.

Все пользователи системы должны соблюдать правила эксплуатации электронной вычислительной техники.

Программное обеспечение АС должно восстанавливать свое функционирование при корректном перезапуске аппаратных средств.

Защита от влияния внешних воздействий должна обеспечиваться средствами программно - технического комплекса.

Установка системы в целом, как и установка отдельных частей системы не должна предъявлять дополнительных требований к покупке лицензий на программное обеспечение сторонних производителей.

Дополнительные требования не предъявляются.

1.5 Требования к видам обеспечения

Математические методы и алгоритмы, а также программное обеспечение, используемые при разработке АС должны быть максимально оптимизированными и понятными для разработчиков.

Требования к информационному обеспечению системы

Состав, структура и способы организации данных в системе должны быть определены на этапе технического проектирования.

Технические средства, обеспечивающие хранение информации, должны использовать современные технологии, позволяющие обеспечить повышенную надежность хранения данных и оперативную замену оборудования.

Требования к лингвистическому обеспечению системы

Все прикладное программное обеспечение системы для организации взаимодействия с пользователем должно использовать русский язык.

Требования к программному обеспечению системы

При проектировании и разработке системы необходимо максимально эффективным образом использовать программное обеспечение.

Требования к техническому обеспечению

Техническое обеспечение системы должно максимально и наиболее эффективным образом использовать существующие технические средства.

Требования к метрологическому обеспечению

Разрабатываемая АС должна обеспечивать следующие требования: поддержание необходимой температуры сбраживания биотоплива 38 °С, а также поддержание консистенции внутри резервуара.

1.6 Состав и содержание работ по созданию системы

Перечень документов, по ГОСТ 34.201-89, предъявляемых по окончании соответствующих стадий и этапов работ:

Этап	Содержание работ	Результаты работ
1	Разработка технического обеспечения	Создание чертежа общего вида, принципиальной схемы и схемы автоматизации
2	Разработка ПО	Описание алгоритма, программного обеспечения, написание руководства пользователя, составление перечня входных сигналов и данных
3	Определение потребностей в материалах и оборудования	Составление ведомости оборудования и материалов и локальный сметный расчет

1.7 Порядок контроля и приемки системы

Виды, состав, объем, и методы испытаний системы должны быть изложены в программе и методике испытаний АС, разрабатываемой в составе рабочей документации.

Все создаваемые в рамках настоящей работы программные изделия передаются заказчику, как в виде готовых модулей, так и в виде исходных кодов, представляемых в электронной форме на стандартном машинном носителе.

Статус приемочной комиссии определяется заказчиком до проведения испытаний.

1.8 Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие

В ходе выполнения проекта на объекте автоматизации требуется выполнить работы по подготовке к вводу системы в действие. При подготовке к вводу в эксплуатацию АС заказчик должен обеспечить выполнение следующих работ:

- Обеспечить соответствие помещений и рабочих мест пользователей системы в соответствии с требованиями;
- Обеспечить выполнение требований, предъявляемых к программно-техническим средствам, на которых должно быть развернуто программное обеспечение АС;
- Совместно с исполнителем подготовить план развертывания системы на технических средствах заказчика;
- Провести опытную эксплуатацию АС.

Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие, включая перечень основных мероприятий и их исполнителей должны быть уточнены на стадии подготовки рабочей документации и по результатам опытной эксплуатации.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.

2.1 Принцип работы биогазовой установки

Биогаз – общее название горючей газовой смеси, получаемой при разложении органических субстанций в результате анаэробного микробиологического процесса (метанового брожения).

Для эффективного производства биогаза из органического сырья создаются комфортные условия для жизнедеятельности нескольких видов бактерий при отсутствии доступа кислорода. Принципиальная схема процесса образования биогаза представлена ниже.

В зависимости от вида органического сырья состав биогаза может меняться, но, в общем случае, в его состав входят метан (CH_4), углекислый газ (CO_2), небольшое количество сероводорода (H_2S), аммиак (NH_3) и водород (H_2).

Так как биогаз на 2/3 состоит из метана – горючего газа, составляющего основу природного газа, его энергетическая ценность (удельная теплота сгорания) составляет 60-70% энергетической ценности природного газа, или порядка 7000 ккал на м^3 . 1м^3 биогаза также эквивалентен 1,5 – 2,2 кВтч электроэнергии и 2,8 – 4,1 кВтч тепла или 1 л дизельного топлива.

Большое разнообразие разных методов добычи биогаза можно свести к нескольким вариантам с точки зрения технических характеристик процесса. Принципиальное различие в методах работы разных установок состоит в способе подачи (методы порционной подачи/проточный), по типу смешивания (полное смешивание или пробочное проталкивание), одно- или многоступенчатая система и/ либо по консистенции субстрата (твердое сырье или метод переработки в текучем- /мокроем виде).

В проектируемой установке, будем использовать метод порционной подачи, с полным смешиванием. Субстрат используется только в мокром виде с добавлением воды. Для метода порционной подачи характерно

наполнение бродильной камеры за один прием. Порция проходит брожение до конца заданного для этого времени, на протяжении которого субстрат не добавляют и не вынимают. Производство газа начинается после наполнения, достигает максимальной производительности, после чего начинает падать. Под конец, по истечению заданного времени брожения, бродильная камера опустошается также за один прием. При этом часть бродильного шлама возвращают обратно чтобы привить «разработанные» бактерии.

Для метода порционной подачи характерны:

- кроме жидких субстратов можно также перерабатывать твердые субстраты с высоким содержанием сухого вещества.
- профилактические осмотры и ремонт ферментатора можно проводить после каждого цикла
- необходимо иметь массу для прививания, которая в отдельных случаях может достигать больших порций
- неравномерная выработка газа, если не использовать последовательно несколько резервуаров
- надежный гигиенизирующий эффект.

Данный метод выбран как наиболее простой в исполнении, не требующий больших затрат, но в тоже время эффект от порционной подачи несколько ниже, нежели от проточной. Технология, основанная на порционном принципе, всегда используется в тех случаях, если есть необходимость проанализировать субстрат или смесь субстратов в отношении их поведения в ферментаторе, либо выхода газа.

3. МЕХАНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

В этом разделе дипломного проектирования более подробно будут рассмотрены приборы необходимые для воплощение в жизнь стенда, с целью создания четкого понимания принципа работы данных устройств и их технических возможностях.

3.1 Тип строения ферментатора.

Стоящая вертикальная конструкция.

Ферментатор в виде вертикального строения из соображений статике преимущественно имеет круглую форму поперечного сечения. По сравнению с горизонтальным вариантом он имеет преимущество более компактных размеров, более выгодное соотношение площади поверхности к объему, что уменьшает затраты материалов и теплотери. По мере возрастания высоты строений и вместе с тем тенденции к расслоению бродильного субстрата, смешивающая техника должна обеспечивать достаточное вертикальное перемешивание.

Характеристики ферментатора: Диаметр 800мм, Высота 1210мм, Полный объём 500литров.

Размещение фермантатора наземное, будем экономить на земляных работах, и использовать материалы для внешней теплоизоляции.

3.2 Строительные материалы для ферментатора.

Ферментатор состоит из следующих элементов:

- корпус резервуара
- зимняя изоляция
- внешняя облицовка для наземных резервуаров
- внутреннее покрытие или многослойные покрытия
- измерительные приборы, предохранитель высокого- низкого давления.

Корпус резервуара как правило изготавливают либо из бетона, либо из стали, так как объём нашего ферментатора сравнительно малый, то будем использовать для изготовления сталь. Преимущество железа является то, что резервуар и оснащение можно частично подготовить заранее, что сократит нам время строительства.

Резервуар будет внешне заизолирован, оснащён выгрузочным устройством, и одним люком для загрузки субстрата, чистке и ремонтно-профилактических работ.

Для изготовления резервуара используется эмалированное, оцинкованное строительное железо. Оболочка ферментатора устанавливается на фундамент из бетона. Материал оболочки подается в виде сваренных листов железа, свернутых в рулон. Толщина железа 3-4мм. Резервуар устанавливается на фундамент, который имеет деревянную опору, она не только фиксирует резервуар, но и служит термической заслонкой между резервуаром и фундаментом. Горловина для выхода газа, расположена рядом с люком для загрузки субстрата.

3.3 Теплоизоляция

Теплоизоляция ферментатора для наших широт является неременной составляющей. При этом, ферментатор можно изолировать как снаружи, так и изнутри. Преимущества и недостатки показано в таблице 1. Материалы, которое для этого наиболее подходят, будут названы далее.

Таблице 2 – Теплоизоляция ферментатора

Теплоизоляция ферментатора внешняя или внутренняя		
	Преимущества	Недостатки
Внутренняя изоляция	Можно проложить по завершению строительства либо закладывается в обшивку (при покрытии).	Изоляционный материал должен быть устойчив к субстрату, бактериям и кислотам. Устойчив к механическим повреждениям и всплыванию

Внешняя изоляция	Возможность использования всего объема ферментатора. Механические устойчивые поверхности. Небольшая разница в растягивании. Возможность контролировать бетонные поверхности	Большая разница в растягивании между стеной и перекрытием. Изоляция должна быть устойчива к давлению и особенно хорошо защищена. Расширения под воздействием тепла из забетонированных греющих змеевиков должны проверяться на татику
------------------	---	---

Минеральная вата (стекло-, минеральная и шлаковата) все еще является наиболее часто используемым изоляционным материалом. Это связано с низкой стоимостью и устойчивостью к высоким температурам. Строительно-биологические аспекты, которые выступают не в пользу минеральных волокон при строительстве жилых зданий, для биогазовых установок имеют меньшее значение. Если работать с этим материалом (в маске защиты дыхательных путей) согласно правил и накрывать оболочкой, то вред для здоровья будет минимизирован.

3.4 Внешняя обшивка и защита от неблагоприятных условий.

Так как ферментатор будет установлен в помещении, то внешняя изоляция не должна быть слишком громоздкой, толстой и дорогой. Поэтому достаточным будет обшить ферментатор оцинкованной листовой жстью. В свою очередь она не так сильно дорога + придаст ферментатору какой-никакой завершенный внешний вид.

3.5 Покраска, нанесение защитных слоёв.

Практический опыт показывает, что в защите от коррозии биогазового ферментатора, изготовленных из соответствующей жести (толщина > 2 мм) нет необходимости там, где происходит контакт лишь с навозом, коррозия

происходит лишь в зоне воздействия кислот и выделения газа. Но пока коррозия поглотит наш 4мм резервуар, пройдут десятки лет.

3.6 Подача субстрата в ферментатор.

Для подачи твердых веществ существует много систем и продуктов, выпускаемых промышленностью, позволяющих дозировать вес и подачу через заданные интервалы.

Для подачи твердых веществ существует три возможности:

- Резервуар предварительного хранения
- Непрямая подача в ферментатор
- Прямая подача в ферментатор

При этом варианты подачи существенно различаются между собой по мощности и специфической производительности транспортера, по потреблению электроэнергии и стоимости. Какая техника для подачи подходит лучше всего, зависит не только от субстрата и его количества, стоимости, расположения установки и т. д., но и от намерений и рабочего времени руководителя предприятия.

В нашем случае необходима подача субстрата из резервуара предварительного хранения.

Именно такой тип подачи будет наиболее оптимален, так как ферментатор относительно не большого объёма, следовательно, и резервуар будет меньшего объёма, что как минимум экономит деньги на строительство. Для передачи из резервуара в ферментатор будем использовать фекальный насос погружного типа.

Резервуар берет на себя функцию места временного содержания, но также для смешивания, измельчения и разбавления ферментационных веществ или твердого навоза. Резервуар предварительного хранения должен иметь целый ряд качеств – быть непроницаемым для гноя, газонепроницаемость, как правило, не требуется. Проникновение воздуха вовнутрь лишь ускорит начало первой окислительной фазы процесса разложения. Резервуары предварительного хранения преимущественно

строят погруженными в грунт, для строительства применяют шахтные кольца. Цилиндрическая форма облегчает процессы смешивания. Забор для откачивания производится не со дна, а приблизительно на расстоянии 50 см от него, это позволяет свободно осажать твердые вещества. Во многих случаях рекомендуем также осадок из ферментатора сливать в этот резервуар, откуда их можно будет удалить или растворить большим количеством воды для вывоза на поля.

Резервуар предварительного хранения используется там, где работают с жидким гноем или количество подмешиваемого твердого вещества небольшое. Если происходит ферментация большого количества твердого вещества, то в резервуар предварительного хранения следует добавлять дополнительное (большее) количество жидкого вещества, с целью получения пригодной для прокачивания массы. В противном случае возрастают затраты на прокачивание и перемешивание, а также переработку этой массы.

Такой способ работы с твердым навозом имеет некоторые преимущества, такие как возможность точного дозирования и возможность предварительного согревания субстрата с минимальными потерями на это. Чем выше процент содержания сухого вещества в субстрате, тем больше рабочего времени необходимо будет потратить на его переработку в резервуаре предварительного хранения

3.7 Трубопроводы, арматура.

Среди трубопроводов следует различать питающие трубы, по которым субстрат транспортируется под давлением (напр. из резервуара предварительного хранения в ферментатор) и перепускные трубы, по которым транспортировка происходит, как правило, благодаря естественному уклону (напр. из ферментатора в резервуар предварительного хранения).

Напорный трубопровод должен иметь 100 мм, лучше и 120 мм в диаметре, а для транспортировок на дальние расстояния и 150 мм, чтобы избежать закупорки и большие потери давления. Для жидких субстратов

скорость протекания должна быть около 1 м/с. Если скорость протекания существенно ниже, то возникает опасность закупорки из-за осадков в трубе. Напорные трубопроводы выполняются преимущественно в виде железных труб со сварными или фланцевыми соединениями. При использовании труб из искусственных материалов, необходимо учитывать соответствующую толщину стенок, способную выдерживать давление насоса.

Все трубопроводы должны находиться в защищенной от морозов зоне, а в случае протекания теплого субстрата, должны также иметь теплоизоляцию. Небольшой уклон 1-2% в сторону слива позволит сток в случае остановки насоса, уменьшит опасность образования наслоений (осаждение твердых компонентов субстрата) в трубе. При прокладывании трубопроводов в насыпном грунте, его следует перед прокладыванием хорошо уплотнить, в противном случае возникнет опасность проломов в трубе из-за просадок. Вследствие прокладки труб следует проконтролировать чтобы субстрат не вытекал из ферментатора. Поэтому для наземных ферментаторов свежий субстрат подают сверху.

3.8 Насосы.

Центробежные насосы широко представлены в оборудовании по работе с навозом. Они просто устроены и относительно устойчивы в работе и могут использоваться при работе с субстратами с содержанием сухого вещества менее 8%. Максимально достижимое давление находится в пределах 4-20 бар. Количество нагнетаемого материала варьируется между 2 и 6 м³/мин, при потреблении энергии 3-15 кВт. Режущие насосы – особая форма центробежных насосов – имеют на рабочем колесе каленые режущие края и противорежущую пластину на корпусе. Таким образом можно измельчать вещества, содержащиеся в навозе длинные волокна как то солома и остатки корма. Эти насосы погружают в жидкую среду, поэтому не возникает проблем с всасыванием.

Роторные насосы приобретают в последние годы все большую популярность. Они оснащены двумя движущимися в противоположном

направлении роторами в овальном корпусе. Максимальное давление находится в пределах 2-10 бар, а подача насоса в пределах 0,5-4 м³/мин., приводная мощность 7,5 -55 кВт. По сравнению с эксцентриковыми шнековыми насосами с такой же мощностью потребления, эти насосы позволяют прокачивать большее количество твердых инородных тел и веществ, содержащих волокна. По этой причине они все чаще и используются на установках, работающих с повышением количеством волокнистого материала, энергетическими культурами растений либо разжиженным и измельченным твердым навозом в качестве субстрата.

3.9 Смесительная техника.

Как правило, субстрат в резервуаре перемешивают по несколько раз в день с целью достижения таких эффектов:

- Перемешивания свежего субстрата с перегноем с целью переселения и размножения в новом материале активных бактерий
- Распределение тепла с целью удержания насколько возможно равномерного распределения температуры в ферментаторе
- Избежание образования или разрушение образовавшейся корки, или осадка
- Улучшение обмена веществ у бактерий через выведение пузырьков биогаза и подачу новых питательных веществ.

Перемешивание происходит механическим путем благодаря установленным в ферментаторе мешалкам, гидравлическим путем через насосы, установленные внешне или путем использования выработанного собственного давления газа или пневматическим путем через закачивание биогаза.



Рисунок 1 –Разновидности мешалок

В нашем случае целесообразно использовать пропеллерную мешалку. Для вертикального ферментатора она вполне работоспособна. Перемешивающее устройство состоит: привод (мотор-редуктор), вал, лопасти, устройство для крепления мешалки на емкости. В качестве привода перемешивающего устройства используется мотор – редуктор, состоящий из электродвигателя (общепромышленного, взрывозащищенного и влагозащитного) и редуктора различных типов, и компоновок, отечественного или иностранного производства.

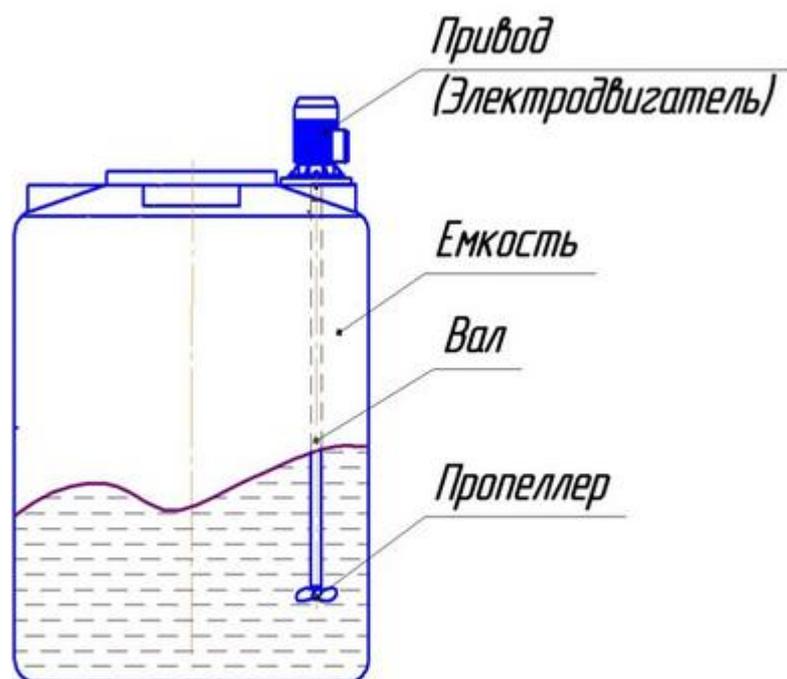


Рисунок 2 – Пропеллерная мешалка

3.10 Отопительные устройства

Мощные биогазовые установки, работающие в наших климатических условиях должны обогреваться с тем, чтобы выдерживать необходимые температурные режимы и выровнять внешние теплотери. Для нашей установки будем использовать внутренний теплообменник, то есть расположенный в ферментаторе. Расчет подогревателя произведем далее.

3.11 Оборудование для управления и контроля

Возможности по управлению и автоматизации биогазовых установок не имеют границ. В зависимости от размеров установки существует даже градация по требованиям к автоматизации. Определяющим для уровня автоматизации будет однако являться наличие свободного времени, которое можно уделять обслуживанию установки:

- Автоматическая регулярная подача субстрата в ферментатор. Это необходимо для обеспечения стабильной работы процесса с биологической точки зрения и постоянной выработки газа.

- Автоматическое включение-выключение мешалок. Регулярное перемешивание особенно важно для густых субстратов, которые на сегодняшний день используются все чаще.

- Обогрев резервуара ферментатора

После проведенного анализа рынка компонентов систем автоматики для создания биогазовой установки были выбраны средства автоматизации ОВЕН.

4. ПОДБОР СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

4.1 Выбор контрольно-измерительных приборов

После проведенного анализа рынка компонентов систем автоматики для создания биогазовой установки были выбраны средства автоматизации фирмы ОВЕН. Основу блока управления составляют контроллеры ОВЕН ТРМ210 и ПР114. Данные контроллеры оснащены всем необходимым для автоматизированного управления лабораторной установкой, а также что не мало важно обладают привлекательной ценой. Наличие дисплея, интегрированного в корпус данных контроллеров позволит осуществлять контроль параметров непосредственно на нижнем уровне автоматизации.

Применение ТРМ210 и ПР114 позволяет увеличивать производительность установки и при необходимости интегрировать блок управления АСУ верхнего уровня.

ОВЕН ТРМ-210 – ПИД-регулятор температуры, давления или других физических величин, предназначен для точного поддержания заданных параметров в различных технологических процессах. Используется в составе сложного технологического оборудования: экструдеров, термопласт автоматов, печей, упаковочного, полиграфического, вакуум-формовочного оборудования и т.п. (цена колеблется от 5т.р. до 6.5т.р.).



Рисунок 3 – Измеритель ПИД-регулятор ОВЕН ТРМ210
в щитовом корпусе Щ2

Прибор включает в себя (рисунок 4):

- универсальный вход для подключения первичных преобразователей (датчиков);
- дополнительный вход для дистанционного управления процессом регулирования;
- блок обработки данных, предназначенный для цифровой фильтрации, коррекции, регистрации и регулирования входной величины и включающий в себя устройства сигнализации;
- два выходных устройства (ВУ), которые в зависимости от модификации прибора могут быть ключевого или аналогового типа;
- два цифровых индикатора для отображения регулируемой величины и ее уставки.

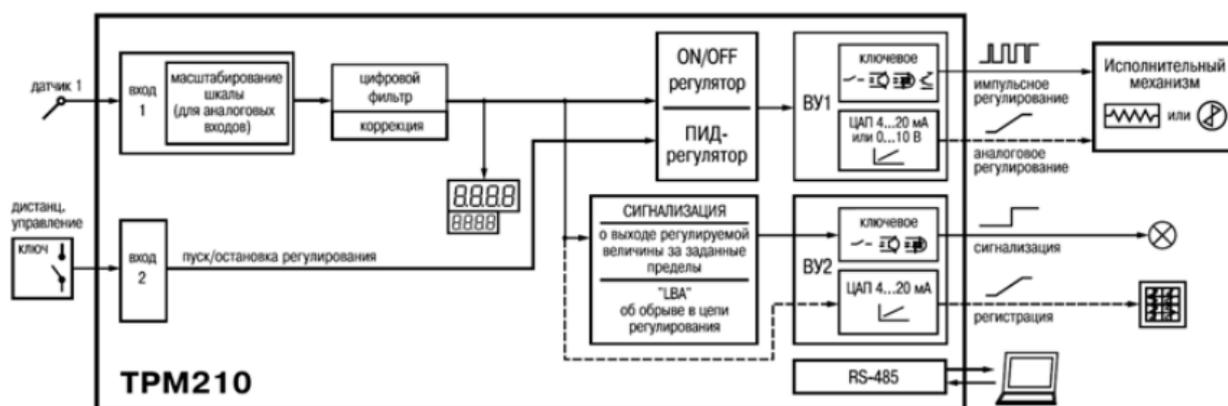


Рисунок 4 – Структурная схема TPM210

Подключение разных типов датчиков показано на рисунке 6:

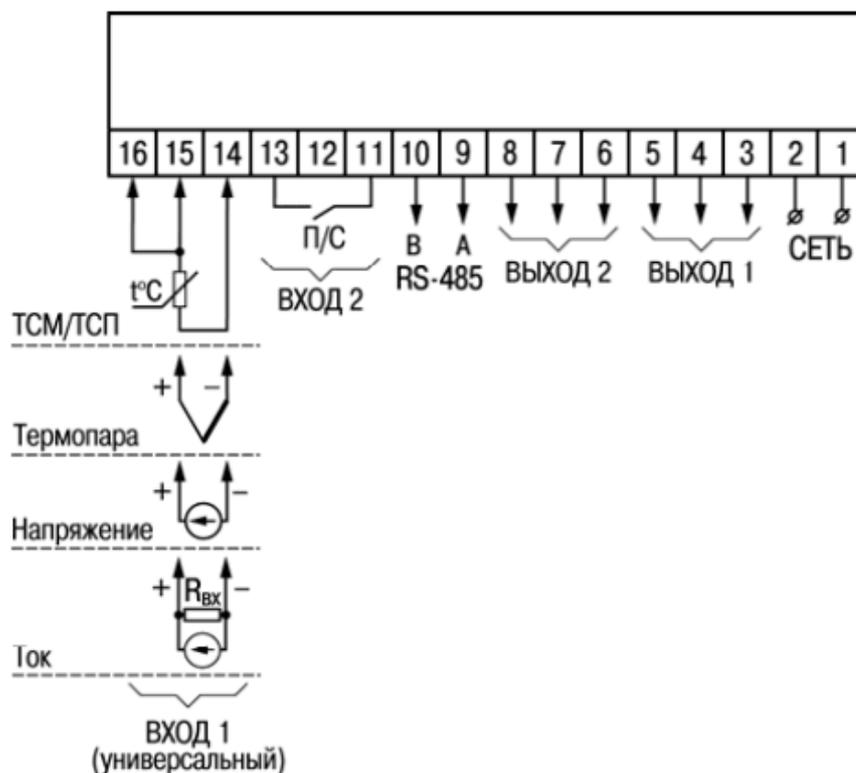


Рисунок 5 – Общая схема подключения TRM210-N2

ОВЕН ПР 114 – это свободно программируемые устройства, которые не содержат в своей памяти заранее написанной программы. Алгоритм работы программируемого реле формируется непосредственно пользователем, что делает прибор универсальным и дает возможность широко использовать его в различных областях промышленности, сельском хозяйстве, ЖКХ и на транспорте (цена до бт.р.).



Рисунок 6 – Программируемое реле PR114

Прибор PR114 предназначен для построения простых автоматизированных систем управления, а также для замены релейных систем защиты и контроля.

Область применения:

- управление наружным и внутренним освещением, освещением витрин;
- управление технологическим оборудованием (насосами, вентиляторами, компрессорами, прессами);
- конвейерные системы;
- управление подъемниками и т. д.

Логика работы прибора PR114 определяется пользователем в процессе программирования с помощью среды «OWEN Logic».

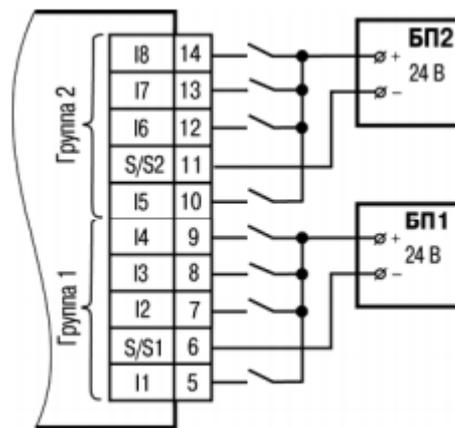


Рисунок 7 – Схема подключения к ПР114 дискретных датчиков с выходом типа «сухой контакт»

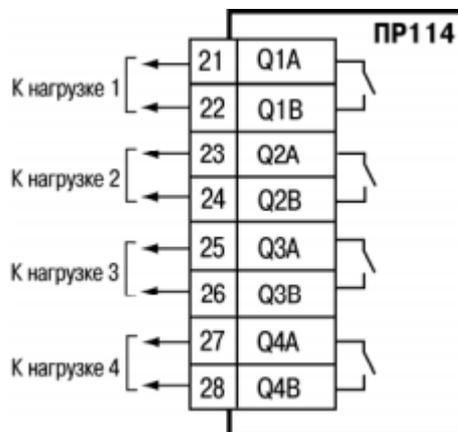


Рисунок 8 – Схема подключения нагрузки к ВЭ типа Р

Электромагнитное реле предназначено для коммутации силовых цепей напряжением не более 250 В переменного тока и рабочим током не более 10 А.

Кроме выше сказанных контроллеров в системе управления используются следующие компоненты ОВЕН:

- АС4- Предназначен для взаимного преобразования сигналов интерфейсов USB и RS-485. Позволяет подключать к промышленной информационной сети RS-485 персональный компьютер, имеющий USB-порт.



Рисунок 9 – Автоматический преобразователь интерфейсов
USB/RS-485 OVEN AC4

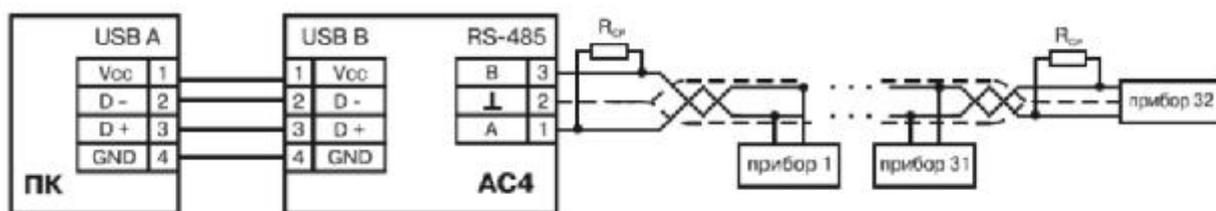


Рисунок 10 – Схема подключения прибора AC4

ПД100-ДИ0.06-811-2.5-представляют собой преобразователи давления с открытым измерительным кремниевым кристаллом сенсора и кабельным вводом стандарта EN175301-803 (DIN43650 A).

Данная модель измеряет низкие (от 200 Па) давления неагрессивных газов, в том числе метана.



Рисунок 11 –Преобразователь общепромышленный
ОВЕН ПД100-ДИ0.06-811-2.5

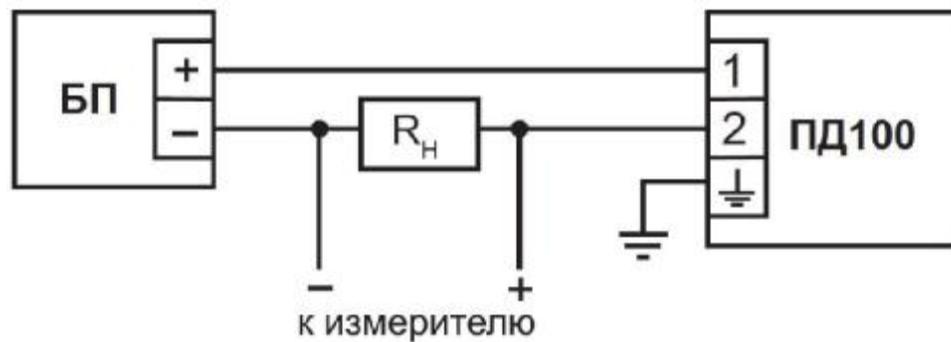


Рисунок 12 –Преобразователь общепромышленный
ОВЕН ПД100-ДИ0.06-811-2.5

Система автоматического управления процессом анаэробного сбраживания приведена на рис 13.

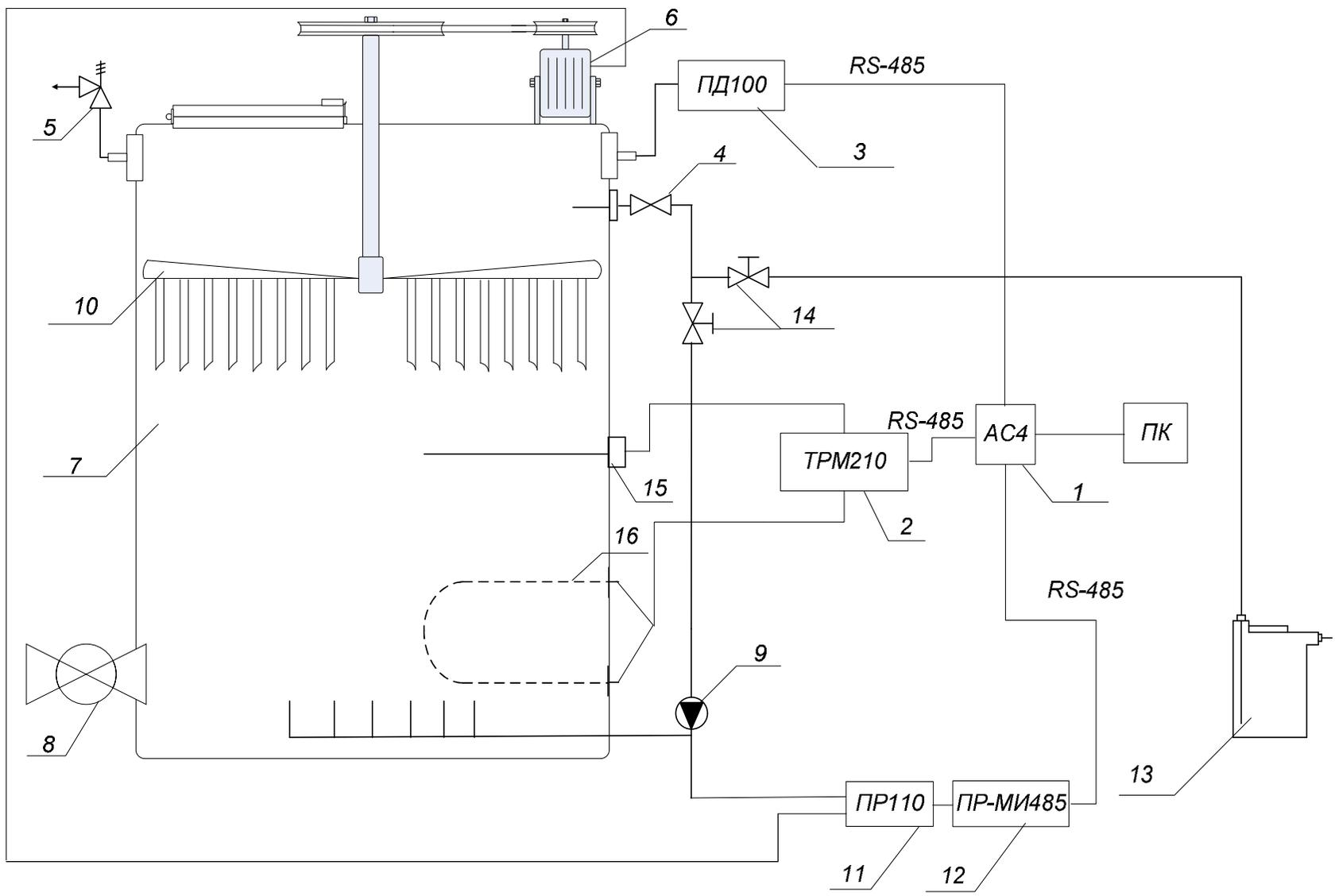


Рисунок 13 – Функциональная схема биогазовой установки

На основе поступившего сигнала, ТРМ210 формирует управляющие сигнал на исполнительный механизм (ТЭН). Температура измеряется с помощью термопары ТСМ 100. С помощью ТЭНа осуществляется нагрев загруженного субстрата до требуемой температуры (40-42 °С).

Также для равномерного нагрева субстрата и поддержания температуры в реакторе спроектирована система перемешивания субстрата с помощью мешалки так и при помощи циркуляции газа вырабатываемого в реакторе, работа циркуляционного насоса и двигателем мешалки управляет программируемое реле ПР114.

4.2. Контроль и профилактические осмотры

Биогазовые установки требуют постоянного контроля. К ежедневной работе относится обход установки и проверка возможных повреждений; в частности к этому относится:

- Запись показаний газомера и рабочих часов двигателя.
- Контроль уровня масла в двигателе.
- Проверка помещения возле распределителя на предмет свечения аварийных ламп.
- Контроль поломки электрических приводных аппаратов, потребление электроэнергии мешалками и насосами.
- Проверка давления воды в системе отопления.
- Контроль температуры брожения.
- Подобрать интервалы перемешивания таким образом, чтобы не образовывались плавающие корки или осадочных наслоений.
- Убедиться, что выдерживаются все процессуально-технические требования к перемещению потока навоза-субстрата, убедиться в исправности притока-оттока.
- Проверить подключения мембраны (напр. газгольдера) на предмет утечки газа.

Еженедельный контроль должен в себя включать:

- Уровень наполнения в погружных сосудах предохранителя чрезмерно высокого-низкого давления и сепараторах конденсата.
- Проверить мешалку, понаблюдать нет ли вибрации.
- Визуальная проверка двигателя и трубопроводов.
- Проверка магнитного клапана на функциональность и загрязненность.
- Проверить промежуточную камеру самозапорного клапана для газа на непроницаемость.

5. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ В MASTERSCADA

5.1 Современная система диспетчеризации

Стандартная система диспетчеризации состоит из шкафов автоматики и диспетчерского пункта, которые обеспечивают функции управления, а также сбора данных с определенного инженерного оборудования. В диспетчерском пункте находится один или несколько персональных компьютеров, оснащенных специализированным программным обеспечением. Все оборудование связано с ПК диспетчера через технологическую сеть. Количество сегментов в сети, а также число подключаемых шкафов практически не ограничено. В зависимости от характеристик автоматизируемого объекта и объема обрабатываемой информации структура построения систем диспетчеризации реализуется в каждом случае индивидуально.

Система диспетчеризации обеспечивает многоуровневый комплексный контроль и управление:

- автоматический сбор рабочих данных и параметров системы, подлежащих диспетчерскому контролю;

- отображение состояния работы элементов (подсистем, оборудования, устройств) системы и представление информации в удобном для анализа виде (таблицы, графики, диаграммы);

- бесперебойную диагностику подчиненных объектов по перечню контролируемых параметров, поддерживает внеочередное прохождение сигналов с объектов контроля, которым присвоен высший аварийный приоритет с четким представлением ситуации и окнами контекстной подсказки диспетчеру;

- ведение журнала событий в автоматическом режиме с персонализацией ответственности за принимаемые диспетчером решения;

- авторизованный доступ к информации и управлению;

–технический и коммерческий учет потребления энергоресурсов (тепло, горячая вода, газ, электроэнергия) в многотарифном режиме и ведение суточных графиков изменения любых контролируемых параметров.

Преимущество применения систем диспетчеризации:

–быстрая и достоверная диагностика состояния объектов;

–возможность замены множества дорогих механических самописцев всего одним персональным компьютером диспетчера с возможностью оперировать информацией в электронном виде с удобной визуализацией необходимой информации;

–сбор информации для статистической обработки и прогнозирования, анализ потерь энергоносителей в коммунальном хозяйстве, в особенности при проведении взаимных денежных расчетов;

–круглосуточный контроль за работой оборудования;

–снижение влияния человеческого фактора;

–снижение эксплуатационных расходов.

Диспетчеризация– (от англ. *dispatch* – быстро выполнять) – централизованный оперативный контроль, управление и координация на промышленных предприятиях с использованием современных средств передачи и обработки информации. Диспетчеризация обеспечивает согласованную работу отдельных звеньев управляемого объекта в целях повышения технико-экономических показателей, ритмичности работы, оптимального использования производственных мощностей.

Система диспетчеризации – это набор аппаратных и программных средств для централизованного контроля за технологическими процессами, инженерными системами, системами энергоснабжения и снабжения сырьевыми ресурсами. Информация о всем оборудовании, входящем в систему диспетчеризации, выводится на экран компьютера оператора-диспетчера в режиме реального времени. Системы диспетчеризации инженерных объектов делятся на локальные и удаленные.

5.2 Канал передачи данных

Каналы связи между различными уровнями системы могут быть проводными и беспроводными на основе выделенных и коммутируемых телефонных линий, локальных компьютерных сетей, сетей сотовой связи, радиоканалов. Если речь идет о диспетчеризации на уровне цеха или предприятия, зачастую прокладка кабеля решает вопрос организации связи диспетчерского пункта с установленным оборудованием. В случае удаленной диспетчеризации используются беспроводные линии, которые вызывают наибольший интерес и все большее распространение.

Для решения поставленной задачи на каждом объекте устанавливается достаточное количество модулей ввода/вывода и (или) измерителей регуляторов, оснащенных интерфейсом RS-485 и поддерживающих протокол Modbus. Регуляторы используются в том случае, если необходимо осуществлять управление и индикацию непосредственно на самом объекте. По интерфейсу RS-485 приборы подключаются к преобразователю интерфейса АС4. На АРМ оператора устанавливается Modbus OPC/DDE-сервер (Lectus Modbus OPC and DDE server) и любая SCADA-система, поддерживающая OPC-технологию (в нашем случае это будет MasterSCADA). В OPC-сервере задаются все необходимые настройки по опросу объектов. В SCADA-системе настраивается функция отображения необходимых измеряемых параметров. Использование предлагаемого оборудования и программного обеспечения позволяет с минимальными затратами и в кратчайшие сроки организовать контроль удаленных объектов.

5.3 Настройка ТРМ202 на тип измерительного преобразователя и параметров связи в сети RS-485

Для того чтобы контроллер ТРМ202 “понимал” какие датчики температуры подключены к его входам, их нужно предварительно настроить:

- Параметр Cnt1 – входной датчик 1: E_ _ H – термопара ТХА
- Параметр Cnt2 – входной датчик 2: r.426 – термосопротивление ТСМ–0879.

Также необходимо настроить обмен данными по интерфейсу RS-485:

- Параметр bP5 – скорость обмена сети: 9600 бит/с.;
- Параметр Addr – номер прибора к сети: 1;
- Параметр A.LEn – длина сетевого адреса: 8 бит;
- Параметр r5dL – задержка ответа от прибора по RS: 20 мс.
- Параметр PROT – протокол обмена данными: A.rTU – ModbusRTU.

5.4 Назначение программного обеспечения Lectus Modbus OPC/DDE сервер

Lectus Modbus OPC/DDE сервер предназначен для предоставления данных OPC и DDE клиентам из Modbus RTU/ASCII сети. OPC клиентом может выступать любая SCADA система: Intouch, Genesis, TraceMode и др. Полностью реализована спецификация OPC DataAccess 2.05A. DDE клиентом может выступать, например Microsoft Excel. В случае использования специфичных протоколов связи (не Modbus), можно организовать передачу данных через реестр.

5.5 Настройка LectusModbus OPC/DDE для опроса двух каналов ТРМ202

Порядок работы:

1. Запускаем программу LectusModbus OPC/DDE сервер, Рисунок 14.

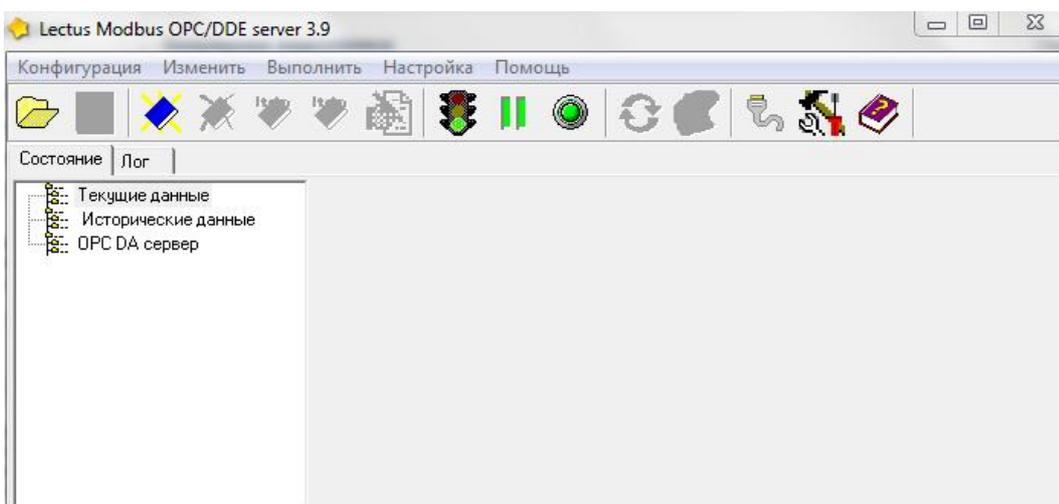


Рисунок 14 – Окно LectusModbusOPC/DDE

2. Удаляем ненужные узлы и добавляем узел “trm202”, Рисунок 15:

- Имя узла – trm202;
- Описание – Температура.
- Подключение - Прямое подключение, COM1;
- Протокол – Modbus RTU;
- Адрес устройства - 1;
- Функция чтения - 03;
- Функция записи – 16.

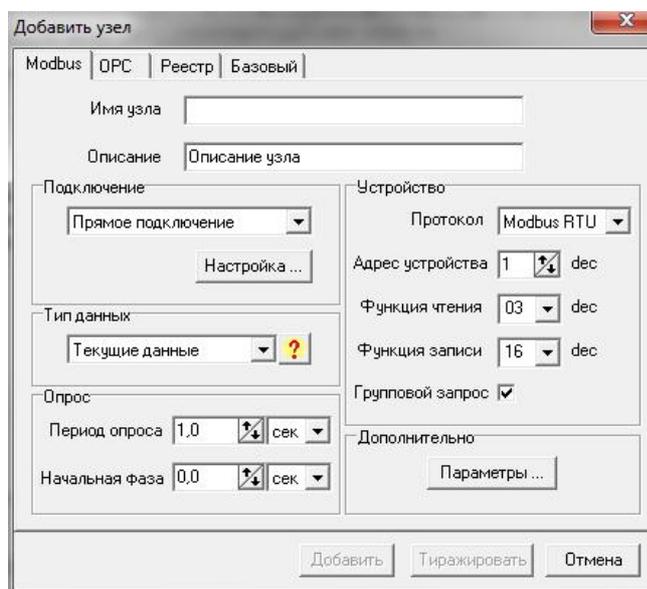


Рисунок 15– Окно настройки узла “trm202”

3. В узел "trm202" добавляем типизированные переменные, Рисунок 16:

- Имя переменной – temper1;
- Описание – Температура датчика 1;
- Тип данных - Word;
- Адрес переменной - 1;
- Имя переменной – temper2;
- Описание – Температура датчика 2;
- Тип данных - Word;
- Адрес переменной - 2;



Рисунок 16 – Окно настройки переменных

4. Устанавливаем настройки COM порта, Рисунок 17.

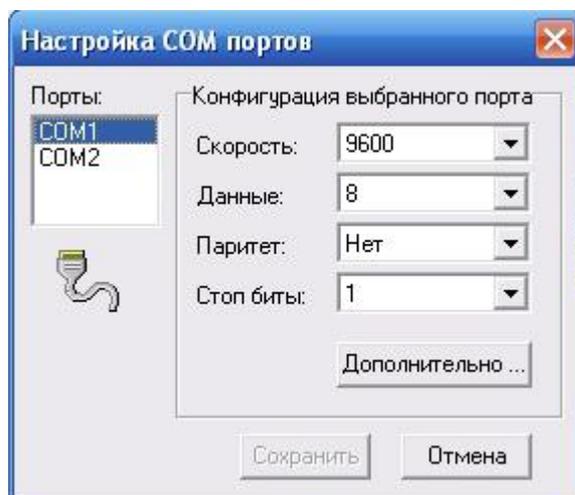


Рисунок 17– Окно настройки COM порта

5. Сохраняем текущую конфигурацию как "asrt.cfg"

Запускаем сервер, запускаем опрос, включаем рабочий режим. В результате получаем, Рисунок 18.

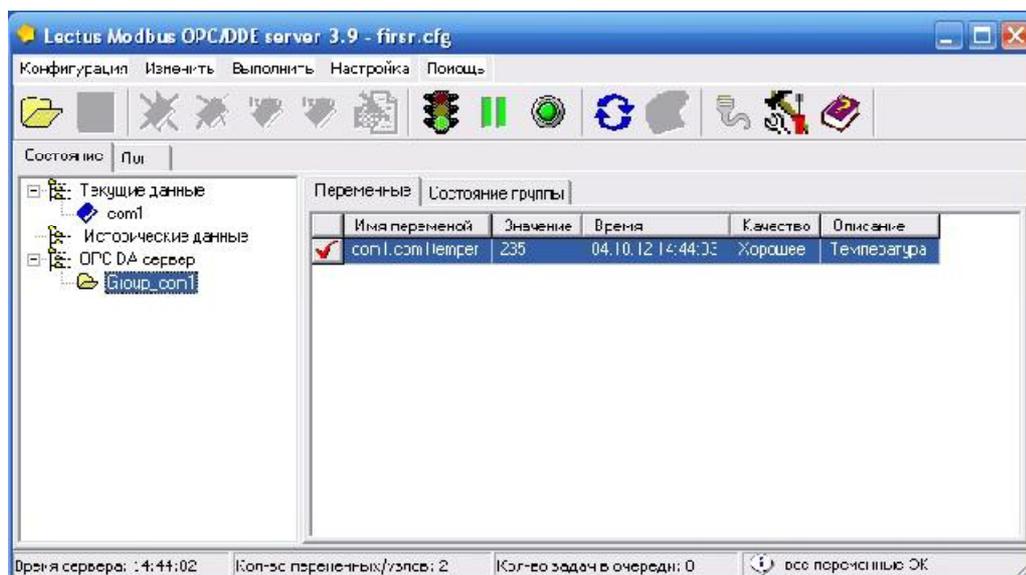


Рисунок 18 – Окно работы Lectus Modbus OPC/DDE

5.6 Назначение программного обеспечения MasterSCADA

MasterSCADA является полнофункциональным SCADA и SoftLogic модульным пакетом программ с расширяемой функциональностью. Пакет построен на клиент-серверной архитектуре с возможностью функционирования, как в локальных сетях, так и в Интернете. Прием и передача данных и сообщений на основе стандартов OPC встроена в ядро пакета. Максимальная поддержка всех стандартов (XML, HTML, ODBC, OLE, COM/DCOM, ActiveX и др.) и открытые описания интерфейсов, и форматов данных обеспечивают все необходимые возможности для стыковки с внешними программами и системами. MasterSCADA обеспечивает:

- взаимодействие с другими программами с помощью современных технологий (OPC, OLE, DCOM, ActiveX, OLEDB, ODBC, BasicScript и др.);
- использование в операторском интерфейсе документов любого типа и обмен данными с ними;
- неограниченное расширение функциональности Master SCADA продуктами сторонних разработчиков;
- связь с АСУ производством;

- открытые интерфейсы для создания пользователем любых базовых элементов.

5.7 Разработка мнемосхемы опроса температуры от TRM202 в MasterSCADA

Порядок работы:

1. Запускаем Master SCADA, создаем новый проект “trm”, Рисунок 19.

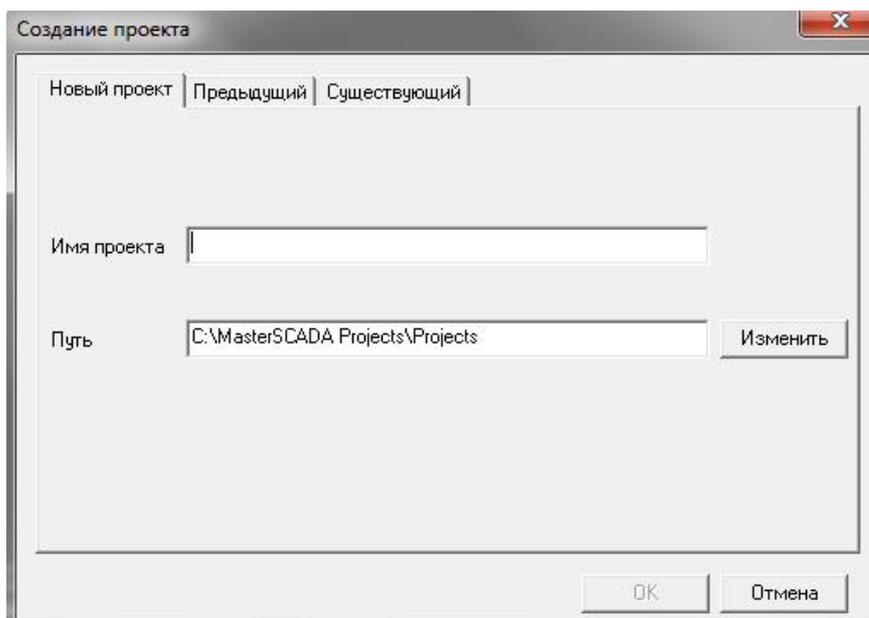


Рисунок 19 – Окно создание проекта

2. Далее нужно ввести пароль. Пароль необходимо помнить, т.к. при повторном запуске потребуется ввести пароль, Рисунок 20.

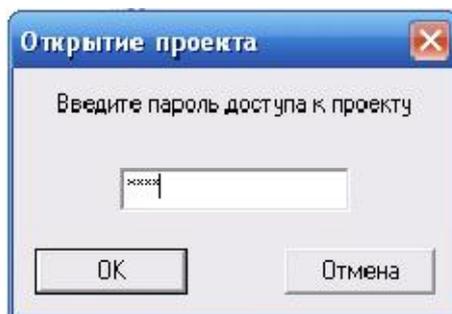


Рисунок 20 – Окно создание проекта

3. Далее создаем систему, добавляем OPCсервер – Lectus Modbus OPC/DDE server, OPCузел – trm202 и OPCпеременные – temper1 и temper2, Рисунок 21.

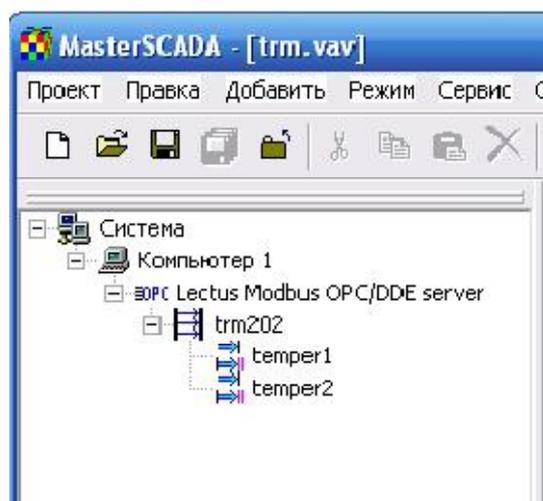


Рисунок 21 –Настройка системы

4. Далее создаем объект – TRM, добавляем OPCузел – trm. Так как Lectus

OPC принимает данные о температуре без дробного значения, для получения реального значения температуры разделим на 10 OPC переменные, Рисунок 22.

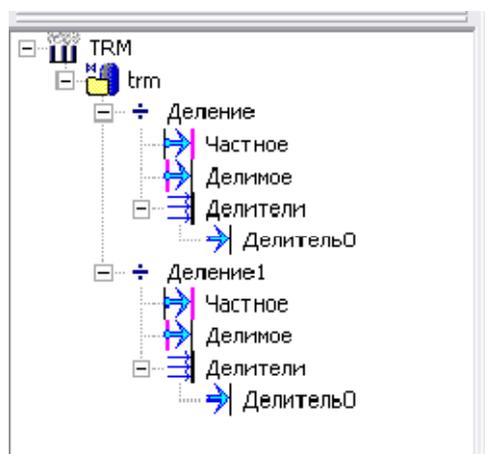


Рисунок 22 – Настройка объекта

5. Полученные частные от деления будем отображать в тренде, Рисунок 23.

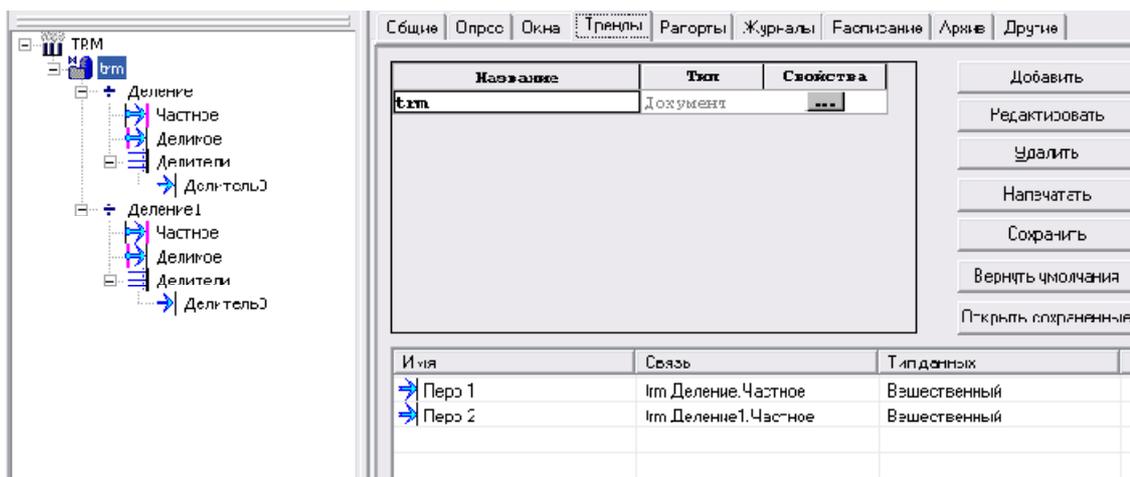


Рисунок 23 – Создание тренда

6. Далее редактируем созданный тренд, Рисунок 24.

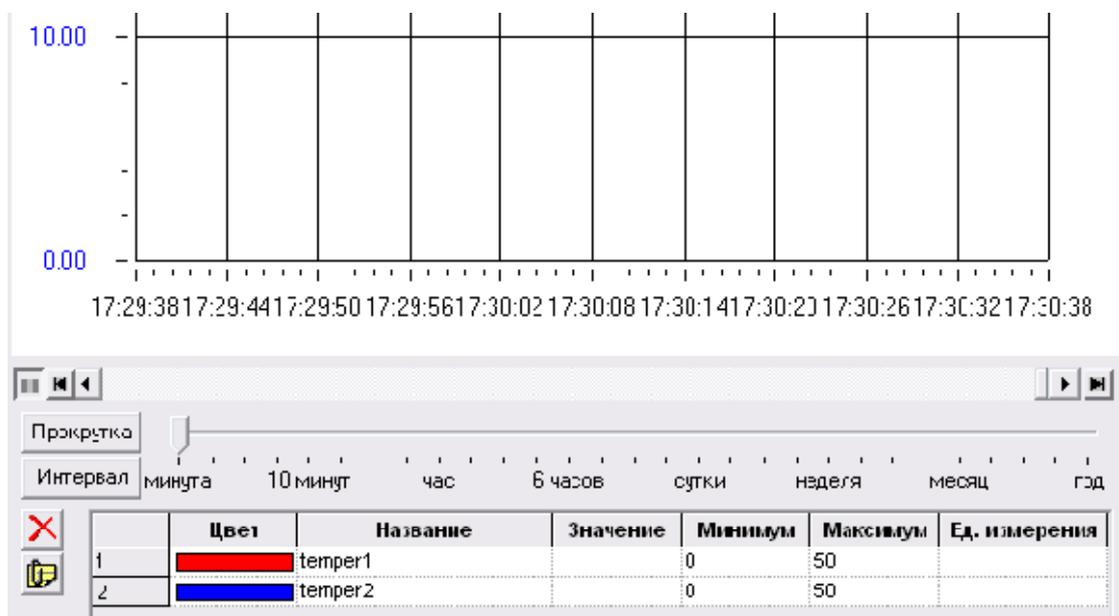


Рисунок 24 – Редактирование тренда

7. Для запуска проекта необходимо нажать кнопку запуска, в появившемся окне ввести Имя – sa и нажать Ок, Рисунок 25.

Идентификация оператора

Имя: sa

Пароль: []

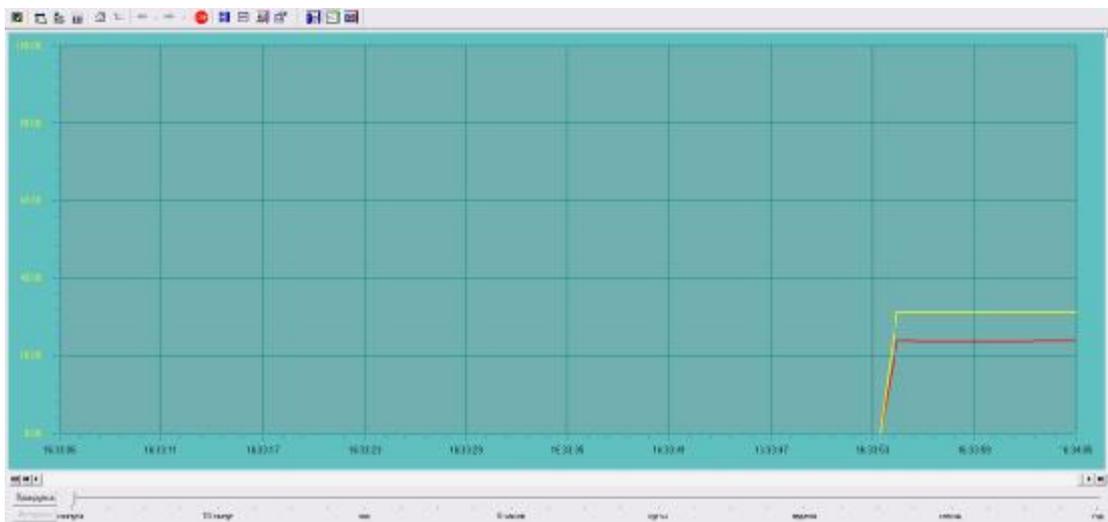
Компьютер: Компьютер 1

Основной Резервный

OK Отмена

Рисунок 25 – Идентификация оператора

Получаем следующий тренд,



6 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА

Характеристики ферментатора: Диаметр 800мм, Высота 1210мм, Полный объём 500литров

6.1 Тепловой расчет ферментатора

Для того чтобы регулировать температуру в ферментаторе, необходимо получить уравнение теплового баланса, далее получить коэффициенты теплоотдачи, теплоемкость воздуха, необходимые в динамической модели. Из статической модели будет рассчитана необходимая мощность подогревателя.

Уравнение теплового баланса:

$$\frac{dQ_B}{d\tau} = \frac{dQ_\Sigma}{d\tau} - \frac{dQ_T}{d\tau} \quad (1)$$

где $\frac{dQ_B}{d\tau}$ - приращение количества теплоты воздуха в единицу времени,

$\frac{dQ_\Sigma}{d\tau}$ - приращение количества теплоты, выделяемое подогревателем и субстратом в единицу времени,

$\frac{dQ_T}{d\tau}$ - приращение количества теплоты, отдаваемое ферментатором в окружающую среду в единицу времени.

Приращение количества теплоты, выделяемое подогревателем и субстратом в единицу времени обозначим как P_Σ , тогда уравнение (1) выглядит так:

$$\frac{dQ_B}{d\tau} = P_\Sigma - \frac{dQ_T}{d\tau} \quad (2)$$

Далее, по формуле Ньютона:

$$dQ_B = C_\Sigma \cdot dT \quad (3)$$

Тогда уравнение (2) примет вид:

$$\frac{C_\Sigma \cdot dT}{d\tau} = P_\Sigma - \frac{dQ_T}{d\tau} \quad (4)$$

В статической модели температура воздуха не меняется, $dT=0$, поэтому можно записать:

$$0 = P_\Sigma - \frac{dQ_T}{d\tau} \quad (5)$$

где $q_T = \frac{dQ_T}{d\tau}$ - мощность теплопередачи через ограждение ферментатора.

6.2 Статическая модель ферментатора

Рассмотрим уравнение (5) подробнее:

$$P_p = q_T - q_k \quad (6)$$

где q_k - мощность теплоотдачи субстрата,

P_p - мощность подогревателя.

Из этого уравнения и будет рассчитана необходимая мощность ТЭНа.

Определение количества тепла, отданное ферментатором:

Полная теплопроводность ферментатора рассчитывается:

$$q_T = q_{ст} + q_{п} + q_{пол} \quad (7)$$

где $q_{ст}$ - мощность теплоотдачи боковых стенок,

$q_{\text{пл}}$ - мощность теплоотдачи верхней крышки,

$q_{\text{пол}}$ - мощность теплоотдачи пола.

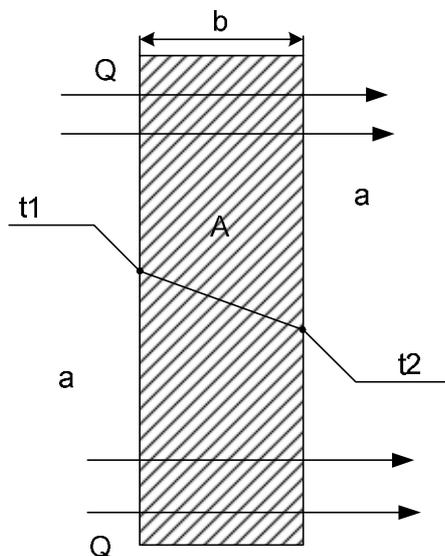


Рисунок 26 – Теплопроводность через стену

Уравнение теплопроводности при конвективном теплообмене [17, с. 33]:

$$q = k \cdot (t_B - t_H) \cdot F \quad (8)$$

где $t_B = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$ - температура внутри ферментатора,

$t_H = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$ - температура снаружи,

F - площадь поверхности теплообмена.

$$F = 4 \cdot L \cdot H + 2 \cdot W \cdot H = 4 \cdot 0.8 \cdot 1.21 + 2 \cdot 0.8 \cdot 0.8 = 5.152 \text{ м}^2 \quad (9)$$

k - коэффициент теплопередачи, определяющийся как [17, с. 33]:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}} \quad (10)$$

где α_H - коэффициент теплоотдачи наружной стенки с наружным воздухом,
 α_B - коэффициент теплоотдачи внутренней стены с водой ферментатора,

δ_i - толщина $\iota - ozo$ слоя стены,

λ_i - коэффициент теплопроводности $\iota - ozo$ слоя стенки.

Термическое сопротивление стенки ферментатора:

$$R = \frac{1}{k} \quad (11)$$

Расчет теплопроводности для боковых стенок:

Стены сделаны из листовой стали $\lambda_i = 58,1 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ [12, с. 291] и толщиной $\delta = 0,003 \text{ м}$.

Коэффициент теплоотдачи наружной стенки ферментатора с воздухом находится как [17, с. 30]:

$$\alpha_H = \alpha_{HL} + \alpha_{HK} \quad (12)$$

где α_{HL} - коэффициент теплоотдачи излучением наружной стенки с наружным воздухом,

α_{HK} - коэффициент теплоотдачи конвекцией наружной стенки с наружным воздухом.

По формуле Франка, α_{HB} рассчитывается как [17, с. 38]:

$$\alpha_{HK} = 6,31 \cdot v^{0,656} + 3,25 \cdot e^{-1,91 \cdot v} \quad (13)$$

где $e = 2,718$ - основание натуральных логарифмов,

$v = 0,2 \text{ м/с}$ - средняя скорость ветра в помещении

$$\alpha_{HB} = 6,31 \cdot 0,2^{0,656} + 3,25 \cdot 2,718^{-1,91 \cdot 0,2} = 4,41 \text{ ккал} / \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К} = 5,13 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Коэффициент теплоотдачи рассчитывается как [17, с. 32]:

$$\alpha_{HL} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_0}} \cdot \frac{\left[\frac{\tau_H' + 273}{100}\right]^4 - \left[\frac{t_H + 273}{100}\right]^4}{\tau_H' - t_H} \quad (14)$$

где C_1 и C_2 - коэффициент излучения поверхности,

$C_0 = 4,96$ - коэффициент излучения абсолютно черного тела [15, с. 301],

τ_H' - температура наружной поверхности ограждения,

t_H - температура наружного воздуха [15, с. 301].

Задаемся температурой наружной поверхности на 10% ниже температуры наружного воздуха [17, с.39]:

$$\tau_H' = t_H - \frac{t_H - 257K}{10} \quad (15)$$

$$t_H = 288 K$$

$$\tau_H' = 284 K$$

Коэффициент излучения окружающей среды принимается равным коэффициенту излучения абсолютно чёрного тела $C_2 = 4,96$.

Коэффициент излучения для стали равен $C_1 = 3,4$ [17, с.301]. Тогда коэффициент теплоотдачи равен (14):

$$\alpha_{HL} = \frac{1}{\frac{1}{3,4} + \frac{1}{4,96} - \frac{1}{4,96}} \cdot \frac{\left[\frac{284}{100}\right]^4 - \left[\frac{288}{100}\right]^4}{284 - 288} = 3.23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Коэффициент теплоотдачи наружной стенки с воздухом (12):

$$\alpha_H = 3.23 + 5.13 = 8.36 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Теперь необходимо рассчитать коэффициент теплоотдачи внутренней стены с воздухом. Коэффициент находится как [17, с. 30]:

$$\alpha_B = \alpha_{BL} + \alpha_{BK} \quad (16)$$

Коэффициент теплоотдачи α_{BK} , рассчитаем по формуле предложенной В.Н. Богословским [17, с. 37]:

$$\alpha_{BK} = 1,43 \cdot \sqrt[3]{(t_B - \tau_B')} \quad (17)$$

Предварительно задаёмся температурой внутренней поверхности стены незначительно ниже температуры субстрата в ферментаторе:

$$\tau_B' = t_B - \frac{t_B - 257 \text{ К}}{2} \quad (18)$$

$$t_B = 318 \text{ К}$$

$$\tau_B' = 287.5 \text{ К}$$

Коэффициент теплоотдачи конвекцией равен (17):

$$\alpha_{BK} = 1,43 \cdot \sqrt[3]{318 - 287,5} = 4,47 \text{ ккал} / \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К} = 5,2 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Температура субстрата принимается равной температуре воздуха $t_B = t_K$

Коэффициент теплоотдачи конвекцией равен (14):

$$\alpha_{BI} = \frac{1}{\frac{1}{3,4} - \frac{1}{4,96}} \cdot \frac{[\frac{318}{100}]^4 - [\frac{287,5}{100}]^4}{318 - 287,5} = 0,1 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Коэффициент внутренней теплоотдачи равен (16):

$$\alpha_B = 0,1 + 5,2 = 5,3 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Коэффициент теплопередачи стен равен (10):

$$k_{CT} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_H} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}} = \frac{1}{\frac{1}{3,23} + \frac{0,003}{58,1} + \frac{1}{5,3}} = 2,04 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Полное сопротивление боковых стен (11):

$$R_{CT} = \frac{1}{2,08} = 0,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Температура наружной поверхности стены зависит от солнечной радиации, [17, с. 134]:

$$t_{HЭ} = t_H + \frac{p \cdot Q_{paд}}{\alpha_H} \tag{19}$$

где $Q_{рад}$ - количество солнечной радиации, падающей на поверхность,
 α_H - коэффициент теплоотдачи наружной стены,
 P - коэффициент поглощения тепла солнечной радиации.

Количество солнечной радиации, падающей на поверхность, определяется из таблицы [17, с.131] в зависимости от географической широты расположения овощехранилища (для Амурской области эта величина в среднем 50 градусов):

$$Q_{рад} = Q_{Юг} + Q_{Горизонт} + Q_{Восток} + Q_{Запад} \quad (20)$$

Так как ферментатор будет всегда находиться в помещении, тогда примем:

$$Q_{рад} = 0 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

По формуле (19) получим:

$$t_{HЭ} = 15^\circ\text{C}$$

Теплоотдача боковых стенок по формуле (9):

$$q_{СТ} = k_{СТ} \cdot (t_B - t_{HЭ}) \cdot F_{СТ} = 2.08 \cdot (45 - 15) \cdot 3.872 = 241.61 \text{ Вт}$$

Расчет теплопроводности для потолка:

Верхняя крышка сделана из стали $\lambda_1 = 58.1 \text{ Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{C}$ и толщиной $\delta = 0,003 \text{ м}$

$$F_{II} = L \cdot W = 0.8 \cdot 0.8 = 0.64 \text{ м}^2 \quad (21)$$

Сопротивление теплоотдачи крышки:

$$R_{HI} = \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8.36} = 0,12 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \quad (22)$$

Сопротивления тепловосприятия крышки:

$$R_{BI} = \frac{1}{1,3 \cdot \alpha_{BK} + \alpha_{BL}} = \frac{1}{1,3 \cdot 5.2 + 0.35} = 0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \quad (23)$$

Термическое сопротивление крышки:

$$R_{TI} = \frac{\delta_{ПОЛ}}{\lambda_{ПОЛ}} = \frac{0,003}{58.1} = 0,0000516 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \quad (24)$$

Общее сопротивление теплопередачи и коэффициент теплопередачи крышки:

$$R_{II} = R_{HI} + R_{TI} + R_{BI} = 0,12 + 0,14 + 0,0000516 = 0,26 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \quad (25)$$

Коэффициент теплопередачи крышки равен (11):

$$k_{II} = \frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{0,26} = 3.85 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Теплоотдача крышки по формуле (9):

$$q_{II} = k_{II} \cdot (t_B - t_{HЭ}) \cdot F_{II} = 3.85 \cdot (45 - 15) \cdot 0.64 = 73.92 \text{ Вт}$$

Расчет теплопроводности для пола:

Пол сделан из листовой стали $\lambda_1 = 58.1 \text{ Вт} / \text{м} \cdot ^\circ\text{С}$ и толщиной $\delta_1 = 0.003 \text{ м}$

$$F_{\text{пол}} = L \cdot W = 0.8 \cdot 0.8 = 0.64 \text{ м}^2$$

Предварительно задаёмся температурой пола незначительно ниже температуры воздуха в помещении:

$$t_{\text{пол}}' = t_B - \frac{t_B - 273\text{K}}{2} \quad (26)$$

$$t_B = 318 \text{ K}$$

$$t_{\text{пол}}' = 313 \text{ K}$$

Коэффициент теплоотдачи конвекцией равен (17):

$$\alpha_{\text{пол.к}} = 1,43 \cdot \sqrt[3]{318 - 313} = 2.45 \text{ ккал} / \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{K} = 2,85 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{K}$$

Сопротивление теплоотдачи пола (22):

$$R_{\text{в.пол}} = \frac{1}{\alpha_{\text{пол.к}}} = \frac{1}{2,85} = 0,35 \text{ м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$$

Термическое сопротивление пола (24):

$$R_{\text{т.пол}} = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0.003}{58.1} = 0,0000516 \text{ м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$$

Общее сопротивление теплопередачи и коэффициент теплопередачи пола (25):

$$R_{O.ПОЛ} = R_{В.ПОЛ} + R_{Г.ПОЛ} = 0,35 + 0,0000516 = 0,35 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$$

Коэффициент теплопередачи пола равен (11):

$$k_{O.ПОЛ} = \frac{1}{R_{O.ПОЛ}} = \frac{1}{0,35} = 2,86 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Температуру грунта примем [8]:

$$t_{Г} = 5 \text{ }^{\circ}\text{С}$$

Теплоотдача пола по формуле (9):

$$q_{ПОЛ} = k_{O.ПОЛ} \cdot (\tau_{ПОЛ} - t_{Г}) \cdot F_{ПОЛ} = 2,86 \cdot (40 - 5) \cdot 0,64 = 64 \text{ Вт}$$

Полная теплопроводность здания (7):

$$q_{Г} = q_{СТ} + q_{П} + q_{ПОЛ} = 241,61 + 73,92 + 64 = 379,53 \text{ Вт}$$

Теплоотдача стен и потолка здания:

$$k_{С} = k_{СТ} \cdot F_{СТ} + k_{СТ} \cdot F_{СТ} = 2,08 \cdot 3,872 + 3,85 \cdot 0,64 + 2,86 \cdot 0,64 = 12,37 \text{ Вт} / \text{К} \quad (27)$$

Из уравнения (6) для выбора воздушного калорифера, получаем следующую мощность:

$$P_{Р} = q_{Г} - q_{к} = 379,53 - 0 = 379,53 \text{ Вт}$$

6.3 Динамическая модель ферментатора

Из уравнения (4), подставляя $\frac{dQ_T}{d\tau} = k_C \cdot (T_B(t) - T_A(t))$ и расписывая $P_\Sigma = P_P + q_K$. Дифференциальное уравнение овощехранилища примет вид:

$$C_B \cdot \frac{d}{dt} \cdot T_B(t) + k_C \cdot (T_B(t) - T_A(t)) = P_P \quad (29)$$

где C_B - теплоемкость воды в ферментаторе;

$T_B = 45 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура воды в ферментаторе;

k_C - коэффициент теплоотдачи здания;

$T_A = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура воздуха снаружи;

$P_P = 500 \text{ Вт}$ - мощность подогревателя;

Необходимо рассчитать недостающие коэффициенты.

Предварительно зададимся температурой картофеля на один градус ниже температуры воздуха:

$$t_K' = 317.15 \text{ К}$$

Коэффициент теплоотдачи конвекцией равен (17):

$$\alpha_{KK} = 1,43 \cdot \sqrt[3]{318 - 317} = 1,43 \text{ ккал} / \text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К} = 1,663 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Температура картофеля принимается равной температуре воздуха

$$t_B = t_K$$

Коэффициент теплоотдачи конвекцией равен (14):

$$\alpha_{кл} = \frac{1}{\frac{1}{3,4} - \frac{1}{4,96}} \cdot \frac{\left[\frac{318}{100}\right]^4 - \left[\frac{317}{100}\right]^4}{318 - 317} = 1.3913 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Коэффициент внутренней теплоотдачи равен (12):

$$\alpha_K = 1.663 + 1.3913 = 3.054 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$$

Расчет теплоемкости ферментатора:

Теплоемкость здания равна теплоемкости воды:

$$C_{зд} = C_B \tag{31}$$

Теплоемкость рассчитывается как [15, с. 68]:

$$C = c \cdot \rho \cdot V \tag{32}$$

Теплоемкость воды:

$c_B = 4.180 \text{ кДж} / \text{кг} \cdot \text{К}$ - массовая теплоемкость [15, с.301],

$\rho_B = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$ - плотность воды [15, с. 301].

$$V_B = V \tag{33}$$

Объем находится как:

$$V = L \cdot W \cdot H \tag{34}$$

Размеры ферментатора:

$L = 0,8 \text{ м}$ - длина,

$W = 0,8 \text{ м}$ - ширина,

$H = 1,210 \text{ м}$ - высота.

Полный объем равен по формуле (34):

$$V = L \cdot W \cdot H = 0.8 \cdot 0.8 \cdot 1.21 = 0.77 \text{ м}^3$$

По формуле (33) объем воды равен:

$$V_B = 0.77 \text{ м}^3$$

Тогда теплоемкость воды по формуле (32):

$$C_B = 4.180 \cdot 1000 \cdot 0.77 = 3218,6 \text{ КДж} / \text{К}$$

Полная теплоемкость ферментатора по формуле (31):

$$C_{зд} = 3218 \text{ КДж} / \text{К}$$

Преобразуем уравнение (29):

$$\frac{d}{dt} \cdot T_B(t) + T_B(t) \cdot \frac{k_C}{C_B} = \frac{P_P + k_C \cdot T_A(t)}{C_B} \quad (35)$$

В операторной форме это уравнение примет вид:

$$p + \frac{k_C}{C_B} = \frac{P_P + k_C \cdot T_A(p)}{C_B} \quad (36)$$

Таким образом, передаточная функция разомкнутой системы примет вид:

$$W_{раз}(p) = \frac{P_p + k_C \cdot T_A(p)}{C_B} \cdot \frac{C_B}{p + \frac{k_C}{C_B}} \quad (37)$$

$$W_{раз}(p) = \frac{0.00019}{p + 0.0000038}$$

Получаем аperiodическое звено первого порядка. Передаточная функция замкнутой системы равна:

$$W_{зам}(p) = \frac{W_{раз}(p)}{1 + W_{раз}(p)} \quad (38)$$

$$W_{зам}(p) = \frac{0.00019}{p + 0.0001938}$$

Переходная характеристика замкнутой системы представлена на рисунке 10.

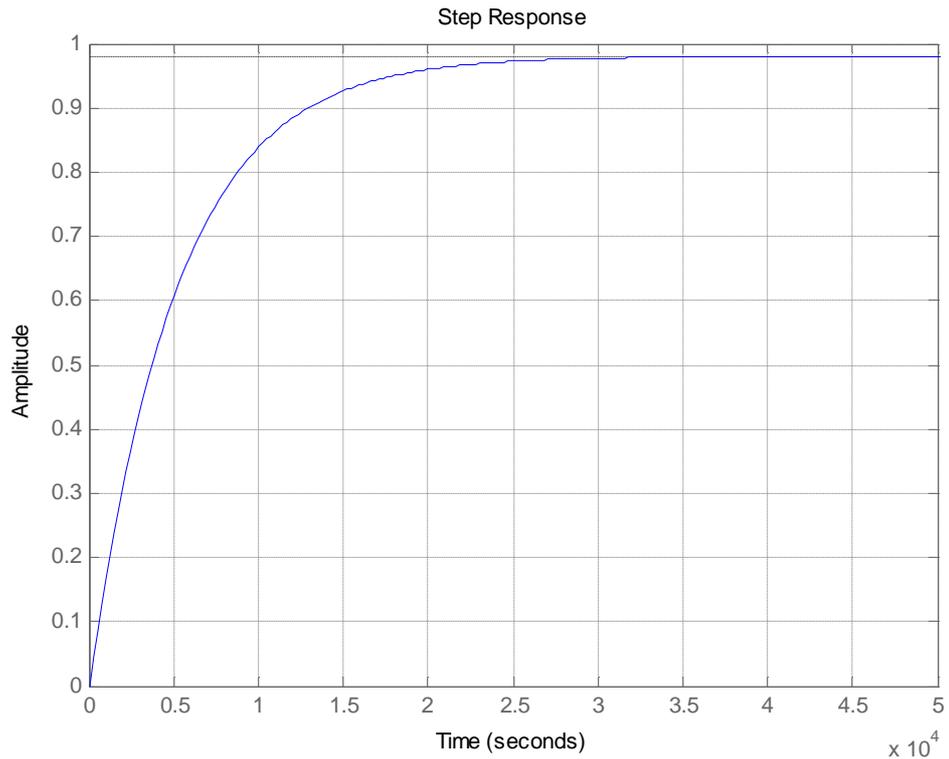


Рисунок 27 – Переходная характеристика

Расчет производился в программе Matlab R2013a.

Произведем расчет ПИД регулятора в подпрограмме PID Tuning. Находится в вкладке APPS - PID Tuning. Для этого в Import вводим передаточную функцию замкнутой системы, а также устанавливаем минимальное время установившегося процесса, окно программы представлено на рисунке 11.

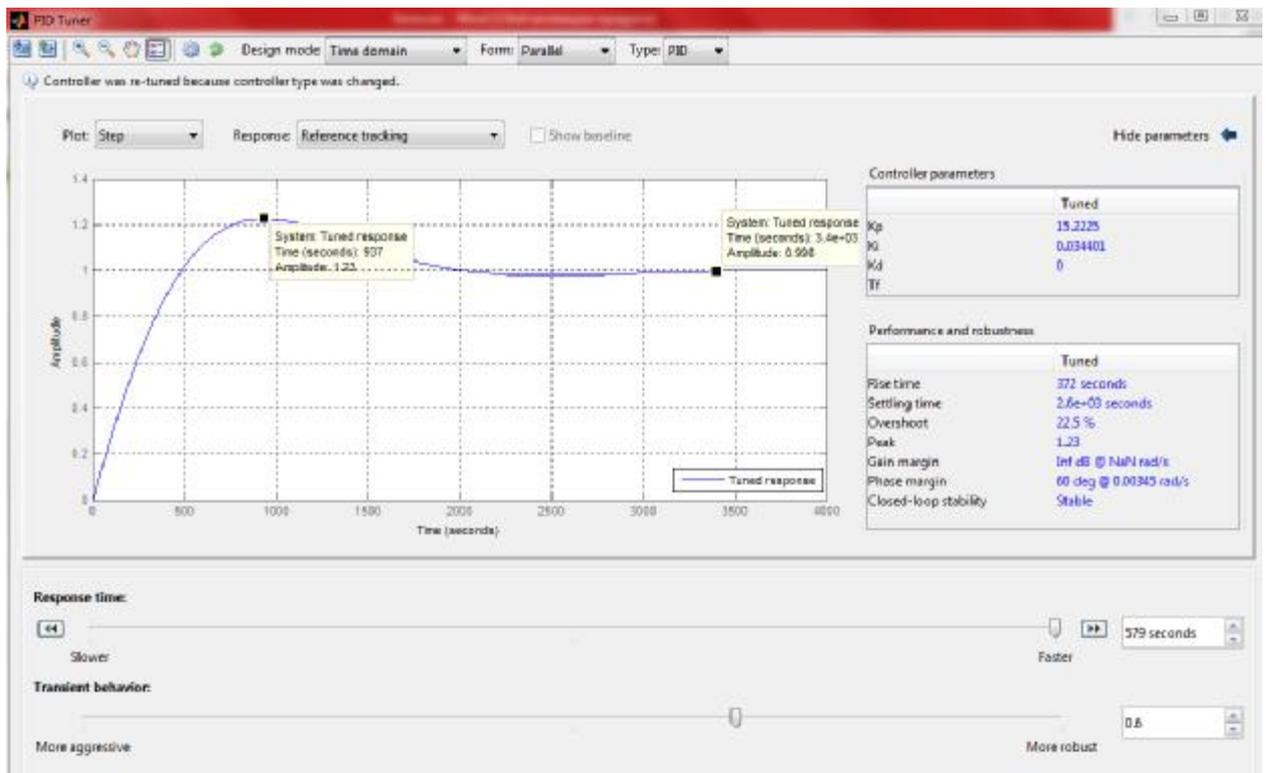


Рисунок 28 – Расчет ПИД регулятора

Получаем следующие коэффициенты: $K_p = 15.2225$ - пропорциональности,

$K_i = 0,034401$ - интегрирования, получаем ПИ регулятор. Время установившегося процесса 2600 часов, перерегулирование равно 22,5 %, что в пределах нормы (ниже 30 %)

Также рассмотрим П регулятор.

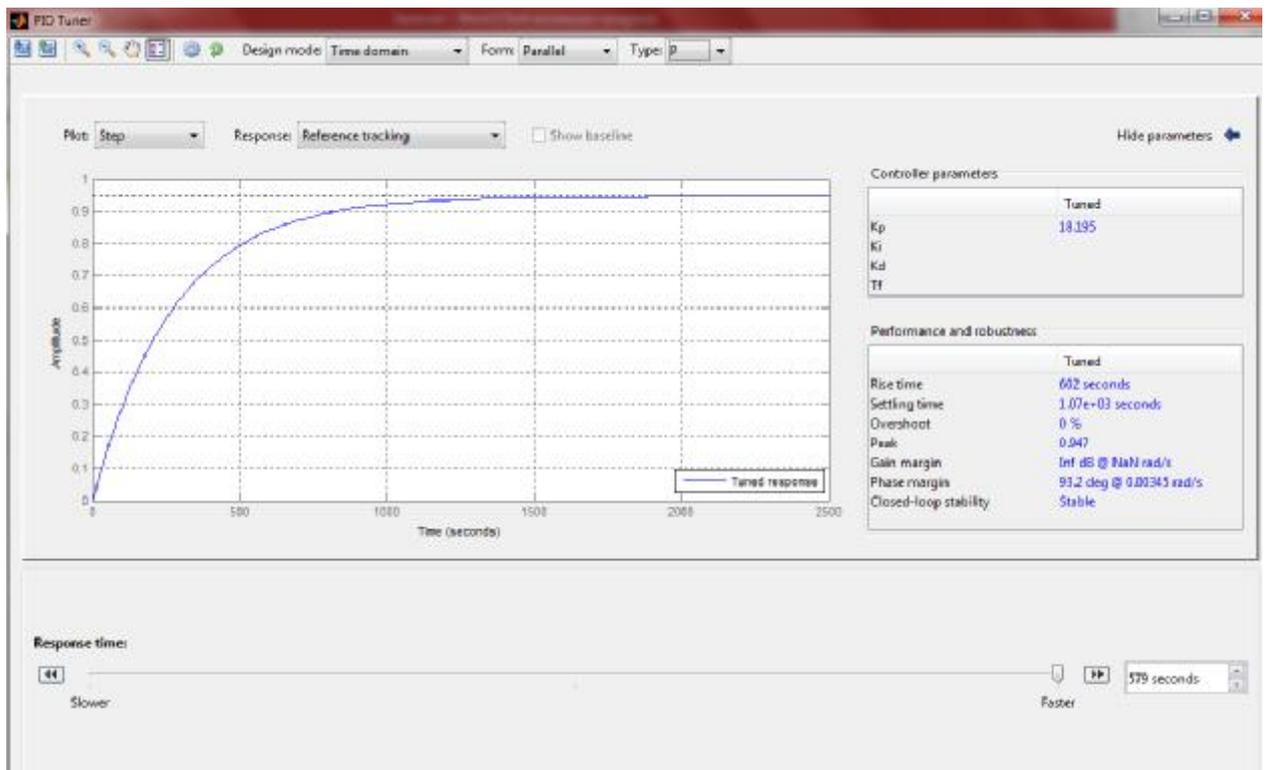


Рисунок 29 – Расчет П регулятора

Время установившегося процесса с П - регулятором 1070 с.

Так как время установившегося процесса слишком велико увеличим мощность подогревателя.

$$C_B \cdot \frac{d}{dt} \cdot T_B(t) + k_C \cdot (T_B(t) - T_A(t)) = P_P \quad (29)$$

где C_B - теплоемкость воды в ферментаторе;

$T_B = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$ - температура воды в ферментаторе;

k_C - коэффициент теплоотдачи здания;

$T_A = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$ - температура воздуха снаружи;

$P_P = 5000 \text{ Вт}$ - мощность подогревателя;

Таким образом, передаточная функция разомкнутой системы примет вид:

$$W_{раз}(p) = \frac{P_p + k_c \cdot T_A(p)}{C_B \left(p + \frac{k_c}{C_B} \right)} \quad (37)$$

$$W_{раз}(p) = \frac{0.0016}{p + 0.0000038}$$

Получаем апериодическое звено первого порядка. Передаточная функция замкнутой системы равна:

$$W_{зам}(p) = \frac{W_{раз}(p)}{1 + W_{раз}(p)} \quad (38)$$

$$W_{зам}(p) = \frac{0.0016}{p + 0.001604}$$

Переходная характеристика замкнутой системы представлена на рисунке 10.

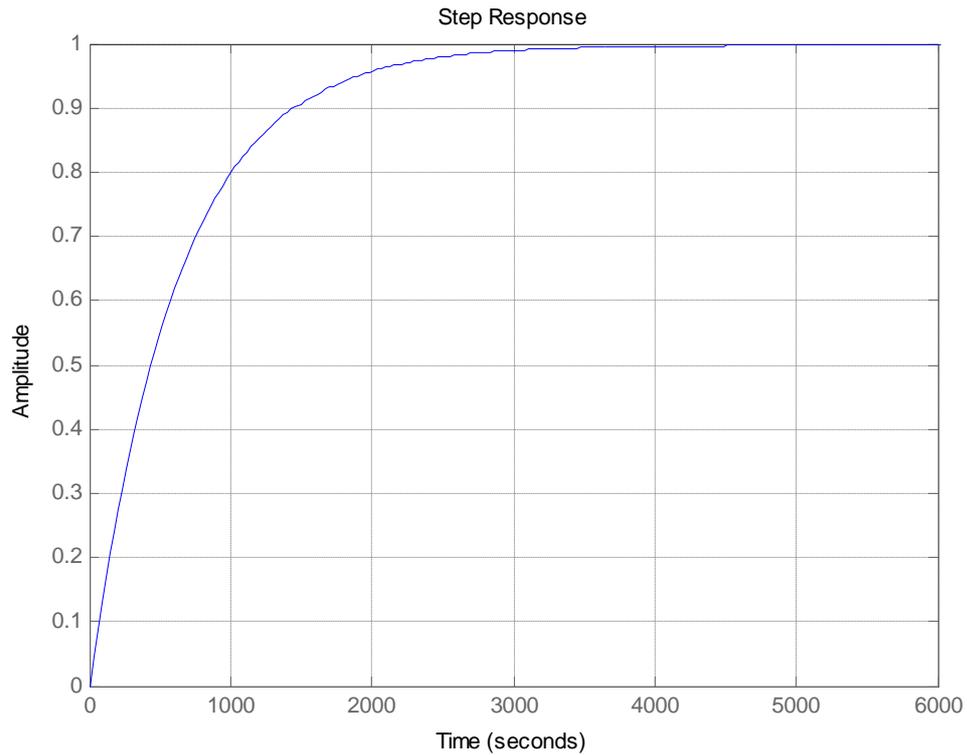


Рисунок 30 – Переходная характеристика

Расчет производился в программе Matlab R2013a.

Произведем расчет ПИД регулятора в подпрограмме PID Tuning. Находится в вкладке APPS - PID Tuning. Для этого в Import вводим передаточную функцию замкнутой системы, а также устанавливаем минимальное время установившегося процесса, окно программы представлено на рисунке 11.

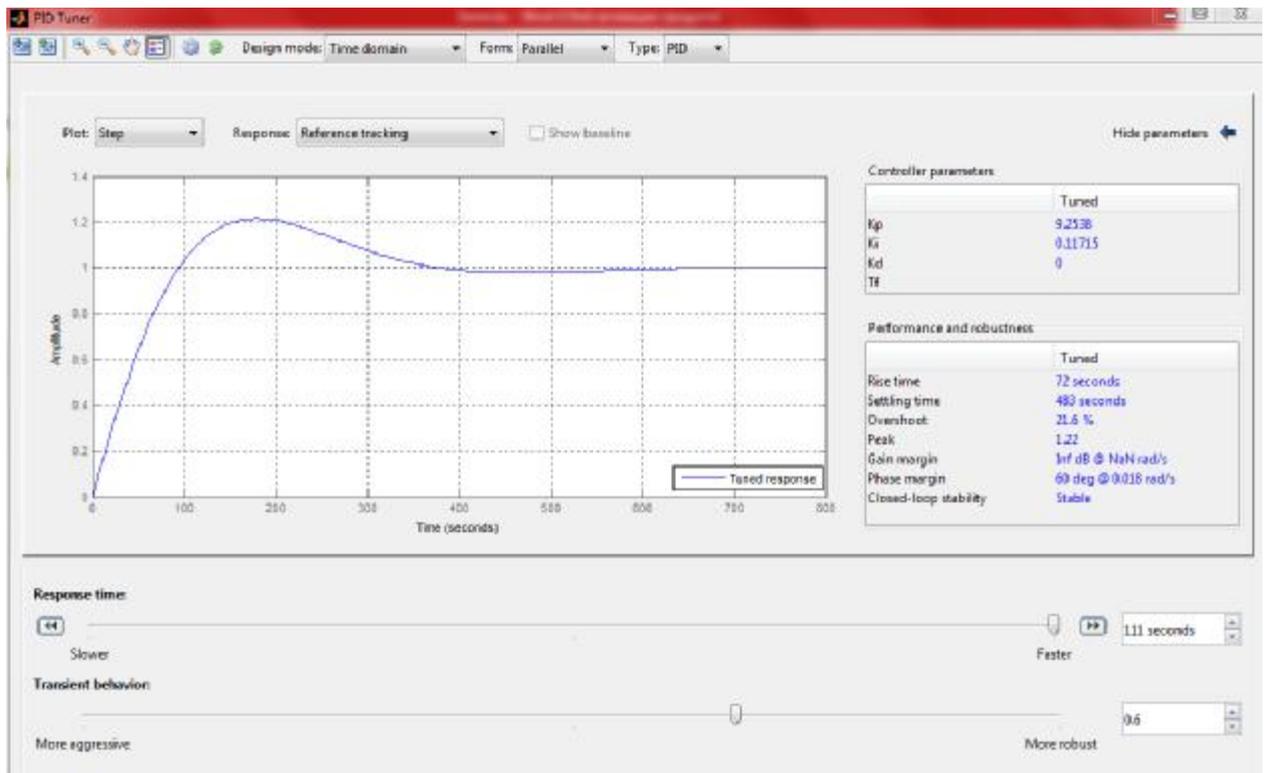


Рисунок 31 – Расчет ПИД регулятора

Получаем следующие коэффициенты: $K_p = 9.2538$ - пропорциональности,

$K_i = 0,11715$ - интегрирования, получаем ПИ регулятор. Время установившегося процесса 483 ч, перерегулирование равно 21,6 %, что в пределах нормы (ниже 30 %)

Также рассмотрим П регулятор.

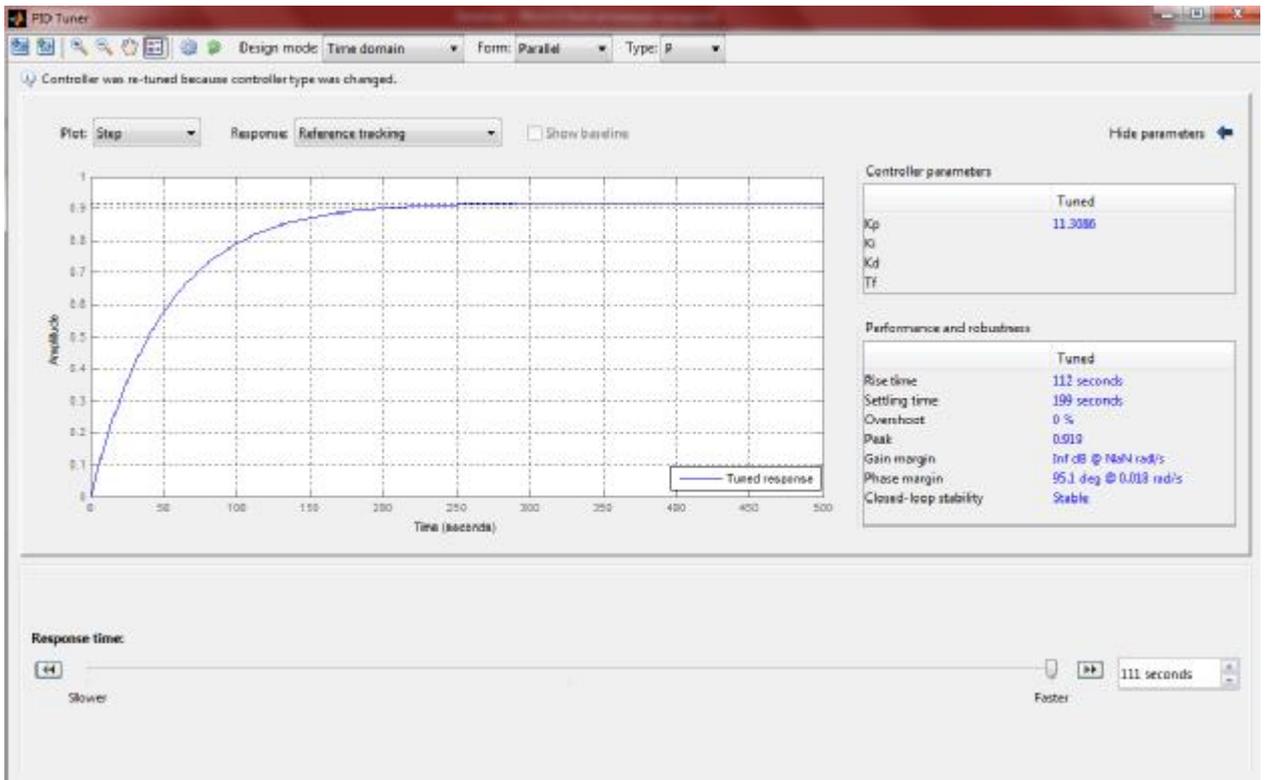


Рисунок 32 – Расчет П регулятора

Время установившегося процесса с П - регулятором 199 ч. Так как П регулятор быстрее достигает единичного значения, выбор остается на нем.

Построим модель системы в Simulink, рисунок 13.

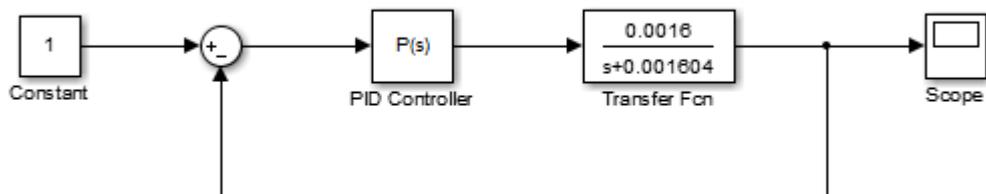


Рисунок 33 – Simulink модели

7. РАЗРАБОТКА SCADA. ОКНО КОНТРОЛЯ И ОКНО УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ

7.1 Разработка мнемосхемы контроля параметров в MasterSCADA

Порядок работы:

1. Запускаем Master SCADA, создаем новый проект, Рисунок 34.

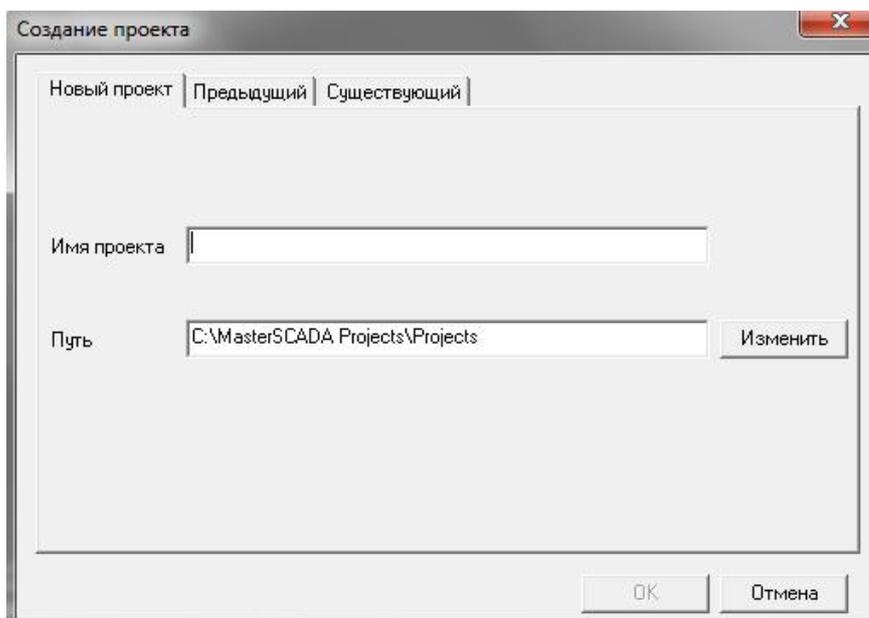


Рисунок 34 – Окно создание проекта

2. Далее нужно ввести пароль. Пароль необходимо помнить, т.к. при повторном запуске потребуется ввести пароль, Рисунок 35.

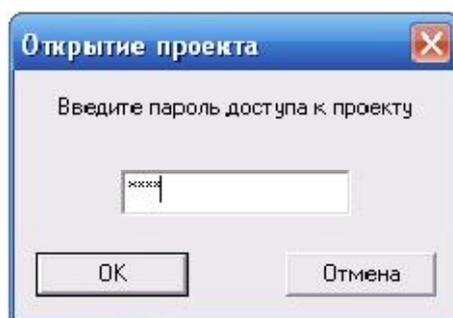


Рисунок 35 – Окно создание проекта

3. Далее создаем систему, добавляем OPCсервер – MasterOPC Universal Modbus Server

OPC/DDE server, OPC узел – ПЛК и OPC переменные – Рисунок 36.

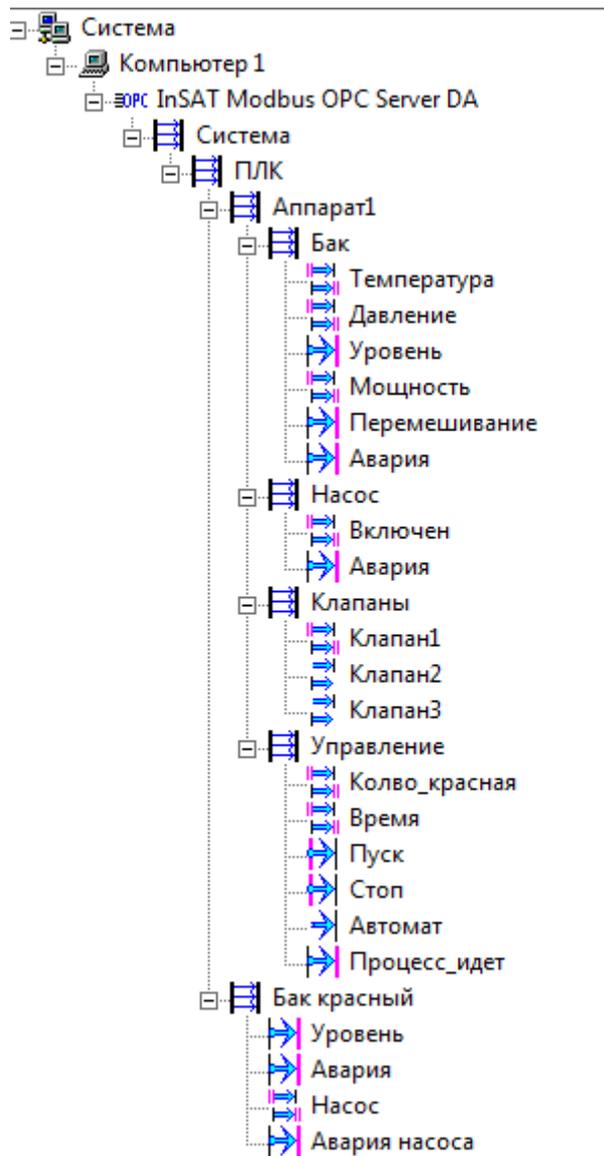


Рисунок 36 –Настройка системы

4. Далее создаем древо узлов объектов схожий с древо OPC сервера, Рисунок 37.

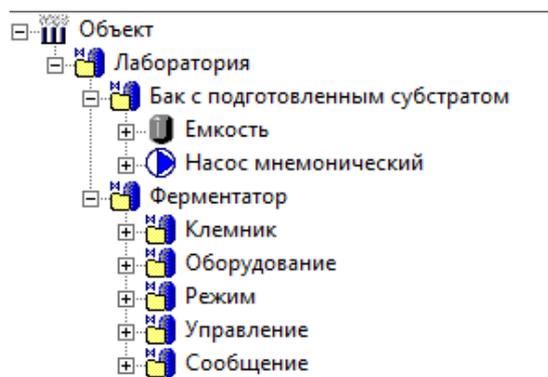


Рисунок 37 – Настройка объекта

5. В узел объекта «Бак с подготовленным субстратом» необходимо переместить модель объекта «Емкость» и модель объекта «Насос мнемонический». Открыв содержимое этих моделей необходимо соединить входы параметров моделей со схожими из OPC сервера, Рисунок 38

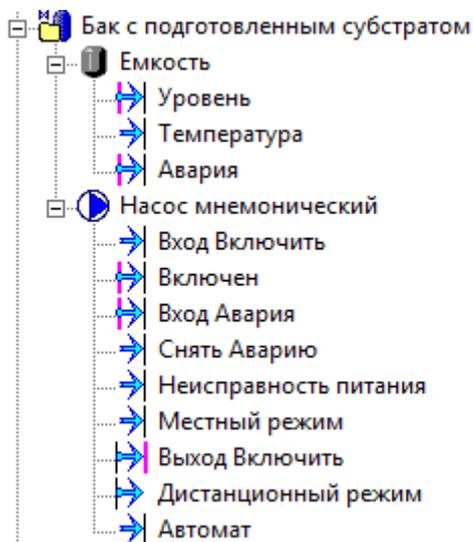


Рисунок 38 – Добавление объектов

6. Далее переносим модели добавленных объектов на мнемосхему, редактируем размеры и цвет для более наглядного восприятия, Рисунок 39.

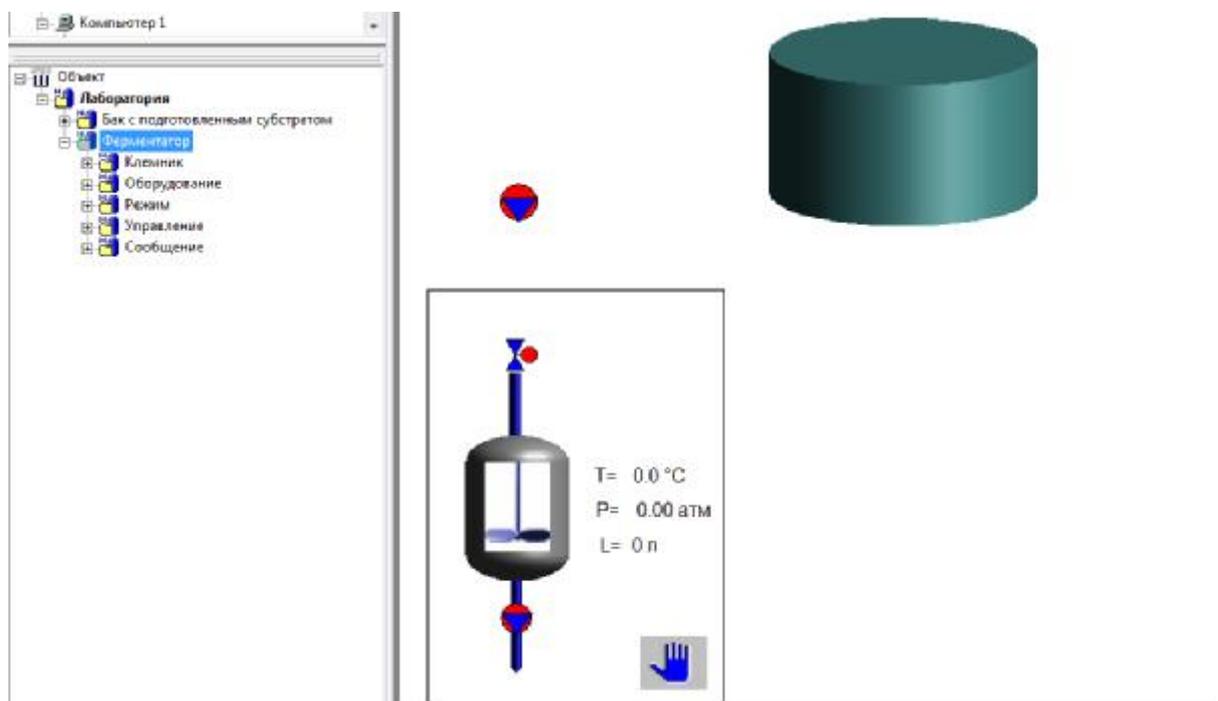


Рисунок 39 – Главное окно контроля параметров

7. Для приступим к созданию мнемосхемы для управления параметрами из SCADA. Для этого создадим узел «Оборудование» и перенесем в него необходимые модели оборудования, Рисунок 40.

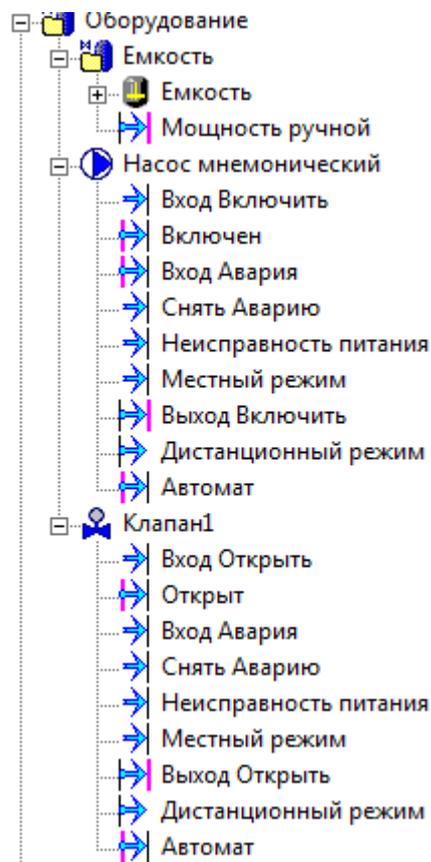


Рисунок 40 – Идентификация оператора

7. Привязка параметров оборудования осуществляется аналогично описанному выше, в итоге мы получаем следующую мнемосхему Рисунок 41.

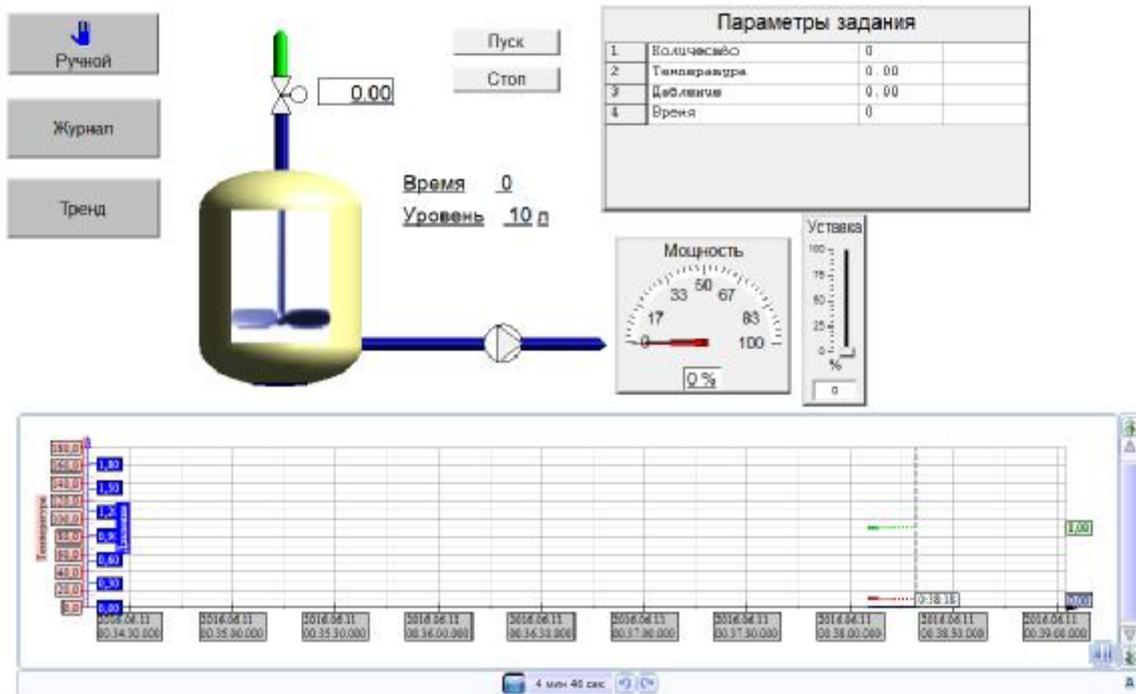


Рисунок 41 – Окно управления параметрами

8 БЕЗОПАСНОСТЬ

8.1 Электробезопасность

Электробезопасность - это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту человека от вредного и опасного воздействия на организм электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Для обеспечения максимальной защиты человека, работающего на оборудовании, от поражения электрическим током необходимо выполнение ряда правил в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»:

- заземление и зануление металлических конструкций;
- применение безопасного напряжения;
- недоступность токоведущих частей;
- расчет изоляции проводов по высшему напряжению;
- цветная изоляция монтажных проводов;
- исключение произвольного включения элементов электрической схемы;
- применение индивидуальных средств защиты и др.

Электрическая изоляция — это слой диэлектрика или конструкция, выполненная из диэлектрика, которым покрывается поверхность токоведущих частей, или которыми токоведущие части отделяются друг от друга. Изоляция предотвращает протекание через нее токов благодаря большому сопротивлению. С целью обеспечения надежной работы изоляции осуществляются профилактические мероприятия.

Блокировкой называется автоматическое устройство, при помощи которого предотвращают неправильные, опасные для человека действия. Рабочими элементами блокировки могут быть механические устройства, защелки, фигурные вырезы (механическая блокировка), блок-контакты,

которые воздействуют на разрыв электрической цепи (электрическая блокировка), а также электромагнитные блокировки.

Малые напряжения. При работе с переносными электроинструментами, а также с ручными переносными светильниками при повреждении изоляции и при появлении напряжения на корпусе появляется опасность поражения током. В таких случаях применяются малые напряжения не выше 42 В. При напряжении до 42 В ток, который проходит через тело человека, безопасен. Малые напряжения применяют для питания местного освещения на станках, переносных светильниках, электроинструментах. Во время работы в особо опасных помещениях для питания переносных электрических светильников используют напряжение не выше 12 В. Источниками малого напряжения являются понижающие трансформаторы, аккумуляторы, преобразователи частот, батареи гальванических элементов. В нашем случае все напряжение, которое подается на лицевую сторону стенда, не превышает 24 В, что является безопасным для жизни человека, который занимается рабочей деятельностью за данным оборудованием.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или с ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Назначение защитного заземления – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, то есть при замыкании на корпус. Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленного замыканием на корпус. Это достигается снижением потенциала заземленного оборудования, а также выравниванием потенциалов за счет поднимания потенциала основы, на которой стоит человек, к потенциалу, близкому по значению к потенциалу заземленного оборудования.

Область применения защитного заземления – сети с напряжением до 1000 В с любым режимом нейтрали.

Заземлитель – это совокупность объединенных проводников, которые находятся в контакте с землей или с ее эквивалентом. Различают заземлители искусственные, предназначенные исключительно для заземления, и естественные металлические предметы, которые находятся в земле.

В качестве искусственных заземлителей применяют вертикальные и горизонтальные электроды. В качестве вертикальных электродов используют стальные трубы диаметром 3-5 см и стальные уголки размером от 40x40 до 60x60 мм длиной 2,5-3 м. Можно также использовать стальной кругляк диаметром 10-12 мм. Для соединения вертикальных электродов используют ленточную сталь сечением не менее 4x12 мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм. Для установки вертикальных заземлителей предварительно роют траншею глубиной 0,7-0,8 м, потом при помощи механизмов забивают трубы или уголки.

Защитное отключение – это быстродействующая защита, которая обеспечивает автоматическое отключение электроустановки при возникновении опасности поражения током.

Обеспечение безопасной эксплуатации электроустановок достигается путем обязательного выполнения всеми потребителями электроэнергии независимо от их ведомственной принадлежности, правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

Работы в действующих электроустановках с учетом мероприятий безопасности разделяются на выполняемые: со снятием напряжения, без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них, без снятия напряжения на удалении от токоведущих частей, которые находятся под напряжением. К работам, выполняемым со снятием напряжения, относят работы, которые выполняются в электроустановках, в которых со всех токоведущих частей снято напряжение и вход в помещение соседней электроустановки, которая находится под напряжением, закрыт. К работам,

выполняемым без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них, относятся работы, которые проводятся непосредственно на этих частях.

Работой без снятия напряжения на удалении от токоведущих частей, которые находятся под напряжением, считается работа, при которой исключается случайное приближение работающих людей и используемого ими ремонтного оборудования и инструмента к токоведущим частям на расстояние меньше установленного и не требуется применение технических или организационных мероприятий (непрерывного надзора) для предотвращения такого приближения. При выполнении работ со снятием напряжения и без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них должны выполняться организационные и технические мероприятия.

К организационным мероприятиям относятся:

- оформление работы по наряду-допуску, распоряжению или по перечню работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;

- допуск к работе;

- надзор во время работы;

- оформление перерыва во время работы;

- переводы на другое рабочее место.

К установке допускаются люди имеющие первую группу допуска.

В зависимости от категории помещения необходимо применять определенные защитные меры, обеспечивающие достаточную электробезопасность при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте. В помещениях с повышенной опасностью электроприборы, переносные светильники должны быть выполнены с двойной изоляцией или напряжение питания не должно превышать 42 В.

Во время работы оператору запрещается:

- касаться одновременно экрана монитора и клавиатуры; прикасаться к задней панели системного блока при включенном питании;

- переключать разъемы интерфейсных кабелей периферийных устройств при включенном питании;
- загромождать верхние панели устройств посторонними предметами;
- производить отключение питания во время выполнения активной задачи;
- производить частые переключения питания;
- допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, рабочую поверхность клавиатуры, дисковода, принтера и других устройств;
- производить самостоятельно вскрытие и ремонт оборудования.

Оператору запрещается приступать к работе при обнаружении любой неисправности оборудования до ее устранения.

Средства защиты от статического электричества приведены в ГОСТ 12.4.124–83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования»

Основные мероприятия, применяемые для защиты от статического электричества производственного происхождения, включают методы, исключаящие или уменьшающие интенсивность генерации зарядов, и методы устраняющие образующиеся заряды. Интенсивность генерации зарядов можно уменьшить соответствующим подбором пар трения или смешиванием материалов таким образом, что в результате трения один из смешанных материалов наводит заряд одного знака, а другой – другого. В настоящее время создан комбинированный материал из нейлона и дакрона, обеспечивающий защиту от статического электричества по этому принципу.

В соответствии с п.3.7 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

8.2 Чрезвычайные ситуации текущая обстановка

Чрезвычайная ситуация (ЧС) — это обстановка, сложившаяся на определенной территории или акватории в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

В нашем случае в качестве ЧС рассматривается возникновение пожара.

Под пожаром обычно понимают неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей. Пожар может принимать различные формы, однако все они, в конечном счете, сводятся к химической реакции между горючими веществами и кислородом воздуха (или иным видом окислительных сред), возникающей при наличии инициатора горения или в условиях самовоспламенения.

Анализ пожарной опасности заключается в определении наличия горючих веществ и возможных источников зажигания, вероятных путей распространения пожара, необходимых средств технической и конструктивной защиты, а также систем сигнализации и пожаротушения, имеющих параметры инерционности срабатывания соответствующие динамике развития пожара на предприятии.

Противопожарные мероприятия предотвращения пожара разрабатываются исходя из требований об исключении источника зажигания и (или) горючего вещества из системы, приводящей к пожару. Если источник зажигания и горючее вещество не могут быть изолированы по условиям технологического процесса производства, объект обеспечивается надежной системой противопожарной защиты.

Мероприятия по предотвращению пожара:

- предотвращение образования горючей среды;

- предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- ограничение массы и объема горючих веществ;
- мероприятия противопожарной защиты.
- требования к путям эвакуации.

Эвакуация людей — вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

Эвакуационный выход — выход, ведущий в безопасную при пожаре зону.

Путь эвакуации — безопасный при эвакуации людей путь, ведущий к эвакуационному выходу.

Текущая обстановка

Требования СНИП 2.01.02-85* «Противопожарные нормы»:

Эвакуационные пути должны обеспечить безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещениях зданий, через эвакуационные выходы. Рассматривая б корпус мы можем сделать вывод, что один из эвакуационных выходов из двух лестничных клеток имеет выход непосредственно наружу. Выходы наружу допускается предусматривать через тамбуры. Из зданий, с каждого этажа и из помещения следует предусматривать не менее двух эвакуационных выходов, за исключением случаев, указанных в СНИП части 2.

Ширина путей эвакуации составляет 2 м, дверей 1,2 м. Высота прохода на путях эвакуации 2,2 м.

В общих коридорах отсутствуют встроенные шкафы, что соответствует требованиям СНИП 2.01.02-85* .

Высота дверей в свету на путях эвакуации составляет 2,2 м. Высота дверей и проходов, ведущих в помещения без постоянного пребывания в них людей (подвальные этажи) составляет 2м.

Наружные эвакуационные двери здания не имеют запоров, которые не могут быть открыты изнутри без ключа.

Двери лестничных клеток, ведущие в общие коридоры, также не имеют запоров, препятствующих их открыванию без ключа.

Ширина марша лестницы составляет 1,8 м.

Ширина лестничных площадок также составляет 1,8 м.

Световые проемы лестничных клеток имеют открывающиеся фрамугу площадью 1,4м. Такие фрамуги находятся на каждом этаже.

Проведя данные замеры, можно сделать вывод, что данные условия эвакуационных путей и их составляющих соответствуют требованиям СНиП 2.01.02-85* , что является обязательным условием для безопасной эвакуации людей из помещения с ЧС.

8.3 Безопасность рабочего места

Так же немаловажным является организация рабочего места пользователя ПЭВМ. Необходимо обеспечить соответствие конструкции всех элементов рабочего места и их взаимного расположения эргономическим требованиям с учетом характера выполняемой пользователем деятельности, комплексности технических средств, форм организации труда и основного рабочего положения пользователя.

Расстояния между рабочими столами с видеомониторами должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов не менее 1,2 м.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития усталости.

Для снижения нагрузки на глаза, дисплей должен быть расположен так, что его верхний край находится на уровне глаз на расстоянии около 50 см, что укладывается в допустимые рамки от 60-70 см. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 10-30 см от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

Рабочие кресла имеют регулируемую высоту и угол наклона спинки. Правильная посадка при работе с компьютером показана на рисунке 22.

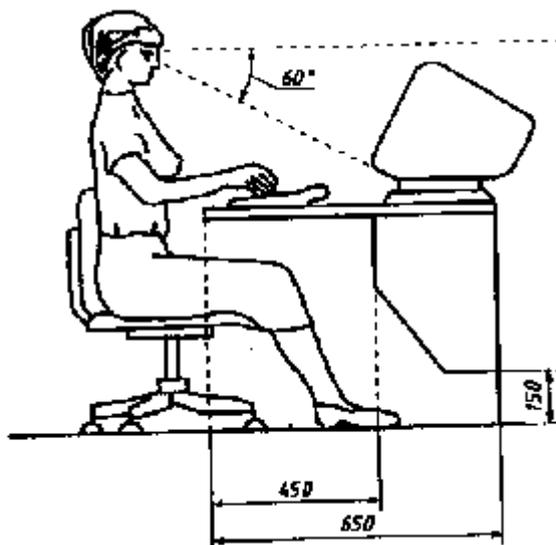


Рисунок 42 – Правильная посадка при работе с компьютером

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе решалась задача механизации и автоматизации лабораторной биогазовой установки циклического действия.

Для решения поставленной задачи был спроектирован ферментатор объемом 500 литров, для него было подобрано все необходимое оборудование для нашей задачи и климатических условий. Разработана принципиальная электрическая схема.

Для управления были использованы следующие приборы: ТРМ 202, ПР110.

Была рассчитана модель объекта и подобраны параметры коэффициенты для настройки регулятора.

Разработана SCADA система со следующими возможностями:

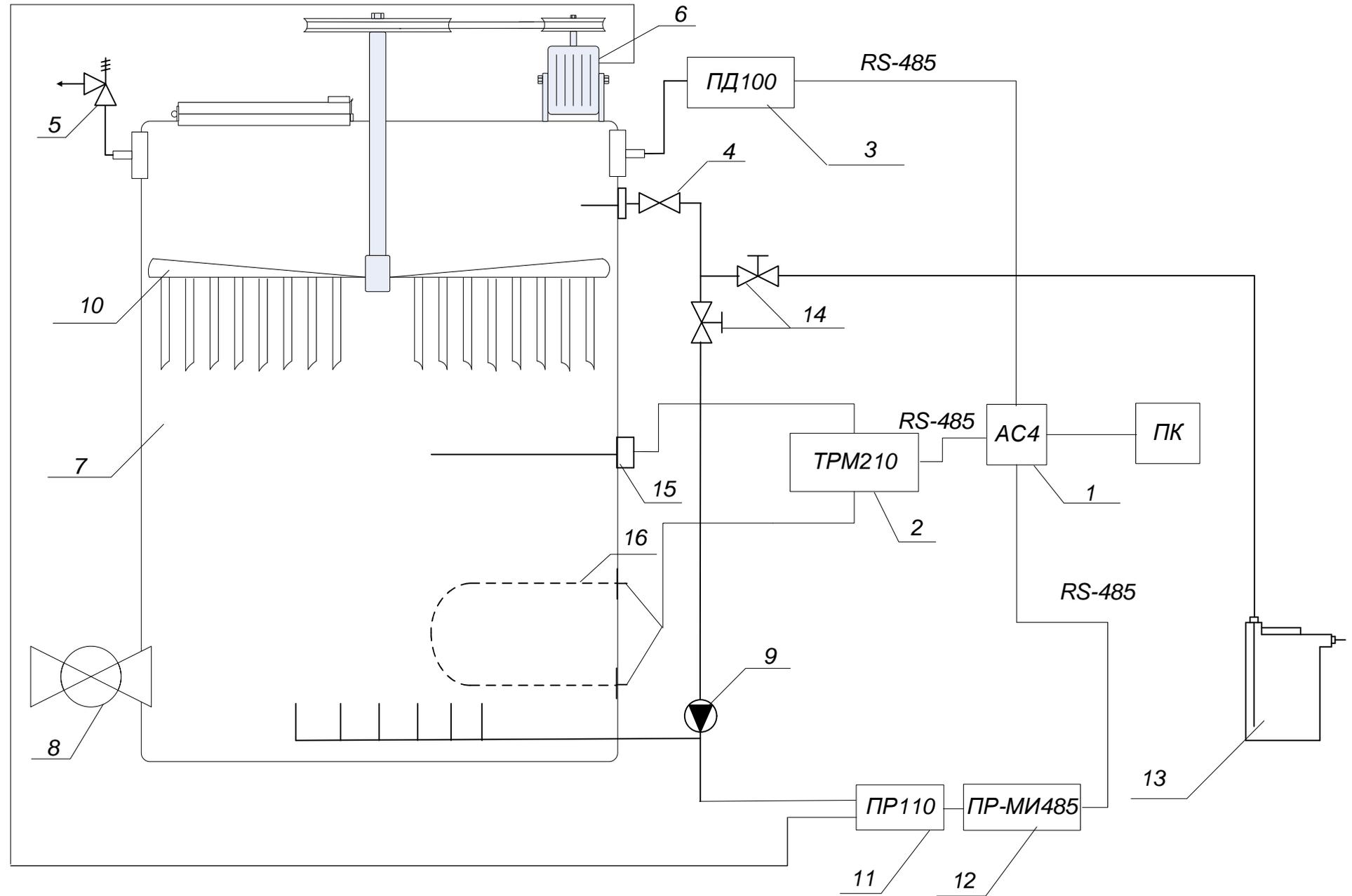
- контроль температуры
- ведение журнала событий
- задание уставок

-ручное управления всеми механизмами (клапанами, насосами и мешалкой)

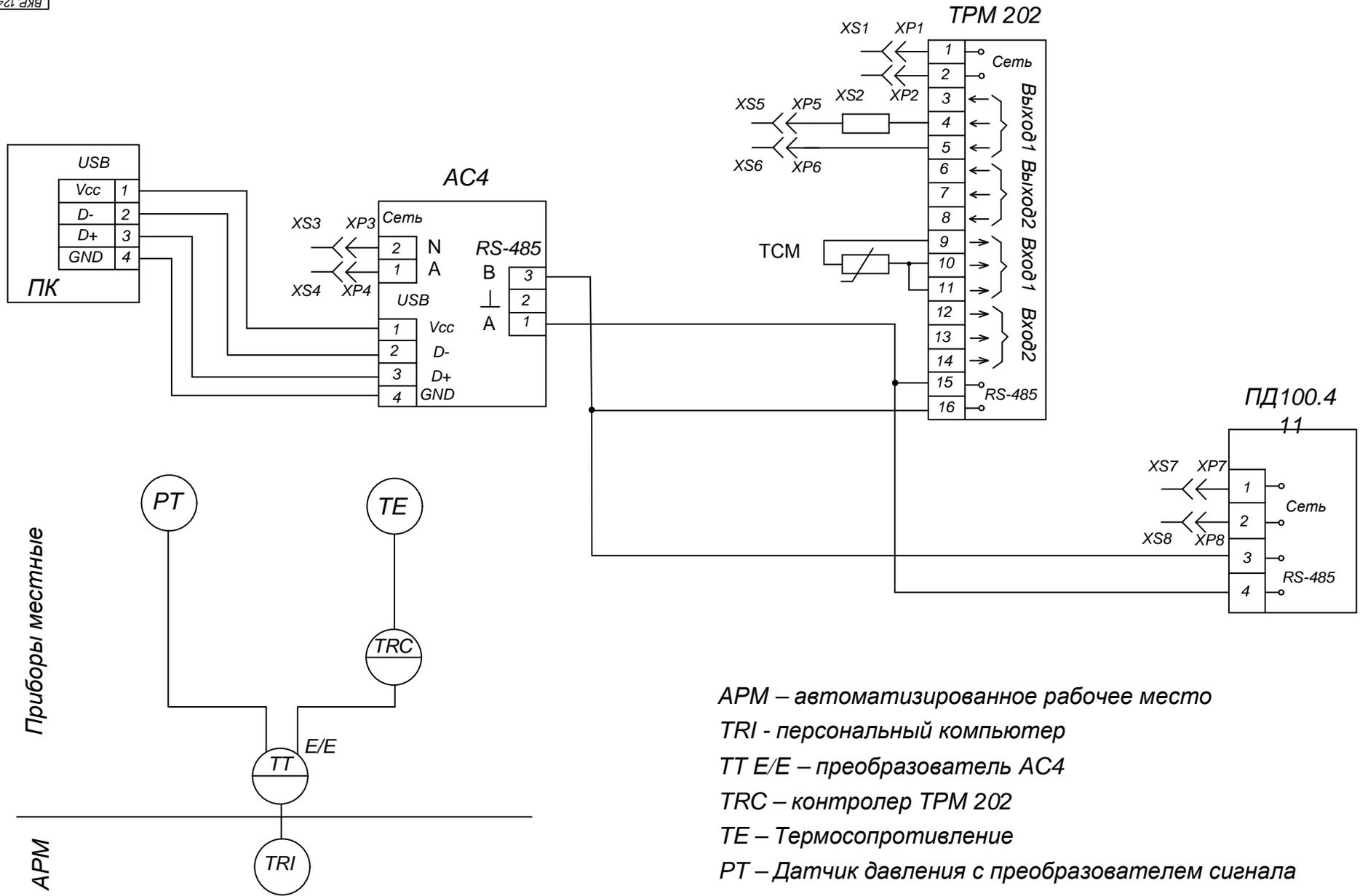
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Voigas Praxis. Barbara Eder. Heinz Schulz. 2006. перевод на рус. “Биогазовые установки. Практическое пособие”
2. В.Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. Биогаз. Теория и практика.
3. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза И.И. Юкельсон.
4. Манаков М.Н. Теоретические основы технологии микробиологических производств.
5. Агрохимия. - 2-е изд., под ред. Смирнов П.М., Муравин Э.А.
6. Егорова Т.А. Основы биотехнологии: Учебное пособие.
7. Вассер С.Р., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Органические удобрения.
8. Безруких П.П., Стребков Д.С. Состояние, перспективы и проблемы развития возобновляемых источников энергии // Малая энергетика, 2005, №1-2 (2-3).
9. Альтернативная энергетика. Биогаз. // <http://mediana.nm.ru/biogaz.htm>
10. Мариненко Е.Е. Основы получения и использования биотоплива для решения вопросов энергосбережения и охраны окружающей среды в жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве: Учебное пособие. – Волгоград: ВолгГАСА, 2003. - 100 с.
11. Стребков Д.С., Ковалев А.А. Биогазовые установки для обработки отходов животноводства. // Техника и оборудование для села – 2006. - №11. – С.28-30
12. Биоэнергетика: мировой опыт и прогноз развития Научный аналитический обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. - 204 с.
13. Чернышев А.А., Ковалёв Д.А. Линия по производству (удобрений из навоза. Каталог «Энергосбережение», 2003
14. Биогазовые установки: Основы биогазовой технологии. // http://zorgbiogas.ru/biblioteka/biogas_book/osnovy-biogazovoj-tehnologii.

15. Борисова С., Темнова Е., Трошкова А., Щеклеин С.Е. Возможности гидроэнергетического потенциала Свердловской области для развития малой гидроэнергетики региона. Энерго - и ресурсосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Изд. УГТУ, 2001.
16. Установки по получению биогаза из биоотходов. // <http://www.aditi.su/bio.htm>.
17. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем. М.: Энергоатомиздат, 1986.
18. Михеев М. А. Основы теплопередачи. М.: Энергия 1977 г.
19. Богословский В. Н. Отопление: Учеб. для вузов.- М.: Стройиздат 1991 г.
20. Николаев А. А. Справочник проектировщика М.: Стройиздат 1965 г.
21. Веревкин С.И., Корчагин В.А. Газгольдеры, М.: Издательство литературы по строительству, 1966



				ВКР.124115.15.03.04.CX		
№	Лист	№ документа	Исполн.	Дата	Литер	Масштаб
	1	Гуденков				
Разработ.		Гуденков				
Проект.		В.Д.				
Г.компр.						
				Лист 1 из 7		
				Механизация и автоматизация лабораторной биологической станции циклического действия (комплексная выпускная квалификационная работа)		
				АМГУ 241-об		

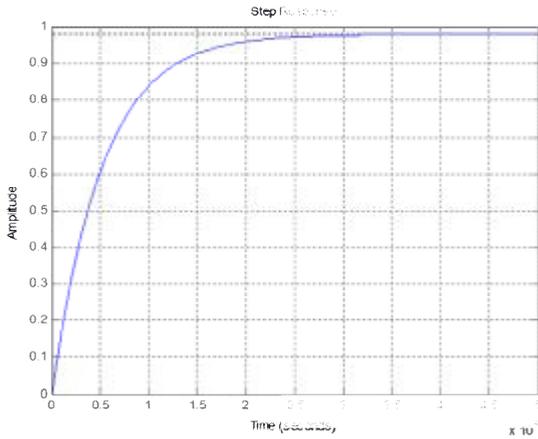


- APM – автоматизированное рабочее место
- TRI - персональный компьютер
- TT E/E – преобразователь AC4
- TRC – контролер TPM 202
- TE – Термосопротивление
- PT – Датчик давления с преобразователем сигнала

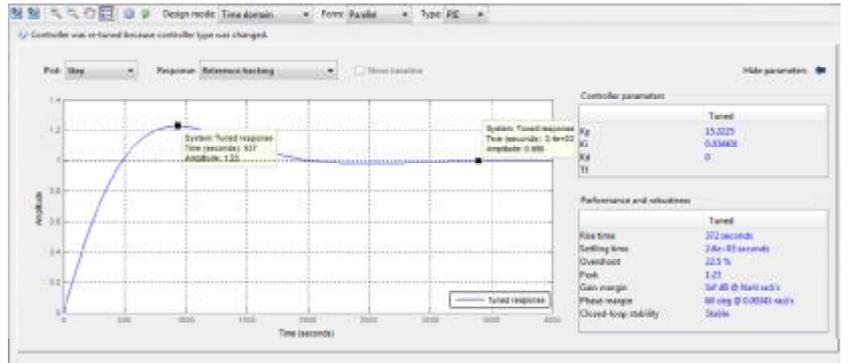
Функциональная
схема

				БКР.124115.15.03.04.CX			
				Схема электрическая			
				подключения			
				автоматики			
				биогазовой установки			
				Механизация и автоматизация лабораторной			
				биологической установки			
				циклического действия (комплексная			
				выпуская квалификационная работа)			
И.соавт.	Евдокимов Н.С.	Исполн.	А.А.	Лист 2	Листов 7	АМГУ 241-06	

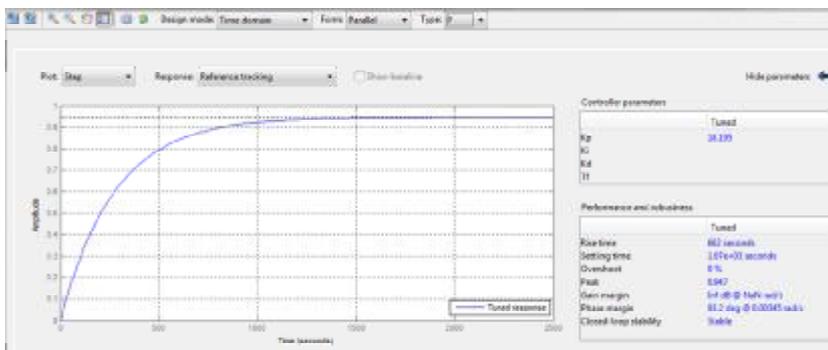
Переходная характеристика



Расчет ПИД регулятора

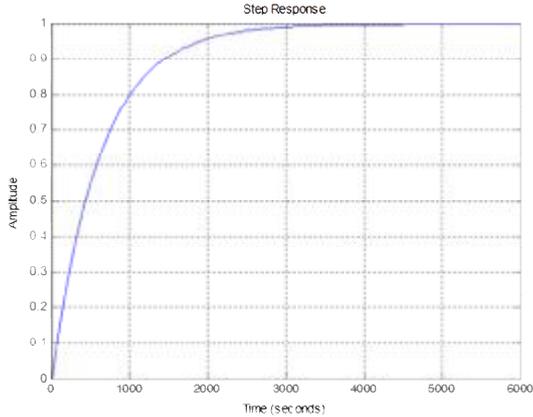


Расчет П регулятора

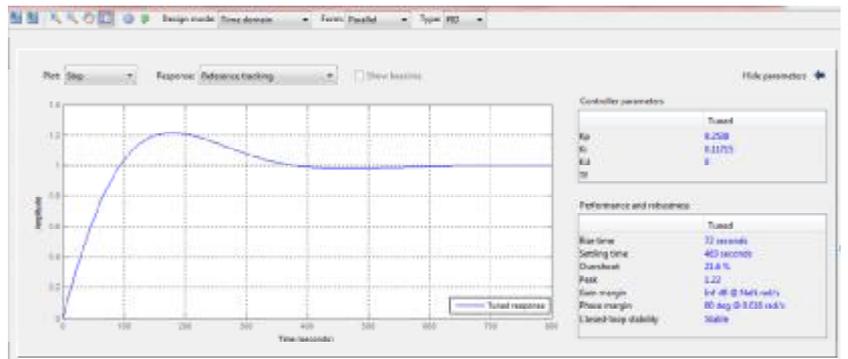


				ВР.124115.15.03.04.ВО				
Изм/Лист	№ документа	Подпись	Дата	Модель биогазовой в МАТЛАВ с мощностью подогревателя 500 Вт	Листы	Масса	Масштаб	
Разработ.	Гусевые В.С.				Лист 3			Листов 7
Провер.	Русаков В.Л.							
И. контр.	Бобука И.С.			Моделирование и автоматизация лабораторной биогазовой установки численного действия (компьютерная вычислительная экспериментальная работа)			АМГУ в.р. 241 - об	

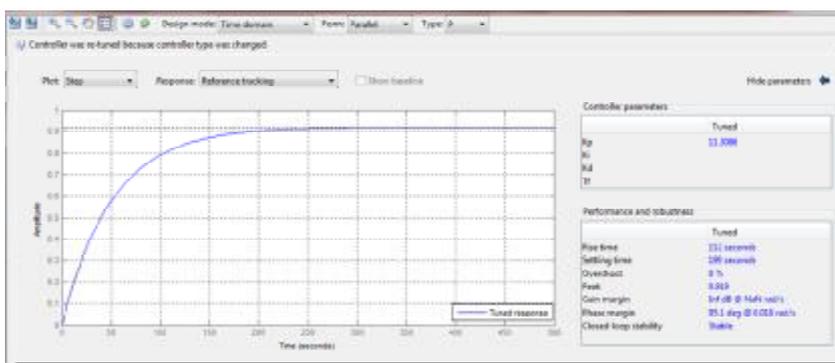
Переходная характеристика



Расчет ПИД регулятора

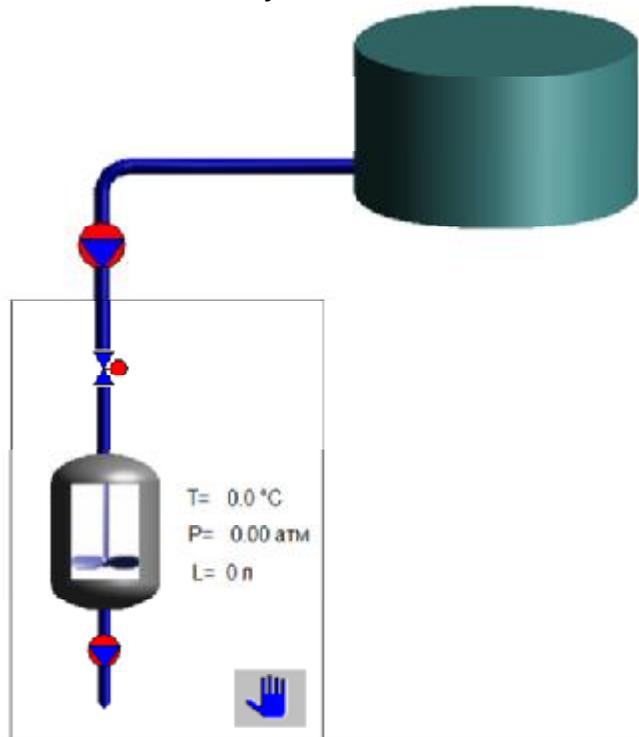


Расчет П регулятора

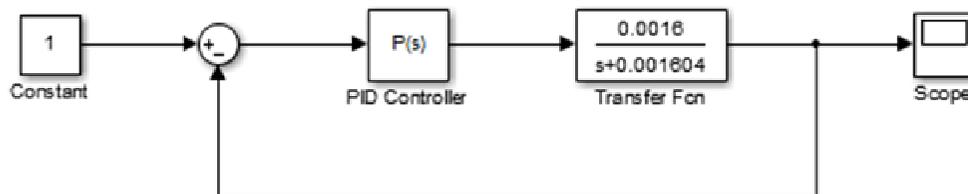
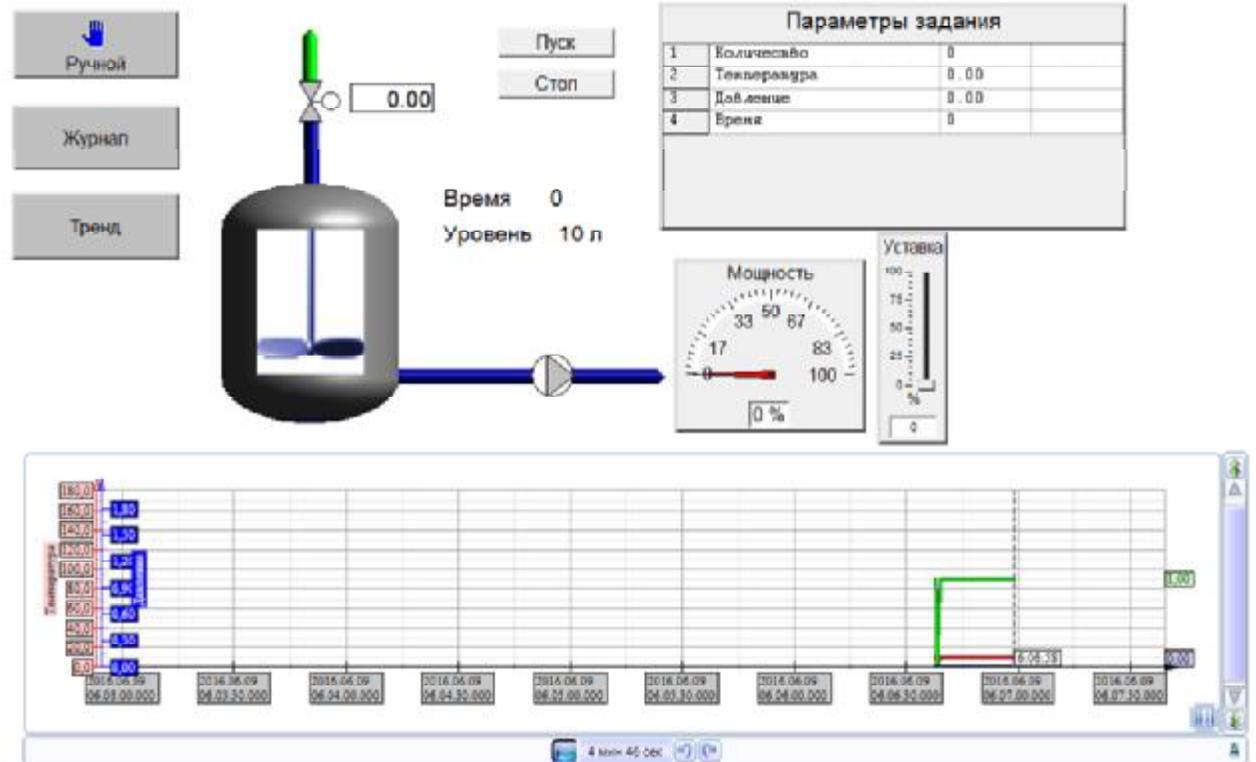


				ВР.124115.15.03.04.ВО				
Изм/Лист	№ документа	Подпись	Дата	Модель биогазовой в МАТЛАВ с мощностью подогревателя 5000 Вт	Листы	Масса	Масштаб	
Разработ.	Гусевые В.С.				Лист 4			Листов 7
Провер.	Русаков В.Л.							
И. контр.	Бобука И.С.			Моделирование и автоматизация лабораторной биогазовой установки численного действия (компьютерная вычислительная экспериментальная работа)			АМГУ в.р. 241 - об	

Главное окно наблюдения параметров биогазовой установки

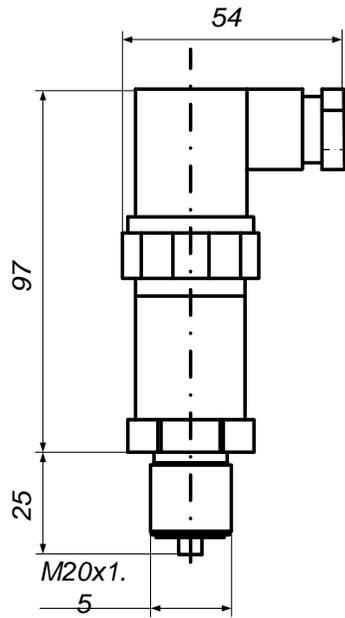


Окно управления параметрами биогазовой установки

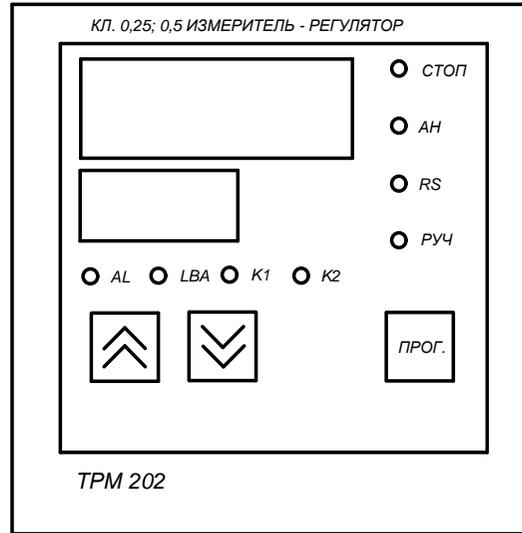


Tf – Модель ферментатора

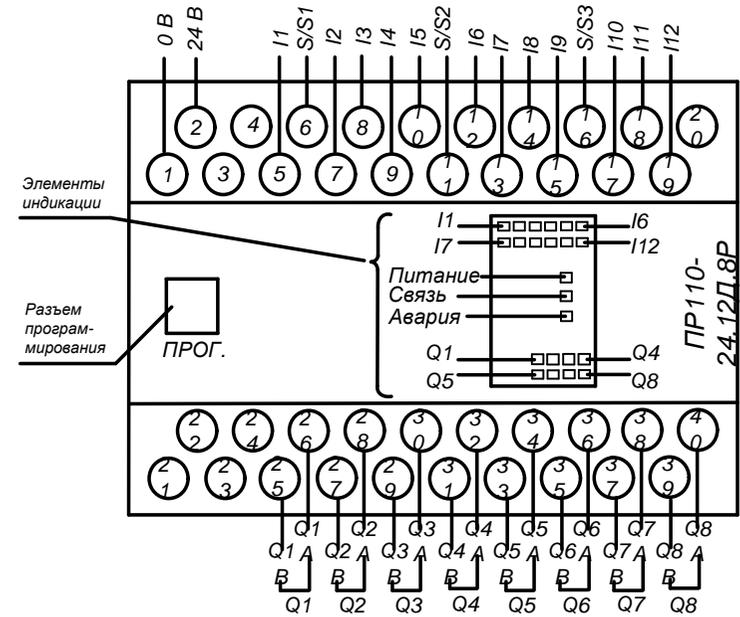
Датчик давления ПД100.411



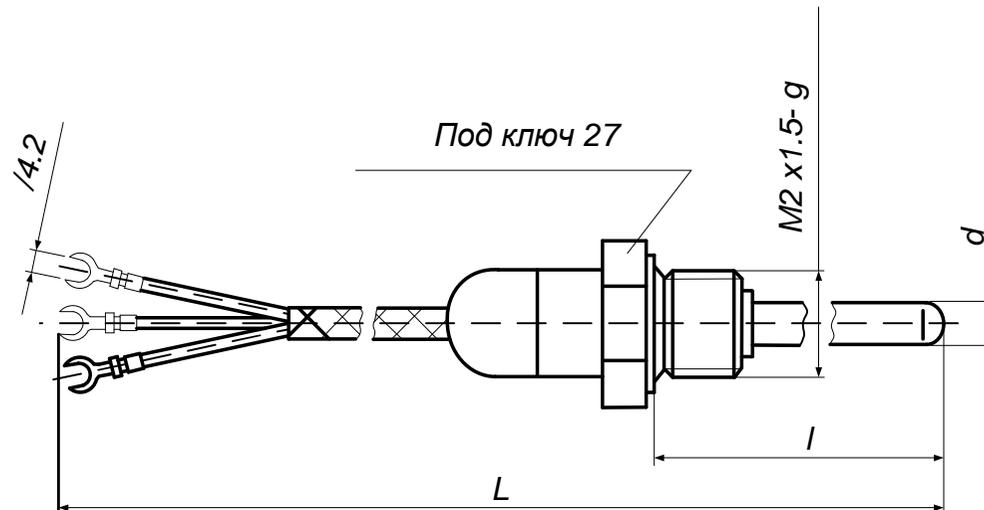
ТРМ 210



ПР110

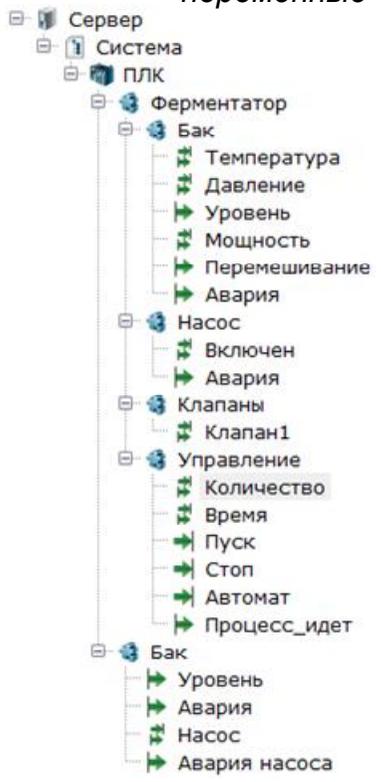


ТСМ 100

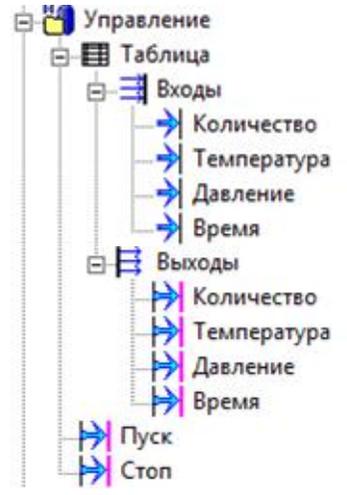


				ВКР.124115.15.03.04.ВО			
№	Лист	Исполн.	Изм.	Оборудование ферментатора	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Удобр.	Исполн.	Изм.		Лист 6	Листов 7	
Проект.	Удобр.	Исполн.	Изм.				
Констр.	Удобр.	Исполн.	Изм.				
Исполн.	Бобров Н.С.	Механизация и автоматизация лабораторной биохимической деятельности (реализация выполнения квалитационной работы)				ИМГУ 241-06	

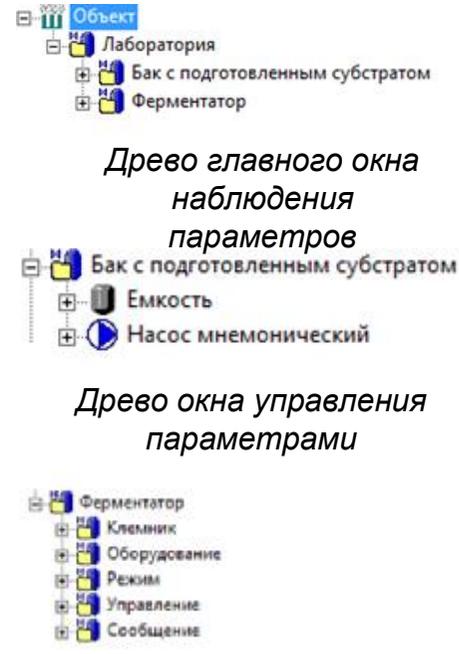
OPC - переменные



Задание уставок из окна контроля параметров



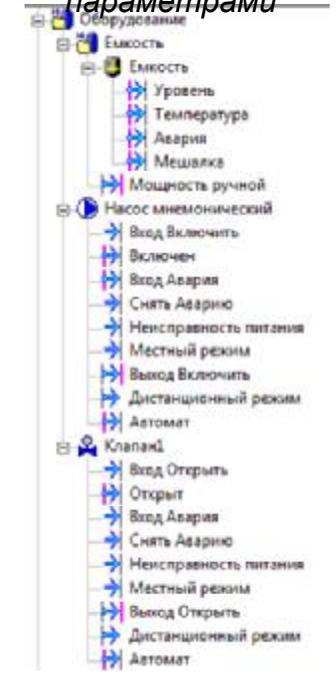
Дерево узлов SCADA



Дерево главного окна наблюдения параметров

Дерево окна управления параметрами

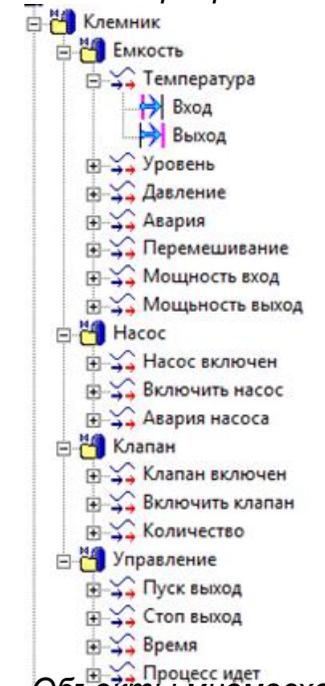
Объекты мнемосхемы окна управления параметрами



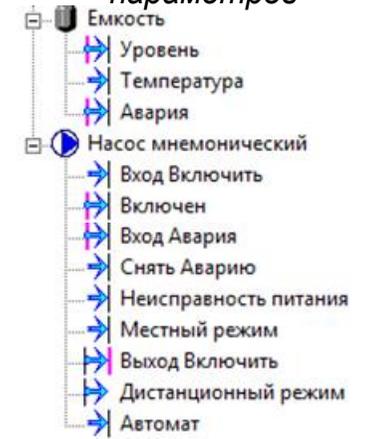
Дерево для информирования оператора о важных событиях



Дерево размножения сигналов из OPC сервера



Объекты мнемосхемы главного окна наблюдения параметров



				ВКР.124115.15.03.04.ВО			
№	Исполн.	М.Деталь	Год	Лист	Масса	Масштаб	
Исполн.	Бобрун Н.С.	Одобрено:		Лист 7			
Уточ.	Одобрено:			Лист 7			
				Последовательность проектирования SCADA			
				Механизм и оптимизация лабораторного биологического установок			
				АМГУ 241-06			