

Оглавление

1.	ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ	4
2.	ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ХОЛОДИЛЬНОГО МОДУЛЯ.....	6
2.1.	Работа узлов функциональной схемы автоматизации холодильного модуля.	7
2.2.	Контур регулирования температуры в камере.	8
2.3.	Контур автоматического заполнения жидким агентом ВО.....	10
2.4.	Узел автоматической защиты компрессоров.	10
2.5.	Узел сигнализации.....	12
2.6.	Узел автоматического включения резервного водяного насоса.....	12
2.7.	Узел оттаивания воздухоохладителей	12
2.8.	3.3 Схема автоматизации оттаивания двух воздухоохладителей.....	14
3.	ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	16
3.1.	Пусковой период работы холодильного модуля.....	16
3.2.	Оттаивание воздухоохладителей в автоматическом режиме.....	17
3.3.	Оттаивание ВО №2.	26
4.	УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПУЛЬТА АВТОМАТИЗАЦИИ КОМПРЕССОРА ПАК-	
	11 29	
5.	РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ В ХОЛОДИЛЬНОЙ КАМЕРЕ	35
6.	ТЕХНИКО - ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	38
7.	ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....	47
8.	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	50
9.	ПРИЛОЖЕНИЕ.....	51

					HTTP://BNBARS.MOY.SU				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				Лит.	Масштаб
Разраб.									
Провер.									
Т. Контр.									
								Листов	
Н. Контр.									
Утверд.									

ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень производства пищевых продуктов характеризуется с одной стороны увеличением урожайности полей за счет введения новых урожайных сортов растений ,селекцией высокопроизводительных сортов ,химизацией сельского хозяйства; с другой стороны - сокращение посевных площадей из-за строительства городов ,расширение сети дорог , аэродромов, промышленных комплексов ,под которые зачастую отводятся лучшие земли. Это всё происходит на фоне постоянного и быстрого увеличения населения планеты .Вопрос продовольствия становится одним из наиболее важных и острота решения этого вопроса будет возрастать.

По данным ООН , до 2000 года население планеты увеличится вдвое по сравнению с 1980 годом ,следовательно потребление пищевых продуктов и материальных ресурсов идущих на их производство тоже увеличится.

Сейчас проблема заключается не в том , что пищевые ресурсы исчерпаны , а в том , что потери продовольствия и сельскохозяйственной продукции на пути от поля к столу потребителя достигают значительных величин. Сейчас в мире производится около 4 млрд.тонн пищевых продуктов ,половина из которых требует холодильной обработки , и лишь четверть проходит такую обработку .Около 30% продукции не доходит к потребителю.

Поэтому необходимо создание непрерывной холодильной цепочки ,которая состоит из отдельных звеньев , которые обеспечивают условия для непрерывной холодильной обработки и хранения скоропортящихся продуктов на пути от мест производства или выращивания к местам потребления .

Начальным звеном холодильной цепи являются производственно — заготовительные холодильники , которые являются составной частью пищевого предприятия или представляют собой самостоятельные организационные структуры . Работа этих холодильников имеет исключительно сезонный характер и не рассчитана на длительное хранение продукции, поэтому объём камер не очень большой .Это камеры охлаждения и заморозки . Базовые холодильники предназначены для накопления продукции заготовленной в первом звене холодильной цепи.

В местах ,где происходит перегрузка продуктов с одного вида транспорта на другой создают перевалочные холодильники , которые предназначены для кратковременного хранения продукции.

Для длительного хранения продуктов питания ,а также для равномерного снабжения ими населения больших городов и индустриальных центров через торговую сеть , именно распределительные холодильники становятся основным звеном холодильной цепи.

Торговые холодильники предназначены для кратковременного хранения пищевых продуктов в розничной торговле и на предприятиях общественного питания.

Домашние холодильники - это последнее звено холодильной цепи.

Соединительным звеном холодильной цепи является холодильный транспорт(автомобильный ,железнодорожный , речной, морской и воздушный).Однако холодильная цепь не обеспечивает сохранение всех продуктов ,которые производятся сельским хозяйством . Основное внимание уделялось продуктам животного происхождения . Они обеспечены холодильной цепью с момента их производства до момента их потребления.

С растительным сырьем ,а именно ,сочным растительным сырьем (овощами , плодами , ягодами , бахчевыми, зеленью)в районах ее выращивания количество холодильников незначительно и их емкость очень мала.

Искусственный холод в плодоовощной промышленности используют при предварительном охлаждении ,транспортировки, замораживании и хранение плодов и овощей, а также во производства и хранения соков и плодоовощных консервов.

Современные технологические процессы предварительного охлаждения ,а именно, быстрое снижение температуры перед транспортировкой или закладкой на хранение ,позволяет продолжить срок холодильного хранения яблок ,груш ,винограда на 1..1,5 месяца; косточковых плодов - на 0,5 месяца; ягод - на неделя и более; овощей, в зависимости от вида и сорта - на несколько недель и даже месяцев.

1. ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ

Во время усовершенствования холодильников должны решаться следующие задачи:

- обеспечение высоких теплозащитающих свойств ограждающих конструкций путем использования современных эффективных теплоизоляционных материалов , герметизацией стыков панелей , дверей , вводов труб и кабелей;
- разработка и внедрение прогрессивных технологий холодильной обработки , хранения , и транспортирования фруктов при строгом нормировании и поддержании температуры и влажности на основе рационального выбора энергосберегающих систем , инженерного оборудования , в том числе на базе микропроцессорной техники ;
- достижение минимального удельного объема камер (3,5...4,5 м³/т) путем усовершенствования объемно - планировочных и конструктивных решений холодильников ;
- во время проектирования и строительства должен быть внедрен принцип формирования холодильников и холодильных комплексов обработки и хранения фруктов на основе блочных автономных строительно - технологических секций (модулей) комплектной поставки .

Универсальный холодильный модуль состоит из камеры хранения плодово-овощной продукции , машинного отделения и навеса для производства погрузочно - разгрузочных работ.

В холодильном модуле в зависимости от места его расположения могут охлаждаться разные виды растительной продукции (виноград , ягоды , фрукты , овощи и др.) . При условной вместительности 100 тонн в холодильную камеру помещается :

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		4

- виноград в лотках - 85,5 т;
- яблоки в контейнерах - 128 т ;
- яблоки в деревянных ящиках на поддонах - 97 т.

Холодильная камера принята размером в три строительных квадрата (18,3 х 6,4 м) ; строительная высота - 5,85 м . В камере расположены два воздухоохладителя навесного типа . Во время максимальной нагрузки (период загрузки камеры) работают 2 аппарата , во время длительного хранения - один . При отрицательных температурах внешней Среды холодильная установка не работает , в работу включается электронагреватели одного или двух воздухоохладителей вместе с вентиляторами.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		5

2. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ХОЛОДИЛЬНОГО МОДУЛЯ

Холодильная автоматизированная установка состоит из двух компрессоров (КМ) , оснащенных устройствами автоматической защиты, двух маслоотделителей (МО) , сборника масла (МС) , фторконденсатора(ФКД), конденсатора(КД) с вентиляторами , линейного ресивера (РЛ) с двумя датчиками уровня ,двух воздухоохладителей (ВО) , установленных в камере и оснащенных вентиляторами, регуляторами заполнения и соленоидными вентилями (СВ), отделитель жидкости (ОЖ) с двумя датчиками уровня , дренажного ресивера (РД) с датчиком нижнего уровня и СВ, двух водяных насосов.

3.1 Работа схемы автоматизации холодильной установки

После загрузки яблоками холодильной камеры предварительно в работу в ручном режиме включают два КМ (мощность привода КМ 5,5 кВт) , то есть КМ №1 и КМ №2 . Этим обеспечивается большая скорость охлаждения яблок . Выход на нормальный режим работы осуществляется примерно за 10 суток

В пусковом режиме схема работает таким образом .Перед включением КМ СВ $\Psi A3$ и $\Psi A7$ на линиях подачи жидкости ВО и $\Psi A2$, $\Psi A1$ на линиях подачи пара дистанционно открываются. Также открываются СВ $\Psi A10$ и $\Psi A11$,которые соединяют ОЖ с РД и СВ $\Psi A13$ на общей линии подачи жидкого аммиака в ВО №1 и №2. Остальные СВ($\Psi A1$, $\Psi A4$, $\Psi A5$, $\Psi A8$, $\Psi A9$, $\Psi A12$)закрыты . Потом происходит включение вентиляторов ВО и КД и насосов КМ №1 и №2.

КМ откачивают пар из ОЖ. При этом ОЖ через СВ $\Psi A10$ (уравнительная паровая линия) и вентиль $\Psi A11$ (уравнительная жидкостная линия)соединен с РД. В данном случае РД выполняет роль ОЖ ,то есть жидкость в ОЖ не накапливается.

Пар КМ сжимается и через ОМ №1 и №2 подается в ФКД и далее в КД .Сконденсированный аммиак поступает в РЛ. Далее жидкость из РЛ через СВ $\Psi A13$ параллельно подается в ВО №1 и №2 через соответственно СВ $\Psi A3$ и $\Psi A7$. Последовательно с этими СВ смонтированы регулирующие вентили (РВ) №1 и №2 , в которых происходит дросселирование агента до определенного давления , при ко-

тором аммиак начинает кипеть. Пар из ВО №1 и №2 через СВ ΨА2 и ΨА6 поступает в ОЖ , а из него выкачивается КМ №1 и №2 (цикл замкнулся).

Благодаря кипению агента при отрицательной температуре в ВО №1 и №2 осуществляется поглощение тепла камеры и температура в ней постепенно уменьшается.

После выхода установки на нормальный режим работы один КМ отключают и далее в работе находится только один КМ и один ВО. Их задача поддерживать температуру в камере в диапазоне 0...1°C, то есть компенсировать проникновение тепла через теплоизоляционную конструкцию камеры.

Оттаивание ВО должно проводится приблизительно один раз в сутки . При этом один ВО должен оттаивать а другой находится в работе , в пусковой период оттаивание осуществляется вручную , а в режиме хранения - автоматически . Оттаивание проводится горячими парами аммиака с линии нагнетания КМ , который подается в ВО находящееся в оттайке .В процессе оттайки , который продолжается приблизительно от 20 до 30 минут , работает только один КМ . КМ №1 работает с ВО №1 , а КМ №2 с ВО №2 .

В процессе оттайки любого ВО ОЖ отключается от РД СВ ΨА10 и ΨА11 . При этом СВ ΨА10,ΨА11,ΨА13 должны быть закрытыми. Жидкий аммиак в данном случае накапливается в РЛ. Если при отрицательных температурах окружающей среды и отключенных компрессорах температура в камере понижается ниже допустимой , то в данном случае включаются электронагреватели , которые встроены в ВО. Включением и выключением поддерживают заданную температуру в камере.

2.1. РАБОТА УЗЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ХОЛОДИЛЬНОГО МОДУЛЯ.

Основной регулируемой величиной в данной схеме есть температура воздуха в холодильной камере. Ее регулируют включением и выключением КМ , а зимой возможно ее поддержание включением и выключением электронагревателей ВО №1 и ВО №2.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	7
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

Для управления каждым КМ спроектирован малогабаритный пульт автоматического управления типа ПАК (выпускается “Пищепромавтоматика “, г. Одесса). КМ оснащены стандартными приборами автоматической защиты от аварийных режимов работы.

Заполнение ВО регулируется автоматически по перегреву пара. Оттаивание ВО проводится горячим паром аммиака по времени.

Предусмотрено следующее блокирование : Включение КМ возможно только после включения водяного насоса и вентилятора КД; После выключения КМ №1 (№2) СВ на линии подачи жидкости в ВО №1 (№2) должен быть закрыт .

По уровню жидкого аммиака в ОЖ проводится аварийное выключение КМ. В РД контролируют и сигнализируют нижний уровень жидкости , а в РЛ нижний и верхний уровни.

Спроектировано автоматическое включение резервного водяного насоса .Узлы контура функциональной схемы автоматизации действуют таким образом.

2.2. КОНТУРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В КАМЕРЕ.

Контроль температуры воздуха в холодильной камере осуществляется двумя электронными термореле 19б и 23б типа Т419 с датчиками 19а и 23а (медные электрические термометры сопротивления).

Так как датчики контролируют температуру воздуха практически в одной точке камеры , то следует комплектовать этот контур одним двойным электрическим термометром сопротивления (в одном корпусе размещено 2 чувствительных элемента).

Предусмотрена замена термореле Т419 ,которое серийно выпускается в России , на электронное реле температуры (ЭРТ) , которое разрабатывается в институте “Агрохолод”.ЭРТ имеет цифровую шкалу , на которой отмечается температура воздуха в камере . Благодаря этому отпадает необходимость в дистанционном контроле температуры воздуха в камере , например , логометром . Термореле 19б управляет КМ №1 , а реле 23б КМ №2 . Как уже отмечалось , в режиме хранения фруктов на-

ходится в работе один КМ. Допустим , что РТ 19б настроено на диапазон поддержания температуры в камере 0...-1°C . Если температура в камере повысится до 1°C , то ЭРТ включит электродвигатель водяного насоса, вентилятора КД ,КМ №1 и открывает СВ ΨА3. В результате температура воздуха в инерционной камере постепенно снижается .

При 0 °С ЭРТ выключает водяной насос , вентилятор КМ №1 и закрывает СВ ΨА3. Этим экономится электроэнергия , которую потребляют электродвигатели вентилятора КД и водяного насоса. А закрытый СВ ΨА3 не позволяет жидкому аммиаку поступать в ВО №1 и переполнять его и ОЖ при не работающем КМ .

Тепло в камеру поступает извне через ограждение и температура воздуха в камере постепенно повышается .

Когда она станет равна 1°C , тогда работа схемы повторяется , то есть данный контур осуществляет двухпозиционное регулирование температуры камере путем пуска и остановки КМ.

Коэффициент рабочего времени КМ составляет 0,9.

Зимой есть возможность поддерживать температуру воздуха в камере при помощи того же термореле 19б , которое будет включать и выключать (при 1°C) электронагреватель №1 ВО №1.

Если в работе находится КМ №1 вместе с ВО №1 , то вентилятор ВО №1 работает непрерывно , несмотря на остановки КМ обеспечивая равномерное распределение температуры по объему камеры.

Абсолютно аналогично работает ЭРТ 23б . Это термореле управляет КМ №2 , водяным насосом , вентилятором КД и СВ ΨА7. Термореле 23б зимой управляет электронагревателем №2 ВО №2 . В этом случае непрерывно работает вентилятор №2 ВО №2.

Зимой одновременно могут управлять своими электронагревателями термореле 19б и 23б , если один электронагреватель не будет способен поддерживать заданную температуру . При этом вентиляторы ВО №1 и ВО №2 работают непрерывно.

Для удобства наладки и эксплуатации в схеме предусмотрено два термореле.

В данном контуре можно перейти на ручной режим управления КМ , вентиля-

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		9

торами , электронагревателями и СВ.

2.3. КОНТУРЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ЖИДКИМ АГЕНТОМ ВО

Для этого (для каждого ВО) спроектирована автоматическая система регулирования (АСР) , которая состоит из реле разницы температур (РРТ) 21а (24а) в комплекте с двумя малоинерционными медными электрическими термометрами сопротивления 40а (42а) , 41а (43а) и СВ Ψ А3 (Ψ А7).

В данное время в институте “Агрохолод” разрабатывается РРТ с цифровой шкалой , которая позволяет измерять кипящего агента и пара на выходе из ВО , а также разницу отмеченных (перегрев).

С помощью РРТ задают перегрев , который далее будет автоматически поддерживаться таким образом. Например, РРТ 21а на строен на диапазон 2...3 °С. Это означает следующее : если перегрев равняется 3°С (ВО не заполненный) , то РРТ 21а открывает СВ Ψ А3 и жидкость начнет поступать в ВО №1. Это приведет к постепенному снижению перегрева , степень заполнения ВО увеличится , и когда оно будет равняться 2°С , РРТ даст команду закрыть СВ Ψ А3. Далее работа схемы повторяется . Как видим , и тут осуществляется двухпозиционное регулирование перегрева пара в заданном диапазоне . Абсолютно аналогично работает АСР заполнения ВО №2.

Видно , что перегрев - это средний параметр заполнения ВО. Поддержание его в заданном диапазоне будет заполнение ВО жидким агентом . Таким образом , их теплопередающие поверхности будут эффективно использоваться .

Заметим , что АСР заполнения ВО нормально функционирует только тогда , когда работает КМ . В пусковом режиме они отключены

При выключенном КМ СВ Ψ А3 и Ψ А7 закрывается и описанная АСР не работает.

2.4. УЗЕЛ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ КОМПРЕССОРОВ.

Как уже отмечалось , для каждого КМ спроектирован стандартный пульт управления типа ПАК . Этот пульт обеспечивает автоматическое управление и за-

щиту КМ от аварийных режимов работы . На фасаде пульта расположены ключ выбора режима КМ , кнопки ,лампа (многоцифровая) сигнализации. К пульту управления присоединяются контакты камерного термореле, а также контакты приборов защиты: реле контроля системы смазки (РКСС) 4а (13а) ; двухблочное реле давления(ДРД) 5а (14а) ; реле контроля температуры нагнетания (РТ) 3а (12а) - планируется использовать разработанное в институте “Агрохолод” ЭРТ; реле протока воды (РП) 6а (15а) ; реле уровня (РУ) 25б , 26б у ОЖ - разработка “Агрохолод”.

Срабатывание какого- либо из перечисленных приборов автоматической защиты отключает КМ и при этом включается сигнальная лампа , в которой высвечивается соответствующая цифра , которая показывает по какой причине выключается КМ .Так как КМ работает в автоматическом режиме , то при аварийной остановке КМ на щитке вахтера включается сигнальная лампа . По этому сигналу вахтер вызывает машиниста , который устраняет причину аварии и включает КМ.

Приборы автоматической защиты работают таким образом . РКСС срабатывает в случае уменьшения перепада давления масла на линии нагнетания масляного насоса и в картере КМ ниже заданного значения.

При уменьшении расхода воды через рубашку КМ , или при полном ее исчезновении срабатывает реле протока воды .

Если температура нагнетания превосходит заданную , то срабатывает РТ нагнетания.

ДРД контролирует давления всасывания агента и давление нагнетания . Это реле имеет два измерительных блока (два сильфона),которые через рычажную систему влияют на одну и ту же пару контактов . Если давление всасывания становится ниже допустимого , из-за чего может произойти всасывание воздуха в систему , что приведет к вспениванию масла , или давление нагнетания становится выше допустимого (это может произвести к разрушению КМ) , то это реле отключает электродвигатель КМ.

В ОЖ контролируются верхний и нижний аварийные уровни аммиака . Контакты обоих датчиков присоединены к обоим пультам ПАК потому , что ОЖ это общий сосуд для обеих КМ. Дублирование контроля уровня в ОЖ необходимо для

того , чтобы избежать гидравлического удара и тем самым не допустить выхода из строя КМ. Если в процессе работы уровень в ОЖ достигнет верхнего значения , то сработает датчик 25б и выключит КМ . Заметим , что подключение РД к ОЖ значительно снижает возможность повышения уровня в ОЖ до верхнего значения.

2.5. УЗЕЛ СИГНАЛИЗАЦИИ

На пультах типа ПАК , в отличии от пультов типа УУСК, предусмотрена всего одна газоразрядная лампа, в которой высвечивается несколько цифр. Например, срабатывает РП - КМ остановился , включается эта лампа и в ней высвечивается цифра 1. если высвечивается цифра 2, это, например означает то , что сработало РКСС и т.д..

В схеме автоматизации ХМ предусмотрена сигнализация нижнего уровня в РД (датчик 45б) , а также сигнализация нижнего (64б) и верхнего (27б) уровней в РЛ. Эта сигнализация позволяет обслуживающему персоналу наблюдать за уровнем жидкости в основных аппаратах холодильной установки, а также видеть , какое устройство автоматической защиты выключило КМ.

На пультах ПАК имеется также сигнализация про введения узла автоматической защиты КМ в работу.

2.6. УЗЕЛ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ РЕЗЕРВНОГО ВОДЯНОГО НАСОСА

В технологической схеме предусмотрено два насоса(один рабочий, другой резервный). Схема автоматизации обеспечивает автоматическое включение резервного водяного насоса таким образом. На общей линии нагнетания водяных насосов установлен электроконтактный манометр 29а. Если в этой точке давление нагнетания воды падает ниже допустимого при работающем основном насосе , то электроконтактный манометр реагирует на это и дает команду на автоматическое включение резервного водяного насоса.

2.7. УЗЕЛ ОТТАИВАНИЯ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ

Оттаивание ВО проводится по времени. Для этого в схеме автоматизации спроектированы два моторных реле времени МКП с максимальной выдержкой - 24

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		12

часа.

Оттаивание ВО проводится по очереди с частотой один раз в сутки. Оттаивание продолжается от 20 до 30 минут.

В пусковой период оттаивание ВО проводят вручную , а в режиме хранения - автоматически. Оттаивание проводят горячим паром аммиака , который подается в ВО с линии нагнетания КМ.

В процессе оттаивания ВО №1 работает КМ №2 , а при оттаивании ВО №2 работает КМ №1. При этом с помощью 13 - ти СВ составляют соответствующие пути движения агента . Соответствующие положения СВ в процессе ручного и автоматического оттаивания ВО одинаковы. Рассмотрим оттаивание ВО №1 и №2 вручную в пусковом режиме. Например , оттаивание ВО №1 осуществляют таким образом. Выключают КМ 31 и вентилятор №1 . КМ №2 , вентилятор №2 работают в пусковом режиме, также работают водяной насос и вентилятор №3 КД. С помощью универсального переключателя , который относится к ВО №1 , закрывают СВ ΨА3 (на жидкостной линии) и ΨА2 (на паровой линии) , ΨА9... ΨА12 , а открывают ΨА1 и ΨА4 . СВ ВО №2 ΨА7 и ΨА6 - открыты , а ΨА5 и ΨА8 - закрыты . Открытый СВ ΨА13.

В данном случае горячий пар с линии нагнетания КМ №2 через СВ ΨА1 подается в ВО №1 . Жидкость , которая осталась в ВО №1, вытесняется этим паром через СВ ΨА4 в РД. Кроме этого , горячий пар, конденсируясь также попадает в РД в виде жидкости.

В результате ВО №1 нагревается горячим паром аммиака и его снеговая шуба таит. Талая вода поступает в поддон , а из него отправляется в дренаж талой воды.

После окончания оттаивания ВО №1 включают КМ №1 и вентилятор №1 , СВ ΨА1, ΨА4, ΨА13 закрывают , а ΨА3 и ΨА2 открывают . Далее вытесняют жидкость из РД в ВО №1 и №2 . Для этого открывают СВ ΨА9 и ΨА12 . Через них подается пар в РД и происходит вытеснение жидкости , которое продолжается не больше одного часа. По сигналу датчика нижнего уровня 45б РД СВ ΨА9 и ΨА12 закрываются , а ΨА13 , ΨА10 , ΨА11 открываются . С этого момента начинается нормальная работа ВО №2.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		13

Автоматическое оттаивание ВО №1 и №2 проводят по времени . Особенность оттаивания в автоматическом режиме заключается в том , что после оттаивания (длится 20 - 30 минут) , например, ВО №1 этот ВО на протяжении суток в работу не включают , а работает ВО №2 . Через сутки проводят оттаивание ВО №2 , который потом сутки не работает . На протяжении этих суток работает ВО №1 и т.д. Итак , в режиме хранения в работе всегда находится только один ВО и один КМ.Время работы обеих КМ на протяжении всего периода хранения будет приблизительно одинаковым . Набор путей движения хладагента с помощью СВ в режиме хранения такой же как и пусковом режиме . Однако в режиме хранения имеется некоторая особенность режима работы РРД , в момент подачи агента в ВО , а также в момент окончания вытеснения хладагента с РД . эти особенности отражены ниже при описании при описании работы электрической схемы оттаивания ВО .

2.8. 3.3 СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ОТТАИВАНИЯ ДВУХ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ

Пусковой период.

В пусковой период (10 суток , постоянная времени камеры $T=100$ часов) работают два КМ и два ВО.

При оттаивании ВО №1 , его вентилятор и КМ №1 выключают(КМ №2 и ВО №2 находятся в работе)

При оттаивании ВО №2 выключают его вентилятор и КМ №2(КМ №1 и ВО №1 находятся в работе)

3.3.1.4 Вытеснение жидкости из РД проводят в ВО №1 и №2 , КМ №1 и №2 и ВО №1 и №2 работают (вентиляторы ВО включены)

3.3.1.5 В начале оттайки ВО №1 одновременно закрываются СВ $\Psi A2$ и $\Psi A3$, а $\Psi A1$ и $\Psi A4$ открываются .

3.3.1.6 После завершения оттайки ВО №1 одновременно открываются СВ $\Psi A2$ и $\Psi A3$, а $\Psi A1$ и $\Psi A4$ закрываются

3.3.1.7 В начале оттайки ВО №2 одновременно закрываются СВ $\Psi A6$ и $\Psi A7$, а $\Psi A5$ и $\Psi A8$ открываются.

3.3.1.8 После завершения оттайки ВО №2 одновременно открываются СВ $\Psi A6$

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		14

и ΨА7 , а ΨА5 и ΨА8 закрываются.

3.3.1.9 В процессе оттаивания ВО №1 или ВО №2 ΨА10 и ΨА11 , которые соединяют ОЖ с РД , одновременно закрываются .

3.3.1.10 После завершения оттаивания ВО №1 или ВО №2 и ввода их в работу СВ ΨА10 и ΨА11 одновременно открываются.

3.3.1.11 При опорожнении РД СВ ΨА13 должен быть закрытым , а СВ ΨА9 , ΨА12, ΨА6, ΨА7, ΨА2, ΨА3 - открытыми.

3.3.1.12 Регуляторы заполнения ВО №1 и №2 отключены.

3.3.1.13 Управления КМ осуществляется с пультов типа ПАК , а вентиляторами с центрального щита . На центральном щите смонтированы переключатели SA1-SA3 и сигнальные лампы.

3.3.2 Режим хранения фруктов

Этот режим продолжается до 7 месяцев . В этом режиме оттаивание ВО происходит автоматически.

3.3.2.1 Оттаивание ВО производится по времени.

3.3.2.2 в работе всегда находится один КМ (№1 или №2).

3.3.2.3 Один ВО находится в работе а другой оттаивается на протяжении 20...30 минут, а потом сутки стоит и наоборот.

3.3.2.4 При оттаивании ВО №1 КМ №1 и вентилятор этого ВО выключены. Работают КМ №2, ВО №2 и его вентилятор.

3.3.2.5 При оттаивании ВО №2 КМ №2 и вентилятор этого ВО выключены. Работают КМ №1, ВО №1 и его вентилятор.

3.3.2.6 Регулятор заполнения ВО отключен.

3.3.2.7 Предусмотрено такое блокирование: при отключенном КМ №1 (№2) СВ на входе хладагента в ВО №1(№2) должен быть закрытым.

3.3.2.8 Открытие и закрытие соответствующих СВ на ВО и РД проводится одновременно.

КМ №1 и №2 находятся в работе при хранении растительной продукции одинаковое время.

После окончания оттаивания ВО №1 или №2 жидкость из РД необходимо вы-

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		15

теснить , если даже она не достигла верхнего значения в РД .

3.3.2.11 Во время оттаивания ВО №1 должен находиться в работе КМ №2 , а во время оттаивания ВО №2 должен находиться в работе КМ №1 .

3.3.2.12 Во время опорожнения РД соответствующий КМ должен находиться в работе.

3.3.2.13 Во время опорожнения РД соответствующий СВ на линии жидкого аммиака ВО должен быть открытым .

3.3.2.14 Во время вытеснения жидкости из РД регулятор заполнения ВО выключается.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ .

3.1. ПУСКОВОЙ ПЕРИОД РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОГО МОДУЛЯ.

Этот период длится приблизительно 10 суток . При этом оттаивание ВО производится вручную , то есть набор необходимых путей движения хладагента проводится дистанционным(со щита) открытием и закрытием соответствующих СВ.

Вариант 1. Работают два КМ и два ВО . Вентиляторы ВО включены (рис) . Переключатели SA1, SA2,и SA3 установлены в положение ПР (пусковой режим работы ХМ). При этом замкнуты контакты 1-2,5-6 и 15-16 переключателей SA1, SA2 и 1-2 ,9-10 переключателя SA3. Через эти контакты питаются СВ ΨА2, ΨА3, ΨА6, ΨА7, ΨА10, ΨА11, ΨА13 и открываются. В данном случае происходит нормальная работа холодильной установки. Регуляторы заполнения ВО выключены в этом и других вариантах. ОЖ через СВ ΨА10, ΨА11 соединяется с РД ,то есть жидкий аммиак , который не выпарился собирается в РД.

Вариант 2 Проводим оттаивание ВО №1 , но можно оттаивать первым и ВО №2 . Для этого КМ №1 и вентилятор №1 выключают , а переключатель SA1 переводят в положение РО (ручная оттайка).Это приводит к тому что СВ ΨА2, ΨА3 закрываются ,а ΨА1 и ΨА4 открываются. Кроме того , с помощью контактов 15-16 переключателя SA1 снимается питание с СВ ΨА10 и ΨА11 и они закрываются (см. рис. 3.2).

С этого момента ОЖ отключается от РД . КМ №2 работает и часть горячего пара через СВ ΨА1 попадает в ВО №1 , где конденсируется. Жидкость через СВ

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		16

ΨА4 из ВО №1 вытесняется в РД .Пар, конденсируясь , отдает тепло ВО , а его “ снеговая шуба “ начинает таять. Талая вода собирается в поддоне №1 и из него отводится в дренаж . Оттаивание длится около 20... 30 минут. После завершения оттаивания ВО №1 переключатель SA1 переводится в положение ПР , включаем КМ №1 и вентилятор №1 Вентиля занимают положение соответственно варианта 1 (см. рис.3.1).

Вариант 3 В соответствии с этим вариантом вытесняем жидкость из РД в ВО . Это всегда необходимо проводить перед оттаиванием очередного ВО , в данном случае перед оттаиванием ВО №2 , если он частично заполненный . Итак перед оттаиванием ВО №2 проводим вытеснение жидкости из РД в ВО (опорожнение РД) . При этом СВ ΨА10 , ΨА11, ΨА13 закрываются , а ΨА9 и ΨА12 открываются (см . рис.3.1). По сигналу датчика 45б нижнего уровня в РД (см . рис.3.1) процесс опорожнения завершают. Переключатель SA3 возвращают в положение ПР и СВ переводятся в положение 1 диаграммы включения СВ.

Вариант 4 Производим оттаивание ВО №2 . Для этого КМ №2 и вентилятор №2 выключаем, а переключатель SA2 переводим в положение РО. В результате этого закрывается СВ ΨА6, ΨА7, ΨА10, ΨА11 , а о открывается ΨА5, ΨА8 (см. рис.3.2) . После завершения оттаивания ВО №2 переключатель SA2 переводим в положение ПР , включаем КМ №2 и вентилятор №2 , СВ возвращаем в положение варианта №1.

После этого проводим вытеснение жидкости из РД в ВО .

3.2. ОТТАИВАНИЕ ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛЕЙ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ.

Автоматическое оттаивание ВО проводят по времени . Для этого в схеме предусмотрено два моторных реле времени типа МКП , которые обеспечивают максимальную выдержку времени 24 часа (см. рис.3.3 и 3.4).

3.4.2.1 Работа и оттаивание ВО №1.

После окончания пускового режима ВО №1 и№2 размороженные, ОЖ и РД пустые , КМ №1 и №2 выключены, холодильная установка подготовлена к работе в автоматическом режиме.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	17
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

Работа ХМ в автоматическом режиме происходит таким образом. Универсальные переключатели на пультах ПАК №1 (управляет КМ №1) и ПАК №2 (управляет КМ №2) переводятся в положение А - “автоматический режим”. Универсальные переключатели SA1, SA2, и SA3 с целью оттайки ВО переводятся в положение АВ- “автоматическое оттаивание” . Тумблеры (находятся в корпусах МКП) переводят в положение “Выключено”. Оба реле времени МКП выключены и находятся в таком положении.

Реле времени в исходном положении.

Реле МКП 2 выключено , когда оно отработало полный цикл(то есть 24 часа) ,и при этом замкнуты его контакты МКП 2-5 . Через них получает питание СВ ΨА6 и открывается , то есть отсасывание пара может проводится из ВО №2.

Реле МКП 1 выключено вручную в момент , когда оно отработало 0,5 часа от начала цикла . Это его исходное положение.

Процесс вытеснения жидкости из РД .

Дренажный ресивер пуст.

Работа схемы начинается с включения реле МКП 1 кнопкой или непосредственно нажимом на сердечник электромагнита, который замыкает контакты МКП 1-12 , через которые получает питание синхронный двигатель реле , то есть привод распределительного вала, в пазах которого крепятся кулачки , которые по времени , определенном программой включают или выключают контакты. Реле МКП1 управляет двенадцатью парами своих контактов в соответствии с циклограммой (рис.3.3). После включение МКП1 сначала происходит замыкание четырех пар его контактов , а именно , МКП1-1, МКП1-2, МКП1-7, МКП1-9. Kontakтами МКП1-1 включается промежуточное реле 20к, которое своими контактами 20к-1 подготавливает цепь для включения КМ №1 , а контактами 20к-2 подготавливает цепь для включения водяного насоса и вентилятора КД.

Контактами МКП1-2 включается вентилятор №1 ВО №1 , который работает на протяжении суток.

Контактами МКП1-7 подготавливается цепь для включения СВ ΨА10 и ΨА11. Поскольку сначала включается реле МКП1 должно произойти вытеснение жидкости

из РД (такой режим работы схемы) , то СВ $\Psi A10$ и $\Psi A11$ при этом в соответствии с заданием должны быть закрытыми.

И, наконец , контактами МКП1-9 подготавливается цепь для включения промежуточного реле 22к . Это реле срабатывает , когда имеется жидкость в РД и контакты 45б датчика нижнего уровня РД замкнуты. Как было сказано выше , поскольку рассматривается работа схемы в момент ее перехода в режим хранения , то РД в этот момент пуст. То есть контакты 45б разомкнуты , а реле 22к будет обесточено. Контакты 22к-1 этого реле в цепи СВ $\Psi A9$ и $\Psi A12$ разомкнуты и СВ закрыты . Контакты 22к-2 и 22к-3 разомкнуты в цепях КМ №1 , водяного насоса и вентилятора КД . Контактными МКП1-9 включается промежуточное реле 23к , которое размыкает контакты 23к-1 и 23к-2 , которые находятся в цепях управления КМ №1 , водяным насосом и вентилятором КД . Они разомкнуты на протяжении времени вытеснения жидкости из РД(приблизительно около 1 часа).

Итак , при пустом РД контакты 45б разомкнуты и на протяжении времени необходимого на вытеснения жидкости из РД , КМ №1 , водяной насос и вентилятор не работают , СВ $\Psi A9$, $\Psi A12$ и $\Psi A13$ закрыты . После опорожнения РД контакты МКП1-9 разомкнуты , реле 23к , 23к-1 и 23к-2 будет обесточено и замкнет свои контакты, которые размыкаются в цепях управления КМ №1 , водяным насосом и вентилятором КД . С этого момента завершается процесс вытеснения жидкости из РД и начинается новый цикл работы схемы . Но прежде чем описывать работу схемы в следующем цикле , рассмотрим ее работу в режиме вытеснения жидкости из РД в случае , когда в РД есть жидкость.

Дренажный ресивер заполнен аммиаком.

В данном случае начнем рассматривать работу схему в этом режиме с момента включения МКП1 и замыканием указанных выше четырех пар его контактов. Замыкание контактов МКП1-1 , МКП1-2, и МКП1-7 приводит к тому , что было описано в п.4.3.1.

Замыкание контактов МКП1-9 вносит в схему такие изменения в сравнении с п. 3.4.3.1: поскольку при заполненном ДР контакты 45б его датчика нижнего уровня замкнуты , то через контакты МКП1-9 получает питание не только промежуточное

реле 23к ,а и 22к. При этом контактами 22к -1 включаются СВ $\Psi A9$ и $\Psi A12$; контактами 22к-2 включается КМ №1 ; контактами 22к-3 включается водяной насос и вентилятор КД . Только после включения водяного насоса включается КМ №1 . Блокконтактами 1к-КМ пускается электродвигатель КМ №1 и контактами 22к-4 включается реле времени КТ-1 и СВ $\Psi A3$, установленный на жидкостной линии ВО №1. При этом $\Psi A3$ получает также питание через контакты , которые размыкаются , КТ1-1 (не исключено , что в момент замыкания контактов 1к-КМ будут также замкнуты контакты 21а реле разницы температур - РРТ).Через некоторое время контакты КТ1-1 разомкнутся , но $\Psi A3$ останется в открытом положении , благодаря контактам 22к-4 и 1к-КМ, которые разомкнуты . Заметим , что на время вытеснения жидкости из РД параллельные цепи включения КМ №1 , водяного насоса и вентилятора КД разомкнуты соответственно контактами 23к-1 и 23к-2.

Итак в процессе вытеснения жидкости из РД работают КМ №1 , вентилятор №1 , ВО №1 , водяной насос и вентилятор КД . При этом СВ $\Psi A2$, $\Psi A3$, $\Psi A6$, $\Psi A12$ открыты , а остальные закрыты. Через СВ $\Psi A9$, $\Psi A12$, $\Psi A3$ жидкость из РД вытесняется горячим паром в ВО №2. При этом РРТ из работы выключено.

По истечении времени, необходимого для опорожнения РД (не более 1 часа) , контакты МКП1-9 размыкаются , а контакты МКП1-10 и МКП1-11 замыкаются (см. рис.3.3). В результате контактами МКП1-9 реле 22к и 23к обесточиваются ; контактами 22к-1 СВ $\Psi A9$ и $\Psi A12$ обесточиваются (подача горячего пара под давлением конденсации в РД прекращается) ; контактами 22к-2 выключается КМ №1 ; контактами 22к-3 выключаются водяной насос и вентилятор КД; контактами 22к-4 и 1к-КМ обесточивается СВ $\Psi A3$ и закрывается. При размыкании контактов 23к-1 и 23к-2 подготавливаются цепи КМ №1 , водяного насоса и вентилятора КД для выключения.

Контактами МКП1-10 включается СВ $\Psi A13$. Контактами МКП1-11(контакты МКП1-7 замкнуты) включают СВ $\Psi A10$, $\Psi A11$, то есть ОЖ по газовой и жидкостной линии соединяется с РД.

С этого момента схема переходит к следующему этапу работы.

Но , в процессе вытеснения жидкости из РД можно наблюдать следующее. РД

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		20

опорожнится раньше , чем закончится время выдержки , настроенный на МКП1. При этом контакты МКП1-9 еще остаются замкнутыми , контакты 45б уже разомкнуты (РД опорожнился). В результате реле 22к остается без тока , а реле 23к остается включенным. Реле 22к своими контактами обесточит СВ $\Psi A9$, $\Psi A12$, выключит КМ №1 , водяной насос и вентилятор КД , а также оборвет цепь $\Psi A3$ практически одновременно с размыканием контактов 1к-КМ . Реле 23к удерживает свои контакты , которые размыкаются в разомкнутом состоянии и не позволяют включить КМ №1 , водяной насос и вентилятор КД цепи параллельного соответственно контактам 22к-2 и 22к-3.

После выдержки времени , настроенном на МКП1 , вытеснение жидкости из РД контакты МКП1-9 разомкнуты и реле 23к обесточено, его контакты 23к-1 , которые размыкаются , замкнутся в цепях управления КМ №1 , водяного насоса и вентилятора КД и подготовят их к включению. Одновременно с размыканием МКП1-9 замкнутся МКП1-10 и МКП1-11 , это приведет к тому что было уже описано выше.

Итак если раньше времени выдержки , настроенном на МКП1 , произойдет опорожнение РД , то выключается КМ №1 , водяной насос и вентилятор КД, закрываются СВ $\Psi A3$, $\Psi A9$, $\Psi A12$ и при этом будет закрытый СВ $\Psi A13$. И только после окончания времени выдержки открывается $\Psi A13$ и далее начинается переход схемы к работе в следующем режиме.

Нормальная работа КМ №1 .

В этом режиме включение и выключение КМ №1 осуществляется автоматически при помощи реле 19б. Допусти , что термореле настроено на поддержание температуры в камере в диапазоне $0,5...1^{\circ}\text{C}$. При повышении температуры воздуха в камере до 1°C термореле замыкает свои контакты 19б в цепи управления водяным насосом и вентилятором КД и включает их (контакты 20к-2 и 23к-2 замкнуты , а 21к-2 и 22к-3 разомкнуты) . Блокконтакты пускателя электродвигателя водяного насоса находятся в цепи управления КМ №1 (в пульте ПАК №1) . После их замыкания может включиться КМ №1 , то есть предусмотрено блокирование, согласно с которым КМ №1 может быть включен только после включения водяного насоса и вентилятора КД.

Другой парой контактов 19б термореле включается КМ №1 (контакты 20к-1 и 23к-1 замкнуты , контакты 22к-2 и МКП2-8 разомкнуты). Блокконтактами 1к-КМ магнитного пускателя электродвигателя КМ №1 включается СВ ΨА3 и реле времени КТ1 , которое настроено на время переходного процесса в ВО №1. После окончания этого времени контакты КТ1-1 размыкаются (контакты 22к-4 разомкнуты) и с этого момента управляет ΨА3 РРТ , то есть оно в зависимости от перегрева замыкает и размыкает ΨА3 свои контакты 21а.

Как уже отмечалось , после завершения оттаивания контакты МКП1-9 размыкаются .Это приводит к включению СВ ΨА13, ΨА10, ΨА11. Итак , когда работает КМ №1 , водяной насос и вентилятор КД СВ ΨА2, ΨА6, ΨА10 , ΨА11, ΨА13 открыты. СВ ΨА3 Управляет РРТ , которое поддерживает ВО №1 заполненным жидким аммиаком. Остальные СВ закрыты.

С понижением температуры воздуха в камере до 0,5 °С контакты 19б термореле размыкаются - включается КМ №1 . водяной насос и вентилятор КД. Контактными 1к-КМ обесточивается реле времени КТ1 и СВ ΨА3 . За счет теплообмена температура воздуха в камере постепенно повышается . Достигнув 1 °С термореле срабатывает и работа схемы повторяется . Таким образом в камере осуществляется двухпозиционное регулирование температуры путем включения и выключения КМ . в таком режиме КМ №1 работает приблизительно сутки . После этого необходимо произвести оттаивание ВО №1 . Оно осуществляется автоматически следующим образом.

Оттаивание ВО №1 .

Через 23,5 часа после включения реле времени МКП1 размыкаются его контакты МКП1-1, МКП1-2, МКП1-5, МКП1-7, МКП1-11 , и замыкаются МКП1-3, МКП1-4 , МКП1-6 , МКП1-8(см. рис.3.3). Это приводит к тому , что контакты МКП1-1 обесточивают реле 20к , которое своими контактами 20к-1 выключает КМ №1 , а контактами 20к-2 выключает водяной насос и вентилятор КД , если они находятся в работе. КМ №1 выключаясь , контактами 1к-КМ обесточивает реле времени КТ1 и СВ ΨА3 , который закрывается. Итак , при не работающем КМ №1 СВ ΨА3 на жидкостной линии закрыт и доступ жидкого аммиака в ВО №1 перекрыт, то есть

переполнение исключается.

Контактами МКП1-2 включается вентилятор №1 ВО №1.

Контактами МКП1-3 , во время оттаивания ВО №1 ,включается по параллельной цепи водяной насос и вентилятор КД.

Контактами МКП1-4 включается второе моторное реле времени МКП2(рис.3.4).Через несколько секунд контакты МКП1-4 размыкаются, но реле МКП2 остается включенным своими контактами МКП2-12(они замкнулись электромагнитным реле в момент замыкания МКП1-4). Контактами МКП1-5 питается СВ ΨА2 и закрывается. Итак , СВ на жидкостной ΨА3 и паровой ΨА2 закрыты , то есть ВО №1 подготовлен к оттаиванию.

Контактами МКП1-6 подается питание к СВ ΨА1, ΨА4, которые открываются , то есть путь для подачи горячего пара в ВО №1 подготовлен.

Контактами МКП1-7 и МКП1-11 обесточиваются и закрывается СВ ΨА10 , ΨА11 . то есть на время оттайки ВО №1 ОЖ этими СВ отключается от РД.

Контактами МКП1-8 включается КМ №2 . Контакты МКП1-8 включаются через несколько секунд после замыкания МКП1-4, которые включают реле МКП2. К этому времени Контакты МКП2-1 успевают замкнуться , реле 21к срабатывает и замыкает свои контакты 21к-1 в цепи управления КМ №2 . Контакты МКП1-10 в конце оттаивания ВО №1 размыкаются и СВ ΨА13 закрывается .С этого момента начинается вытеснение жидкости из РД и в этом режиме ΨА13 должен быть закрыт , что и обеспечивается данной схемой.

Итак , оттаивание ВО №1 длится полчаса (от 23,5 до 24 часа). После окончания 24 часа от начала включения МКП1 - это реле своими контактами МКП1-12 себя выключает. В момент выключения МКП1 (конец оттаивания ВО №1) остается замкнутой всего одна пара его контактов , а именно МКП1-5. Этими контактами Включено СВ ΨА2 , установленный на паровой линии ВО №1 . При работе КМ №2 с ВО №1 пар откачивается (давление должно быть в ВО №1 и №2 в этом режиме одинаковым).

При оттаивании ВО №1 должен работать КМ №2 (КМ №1 выключен) , водяной насос и вентилятор КД . Поэтому в данном разделе рассмотрим также работу

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		23

КМ №2 на протяжении времени оттаивания ВО №1 . Как уже говорилось , в момент начала оттаивания ВО №1 на непродолжительное время замыкаются контакты МКП2 , то есть на протяжении получаса одновременно работают реле МКП1 и МКП2 , потом МКП1 выключается , а МКП2 продолжает работать на протяжении суток.

Рассмотрим работу МКП2 на протяжении первого получаса. В момент включения МКП2 замкнуты только его контакты МКП2-5. Через них питается СВ ΨА6 , установленный на выходе пара из ВО №2. Через несколько секунд после включения МКП2 его контакты замыкаются в соответствии с циклограммой , которая приведена на рис.3.4 .

Контактами МКП2-1 включается реле 21к , которое своими контактами 21к-1 включает КМ №2 (контакты МКП 1-8 на время оттаивания ВО №1 замкнуты).

Контактами МКП2-2 включается вентилятор №2 ВО №2 (водяной насос и вентилятор КД включены контактами МКП1-3).

Контактами МКП2-5 включенный СВ ΨА6.

Контакты МКП2-7 замкнуты , а МКП2-11 разомкнуты, поэтому СВ ΨА10 и ΨА11 закрыты(оттаивается ВО №1).

После окончания оттаивания ВО №1 контакты МКП1-3 в цепи водяного насоса размыкаются , но насос не выключается , потому, что сразу после этого начинается опорожнение РД (при этом КМ №2 и водяной насос должны находиться в работе).

Контакты МКП1-5 замыкаются и включается СВ ΨА2.

Контакты МКП1-6 обеспечивают СВ ΨА1 т ΨА4.

Контакты МКП1-8 в цепи КМ №2 размыкаются , но КМ №2 должен продолжать работать , потому что сразу после оттаивания ВО №1 начинается опорожнение РД.

Итак , на этом оттаивание ВО №1 закончено. Реле МКП1 выключено при этом замкнута всего одна пара его контактов МКП1-5 , через которые питается СВ ΨА2.

3.4.6 Опорожнение РД и нормальная работа КМ №2.

Итак , МКП1 и МКП2 работали одновременно полчаса. Через полчаса реле

МКП1 выключилось , реле МКП2 через полчаса замкнуло свои контакты МКП2-9 . И так в процессе оттайки ВО №1 находились в работе реле МКП1 и МКП2. Опорожнение РД осуществляется при помощи реле МКП2 . так , контактами МКП2-9 включается промежуточное реле 24к (жидкость в РД после оттаивания ВО №1 имеется и контакты 45б замкнуты) и 25к. Контактными 24к-1 включается СВ ΨА9 и ΨА12 , то есть создается путь для вытеснения жидкости из РД горячим паром аммиака. Контактными 24к-2 (контакты 21к-1 замкнуты) включается КМ №2. Контактными 24к-3 включается водяной насос и вентилятор КД. Контактными 25к-1 и 25к-2 обрывается параллельные участки цепей управления КМ №2, водяного насоса , вентилятора КД. Контакты МКП2-10 и МКП2-11 разомкнуты и СВ ΨА10, ΨА11 и ΨА13 обесточены. И так , в процессе опорожнения РД КМ №2 , водяной насос и вентилятор КД работают и в схему включен только ВО №2. При этом СВ ΨА10, ΨА11, ΨА13, ΨА3 , ΨА4, ΨА1, ΨА5, ΨА8 закрыты, а ΨА2, ΨА7, ΨА6, ΨА9 и ΨА12 открыты. Горячим паром , который подается с линии нагнетания КМ №2 через ΨА9 в РД, осуществляется вытеснения жидкости из РД через ΨА12 и ΨА7 в ВО №2 . Откачивание пара осуществляется КМ №2 из ВО №1 и №2 через ΨА2 и ΨА6.

В процессе опорожнения РД можно наблюдать следующие случаи:

- время выдержки на опорожнения РД не закончилось , то есть контакты МКП2-9 еще не разомкнуты , а РД опорожнился и контакты 45б разомкнуты . При этом реле 24к обесточено, а 25к продолжает быть включенным. Контактными 24к-1 обесточивается ΨА9 , ΨА12 и таким образом горячий пар в РД не попадает и из него не может попасть в ВО №2. Контактными 24к-2 выключается КМ №2 , контактами 24к-3 водяной насос и вентилятор КД . Они не будут включатся до тех пор , пока не разомкнутся контакты МКП2-9 . СВ ΨА13 остается закрытым.

Контакты 25к-1 и 25к-2 не позволяют включатся КМ №2 , водяному насосу и вентилятору КД по параллельным цепям.

По окончании выдержки на опорожнение РД контакты МКП2-9 разомкнутся , обесточится реле 25к и замкнет свои контакты 25к-1 и 25к-2 в цепях управления КМ №2 , водяным насосом и вентилятором КД . Сейчас их включение зависит от температуры воздуха в камере , то есть если контакты 23б замкнутся , то они вклю-

чатся и будут работать до размыкания контактов 23б, то есть до снижения температуры воздуха в камере до нижнего предела заданного диапазона. Заметим , что одновременно с размыканием контактов МКП2-9 замкнутся контакты МКП2-10 и МКП2-11. Это приведет к открытию СВ ΨА10 , ΨА11 и ΨА13.

Далее происходит нормальная работа установки в автоматическом режиме , то есть камерное реле температуры своими контактами 23б включает и выключает КМ №2 , водяной насос и вентилятор КД. При выключении КМ №2 контактами 2к-КМ выключается СВ ΨА7 на подаче жидкости в ВО №2 .Тем самым исключается заполнение жидким аммиаком ВО №2 (СВ ΨА13 открытый) при не работающем КМ №2 . При включении КМ №2 контактами 2к-КМ включается ΨА7 через КТ2-1 и реле времени КТ . которое через некоторое время размыкает свои контакты КТ2-1 и с этого момента при работающем КМ №2 СВ ΨА7 управляет РРТ своими контактами 24а. Реле времени в этой цепи использовано для того, чтобы исключить следующее . При не работающем КМ №2 температура в камере может быть равной нулю и РРТ будет удерживать СВ ΨА7 некоторое время закрытым при включении КМ №2. Особенно это недопустимо при включении в работу оттаяного ВО №2 , поскольку РРТ может не сработать (перегрев отсутствует) и работа установки будет ненормальной. При пуске КМ и присутствие в ВО жидкости этот узел является лишним.

- контакты МКП2-9 разомкнуты , а 45б остался замкнутым , то есть время опорожнения прошло , и РД не опорожнился . Этого нельзя допускать потому, что РД будет постепенно заполняться . На это следует обратить внимание при наладке автоматики.
- контакты МКП2-9 и 45б разомкнулись одновременно - это оптимальный вариант , но при наладке автоматики рекомендуется реализовать пункт первый.

3.3. ОТТАИВАНИЕ ВО №2.

Через 23,5 часа после включения МКП2 начинается оттаивания ВО №2 . При этом , во-первых, должен выключиться КМ №2 и вентилятор №2 , а КМ №1 и вентилятор №1 должен включиться потому, что горячий пар с линии нагнетания КМ №1

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		26

должен оттаивать ВО №2 . Для этого соответствующие СВ переключают таким образом. Через 23,5 часа работы реле времени МКП2 происходит переключение его контактов (см. рис. 3.4).

Контактами МКП2-1 обесточено промежуточное реле 21к и своими контактами 21к-1 выключает КМ №2 , контактами 21к-2 обрывает одну из цепей управления водяным насосом и вентилятором КД . Контактами 2к-КМ магнитного пускателя КМ 32 обесточено СВ ΨА7 , и также реле времени КТ2.

Контактами МКП2-3 приблизительно на полчаса включают водяной насос и вентилятор КД. Они должны работать эти полчаса , а также КМ №1 и вентилятор №1 потому, что в это время происходит оттаивание ВО №2.

Контактами МКП2-4 включается моторное реле времени МКП1. И так за полчаса до выключения реле МКП2 включается реле МКП1. После включения МКП1 происходит замыкание его контактов МКП1-12, которые шунтируют контакты МКП2-4, которые через несколько минут размыкаются.

Контактами МКП2-4 обесточивается газовый СВ ВО №2 и закрывается потому, что этот ВО должен оттаивать.

Контактами МКП2-6 включается СВ ΨА5 иΨА8 , так как через них и ВО №2 циркулирует горячий пар.

Контактами МКП2-7 обесточивается СВ ΨА10 иΨА11 , и этим самым РД соединяется с ОЖ на время оттайки ВО №2.

Контактами МКП2-8 включается КМ №2 (и тут действует блокирование , то есть сначала включается водяной насос с вентилятором КД, а только потом КМ №1) при замкнутых контактах 20к-1.

Реле МКП1 , которое включилось за полчаса до включения реле МКП2, переключает свои контакты (рис 3.3).

Контактами МКП1-1 включается промежуточное реле 20к , которое своими контактами 20к-1 включает КМ №1 при замкнутых контактах МКП2-8 , а контактами 20к-2 подготавливает одну из цепей водяным насосом и вентилятором КД.

Контактами МКП1-2 включается вентилятор №1 и ВО №1 .

Контактами МКП1-5 включается СА ΨА2 на газовой линии ВО №1.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	27
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

Контактами МКП1-7 Подготавливается цепь для включения СВ ΨА10 и ΨА11 (контакты МКП1-11 пока что разомкнуты). которые на время оттайки ВО №2 остаются закрытыми. После завершения оттаивания ВО №2 реле времени МКП2 обесточивается контактами МКП1-12 , а МКП1 уже находится полчаса в работе.

В реле МКП2 размыкаются контакты МКП2-3 в цепи управления водяным насосом и вентилятором КД.

Контакты МКП2-5 перед выключением МКП2 замыкаются и включают СВ ΨА6 и этим самым газовая линия ВО №2 соединяется с всасывальной линией КМ №1.

Контакты МКП2-6 размыкаются и обесточивают СВ ΨА5, ΨА8 и тем самым проток горячего пара ВО №2 прекращается , то есть оттаивание завершается .

Контактами МКП2-8 выключается КМ №1.

Контактами МКП2-10 обесточивает и закрывает СВ ΨА13 , то есть с этого момента начинается опорожнение РД.

Этим цикл работы схемы заканчивается , то есть начало ее работы было рассмотрено с момента включения МКП1.

Итак , в установленном режиме работы схемы моторное реле времени МКП осуществляет:

- опорожнение РД;
- нормальную работу КМ №1(ВО №1) при работе термореле 19б;
- оттаивание ВО №1.

Реле времени МКП2 осуществляет:

- опорожнение РД;
- нормальную работу КМ №2(ВО №2) при работе термореле 23б;
- оттаивание ВО №2.

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПУЛЬТА АВТОМАТИЗАЦИИ КОМПРЕССОРА ПАК-11

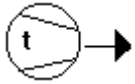
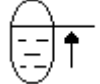
4.1. Конструктивно пульт выполнен в виде двух узлов : электронно-релейного блока (ЭРБ) и соединительного устройства СУ, электрически соединяемых штепсельными разъемами.

4.2. ЭРБ представляет собой панель ,на задней стороне которой установлена электронно-релейная аппаратура и винт заземления. На передней стороне панели расположены органы управления (кнопки, тумблера) и световая сигнализация(цифровой индикатор и нанесенные рядом с ним условные символы).

Расшифровка сигналов цифрового индикатора приведена в табл. 4.1

Таблица 4.1

Цифра индикатора	Условный символ	Расшифровка сигнала
0		Подготовка схемы
1		Отсутствие протока охлаждающей воды

2		Высокое давление нагнетания
3		Высокая температура нагнетания
4		Высокий уровень жидкого хладагента в отделителе жидкости
5		Низкая разность давлений масла в системе смазки
6	РЕЗЕРВ	Резервный вход

4.3. СУ представляет собой корпус пульта , внутри которого размещены выходные блоки зажимов и узел заземления.

4.4. ЭРБ крепится к СУ четырьмя винтами, один из которых пломбируется.

4.5. Пульт может быть установлен на приборном щитке компрессора (агрегата) , на стене помещения , на опорной колонне , либо на центральном щите автоматики и крепится четырьмя опорными винтами №8.

4.6. Габаритный чертеж пульта ПАК-11 приведен в приложении

4.7. Пульт обеспечивает в соответствии с электрической принципиальной схемой (приложение) работу компрессора в одном из следующих режимов управления:

автоматическом-

ручном (с функционированием автоматической

защиты)-



Требуемый режим устанавливается тумблером SB2(“1”).

4.8. В автоматическом режиме управления компрессором осуществляется по команде , поступающей от соответствующего командоаппарата КА (регулятора температуры, давления и пр.) , а в ручном - от кнопок SB1(“0”) и SB2 (“1”) , расположенных на фасаде пульта.

4.9. Независимо от режима управления включение компрессора в работу происходит после нажатия пусковой кнопки SB2(“1”).

4.10. Работа схемы в режиме ручного управления .

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		30

4.10.1. При нажатии кнопки SB2 включается реле К8 и К9 . При этом : включаются и становятся на самопитание реле К1 и К7; подготавливается к включению пускатель К2 и реле времени КТ1; на цифровом индикаторе Н загорается цифра “0”, сигнализирующая готовность схемы; подготавливаются цепи подачи обобщенного сигнала “ Авария” и подачи команды на включение маслососа (при управлении винтовым компрессором).

4.10.2. Реле К1 контактом 61-63 посылает команду на включение электропривода маслососа М2 (приложение) .При появлении разности давлений масла в системе смазки компрессора замыкаются контакты датчика - реле разности давлений РРД (5-31) и включается реле К4, которое замыкает контакты 17-19 , 43-45 и размыкает контакт 43-51.

4.10.3. Нажатием местной кнопки SB3(приложение) перемещают золотник в сторону открытия (уменьшения производительности компрессора). При полном открытии золотника замыкается контакт конечного выключателя В5(15-17).

4.10.4. При замкнутых контактах В5(15-17) и К4(17-19) включаются пускатель К2 и реле времени КТ1.

Пускатель К2 размыкающим контактом 5-27 отключает электромагнитный вентиль байпаса ЧА2 (при управлении поршневым компрессором с байпасом) , а замыкающими контактами 69-71 и 1-27 включает соответственно электропривод компрессора (приложение) и электромагнитный вентиль подачи охлаждающей воды ЧА1 . При появлении протока охлаждающей воды замыкается контакт датчика реле протока РП (45-47).

Реле времени КТ1 с заданной выдержкой времени замыкает свой контакт 19-21 в цепи катушки реле К3 , которое переключающим контактом 47-43-51 вводит в действие защиты “ по воде “ и “ маслу” , а замыкающим контактом 77-79 посылает команду на автоматическое включение ступени низкого давления (СНД) при работе агрегата в системе двухступенчатого сжатия.

4.10.5. После пуска компрессора , нажатием местной кнопки SB4 (приложение) . перемещает золотник в сторону закрытия до достижения заданной производительности компрессора.

4.11. Работа схемы в режиме автоматического управления .

4.11.1 При замыкании контакта КА (5-7) после предварительного нажатия кнопки SB2 . включается реле К1 . Далее схема работает аналогично описанному в п.п. 10.1-10.5 с той лишь разницей , что управление электроприводом золотника осуществляется автоматически от соответствующих блокконтактов КМ №1 (29-1 и 29-91) контактора электродвигателя компрессора.

4.12. Останов агрегата в любом режиме управления осуществляется нажатием кнопки SB1 в цепи 1-3.

При этом отключается компрессор , маслонасос и электромагнитный вентиль ΨА1 и включается электромагнитный вентиль байпаса ΨА2 . При остановке агрегата с винтовым компрессором , работавшим в режиме автоматического управления , поступает команда на открытие золотника . Кнопка SB1 размыкает одновременно свой контакт в цепи 73-75, отключающий другую ступень при работе в составе агрегата двухступенчатого сжатия.

4.13. Независимо от режима управления схемой предусмотрены защита с сигнализацией причин останова компрессора от следующих аварийных ситуаций :

- отсутствия протока охлаждающей воды;
- высокого давления нагнетания;
- высокой температуры нагнетания ;
- высокого уровня жидкого хладагента в отделителе жидкости ;
- низкой разности давления масла.

Кроме того предусмотрен один резервный вход (при использовании резервного входа следует снять перемычку 47-53 и вместо нее подключить размыкающий контакт соответствующего датчика - реле , а его замыкающий контакт подключить к проводам 47-39).

4.14. При срабатывании любого датчика - реле защиты происходит отключение компрессора . При этом на цифровом индикаторе высвечивается цифра , которой соответствует определенный символ , показывающий причину аварийного останова . Одновременно на центральный щит автоматики выдается обобщенный сигнал “Авария”.

Так . например , при повышении давления нагнетания выше заданного допустимого значения срабатывает датчик - реле РД, который размыкающим контактом 5-33 отключает реле К7-К9 , а замыкающим контактом 5-35 - включает реле К5, которое становится на самопитание. Теряют питание катушки реле К2, К3 и КТ1 . Останавливаются маслonaсос и компрессор , закрывается электромагнитный вентиль ЧА1 и открывается ЧА2. Через контакты К9(5-207) - К1 (207-209) - К7(209-211) - К6 (211-213) К5 (213-215) поступает питание на катод 2 цифрового индикатора Н . При этом на индикаторе загорается цифра “2” , которой соответствует символ на фасаде пульта . Одновременно через контакты К1(61 -63) и К8(63-65) на центральный щит автоматики поступает  обобщенный сигнал “Авария”.

4.15. После устранения неисправности сброс аварийного светового сигнала осуществляют кратковременным отключением тумблера “Сеть”.

4.16 . Повторный пуск компрессора после аварийного останова возможен только после нажатия кнопки SB2.

4.17 Подготовка пульта к работе.

4.17.1. Провести внешний осмотр пульта.

4.17.2. Установить пульт на место эксплуатации и подключить его в соответствии со схемой подключения кабелей.

4.17.3. Подать питание на пульт.

4.17.4 Включить тумблер “Сеть”.

4.18 Порядок работы.

4.18.1 Работа в режиме с ручным управлением.

4.18.1.1 Установить тумблер выбора режима управление в положение

4.18.1.2. На-  жать пусковую кнопку “1” . При этом на цифровом индикаторе высвечивается цифра “0”.

4.18.1.3. При управлении агрегатом с поршневым компрессором одновременно с нажатием пусковой кнопки “1” включается маслonaсос, а затем , при установке золотника в положение , соответствующее минимальной производительности, включается компрессор. Перемещение золотника осуществляется осуществляют в

ручную с помощью местных кнопок “SB3”(уменьшение производительности) и “SB4” (увеличение производительности).

После пуска компрессора золотник устанавливают в положение , соответствующее требуемой производительности.

4.18.1.5. Останов компрессора осуществляют нажатием кнопки “0”.

4.18.2. Работа в режиме автоматического управления.

4.18.2.1. Установить тумблер выбора режима в положение



4.18.2.2. Нажать пусковую кнопку “1” . При этом на цифровом индикаторе высвечивается цифра “0”.

4.18.2.3. После нажатия пусковой кнопки “1” пуск и останов компрессора осуществляются автоматически от командной командоаппарата.

4.18.2.4. Принудительный останов компрессора осуществляется нажатием стоповой кнопки “0”.

4.18.3. Перевод с одного режима на другой может осуществляться при работающем компрессоре.

4.18.4. Сброс аварийного светового сигнала после устранения неисправности осуществляется кратковременным отключением питания пульта тумблером “Сеть “.

5. РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ В ХОЛОДИЛЬНОЙ КАМЕРЕ

Расчет будем производить на основании [7]. В инженерной практики принято промышленные холодильные камеры описывать линейным дифференциальным уравнением 1-го порядка с постоянными коэффициентами. Камеры являются весьма инерционными объектами. Так, например, постоянная времени T рассматриваемой холодильной камеры равна 100 ч.

Однако промышленные холодильные камеры фактически являются многоемкостными объектами и более точно их следует описывать дифференциальными уравнениями выше первого порядка с тем, чтобы проверить насколько целесообразна их аппроксимация дифференциальными уравнениями первого порядка.

В [7] предлагается описывать холодильную камеру линейным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами:

$$T_1 * T_2 \frac{d^2 \Delta t}{d\tau^2} + (T_1 + T_2) \frac{d\Delta t}{d\tau} + \Delta t = \Delta t_y$$

Используя уравнение (1) и, пренебрегая запаздыванием объекта, проводили исследования двухпозиционной системы регулирования в холодильной камере. Расчет проводили методом Рунге - Кутты (исходный текст программы приведен в приложении).

Метод Рунге - Кутты предназначен для дифференциального уравнения второго порядка вида (с учетом того, что Δt_y изменяет свое значение в зависимости от того работают компрессоры или происходит нагрев воздуха в камере за счет естественного притока тепла, или же при отрицательных температурах окружающей среды когда воздух в камере искусственно подогревается за счет нагревательных эле-

ментов или температура в камере падает за счет естественного оттока тепла через стены камеры)

$$\Delta t'' = \frac{d^2 \Delta t}{d\tau^2} = F(\tau, \Delta t, \Delta t', \Delta t_y),$$

имеющий погрешность $R \sim (h^5)$, реализовался с помощью следующих формул [8]:

$$K_1 = h * F(\tau_i; \Delta t_i; \Delta t'_i; \Delta t_{yi});$$

$$K_2 = h * F(\tau_i + (h/2); \Delta t_i + (h/2) * \Delta t'_i + (h/8) * K_1; \Delta t'_i + (K_1/2); \Delta t_{yi});$$

$$K_3 = h * F(\tau_i + (h/2); \Delta t_i + (h/2) * \Delta t'_i + (h/8) * K_1; \Delta t'_i + (K_2/2); \Delta t_{yi});$$

$$K_4 = h * F(\tau_i + h; \Delta t_i + h * \Delta t'_i + (h/2) * K_3; \Delta t'_i + K_3; \Delta t_{yi});$$

$$\Delta t_{i+1} = \Delta t_i + h * [\Delta t'_i + (K_1 + K_2 + K_3)/6];$$

$$\Delta t'_{i+1} = \Delta t'_i + (K_1 + 2 * K_2 + 2 * K_3 + K_4)/6$$

Расчет проводился на участке от 0 ч до 200 ч при следующих начальных условиях:

$$\Delta t_0 = \Delta t_0;$$

$$\Delta t'_0 = 0.$$

Вариант 1. $T_1 = 100$ ч, $T_2 = 10$ ч, заданный диапазон $0,5 - 1$ °С, установившаяся температура при ее росте 10 °С и установившаяся температура при ее снижении минус 3 °С. При этом были получены следующие результаты: фактический диапазон поддержания температуры составил $0,45 - 1,25$ °С, а период колебаний $54,2$ часа. График переходного процесса и протокол работы приведен в приложении.

При описании холодильной камеры линейным дифуравнением первого порядка следующего вида:

$$T \frac{d\Delta t}{d\tau} + \Delta t = \Delta t_y$$

провели аналогичные исследования системы двухпозиционного регулирования, т.е. полагали $T = T_1 + 2 * T_2 = 120$ ч, а остальные данные были такими же, как и в

варианте 1 . При этом температура поддерживалась в заданном диапазоне (запаздыванием пренебрегали), а период колебаний составил 22,5 ч .

Из приведенных данных следует , что фактический диапазон поддержания температуры при более точном математическом описании холодильной камеры увеличивается в 1,6 раза а период колебаний возрастает в 2,5 раза . Следовательно для приведенных исходных данных рассматривать камеру в упрощенном варианте не следует .

Вариант 2. $T_2 = 0,5$ ч , а остальные данные аналогичны варианту 1 . По данному варианту получили , что температура поддерживается в заданном диапазоне , а период колебаний составил 21,3 ч . Исследования в упрощенном объекте ($T = 101$ ч) показало , что период колебаний получился равным 19 ч . Как видим , для варианта 2 аппроксимация холодильной камеры апериодическим звеном первого порядка вполне допустима.

Вариант 3 . Поддержание рабочей температуры в камере происходит за счет работы электронагревателей при $T_1 = 100$ ч , $T_2 = 15$ ч , заданный диапазон $0,5 - 1$ °С, установившаяся температура при ее росте 4 °С и установившаяся температура при ее снижении минус 5 °С . При этом были получены следующие результаты : фактический диапазон поддержания температуры составил $0,307 - 1,082$ °С , а период колебаний 73 часа .График переходного процесса и протокол работы приведен в приложении .

Вариант 4 . $T_2 = 1.5$ ч , а остальные данные аналогичны варианту 3. По данному варианту получили , что температура поддерживается в заданном диапазоне , а период колебаний составил 30,3 ч . Исследования в упрощенном объекте ($T = 103$ ч) показало , что период колебаний получился равным 29 ч . Как видим , для варианта аппроксимация холодильной камеры апериодическим звеном первого порядка вполне допустима.

Как мы можем видеть из рассмотренного выше целесообразно производить аппроксимацию холодильной камеры апериодическим звеном первого порядка только в тех случаях когда постоянная времени T_2 составляет не более чем $0,01...0,025 T_1$ то есть ее влияние на качество переходного процесса - несущественно .

В случае , когда постоянная времени T_2 составляет $0,1T_2$ то эта аппроксимация приводит к значительным погрешностям при расчетах , что недопустимо в современной инженерной практике .

На основании вышеизложенного можно сделать следующий вывод: в современной инженерной практике при использовании средств вычислительной техники необходимо для повышения точности расчетов рассматривать промышленную холодильную камеру , как апериодическое звено второго порядка (при $T_2 > 0,01...0,025 T_1$)

6. ТЕХНИКО - ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНВАНИЕ ПРОЕКТА

6.1 Расчет капитальных вложений

6.1.1 Стоимость строительного объема камеры($K_{зд}$)

$K_{зд} = V_{зд} * C_{зд}$, где

$V_{зд}$ - объем строительный модуля m^3

$C_{зд}$ - стоимость 1 m^3 строительства

$K_{зд} = 6 * 18 * 6 * 40 = 25920$ грн.

6.1.2 Стоимость оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Количество	Стоимость за ед., грн.	Суммарная стоимость, грн.
-------	------------------------------	------------	---------------------------	------------------------------

Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	HTTP://BNBARS.MOY.SU	38

1	Компрессор (55кВт)	2	2100	4200	
2	Конденсатор	1	1600	1600	
3	Градирня ТВ-20	1	800	800	
4	Воздухоохладитель ВОП- 50	2	1300	2600	
5	Вспомогательное оборудование	2	1000	2000	
Итого				10200	
Транспортные расходы (10%)				1020	
Итого				11220	
Монтаж(10%)				1120	
КИП, автоматика (7%)				785	
Специальные работы(1%)				112	
Итого				13237	
Суммарные капитальные затраты составят 36160 грн.					
6.2 Расчет эксплуатационных расходов (расчет себестоимости холода)					
Себестоимость холода для проектируемого модуля рассчитываем методом калькулирования себестоимости 1000 кДж холода.					
Расчет выполняем по следующим статьям калькуляции :					
1. Вспомогательные материалы					
2. Электроэнергия					
3. Вода					
4. Зарботная плата производственных рабочих .					
5. Отчисления по зарботной плате					
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	
HTTP://BNBARS.MOY.SU					39

6. Цеховые работы

6.2.1 Расчет затрат по статье “Вспомогательные материалы”

Включает расходы на холодильный агент , смазочные материалы , ветошь.

а) Расчет стоимости годового потребления хладагента

$$C_{2a}=q_a * S_a , \text{ где}$$

q_a - годовое потребление аммиака;

S_a - стоимость 1 т аммиака ,грн. (принимаем 4000 грн.)

$$q_{2a}=q_a' + q_a'', \text{ где}$$

q_a' - эксплуатационное годовое потребление хладагента ,т

q_a'' - годовой расход хладагента при ремонте.

$$C_{2a} = 4000 * 0.21 = 840 \text{ грн.}$$

б) Расчет стоимости смазочных материалов за год :

$$C_{\text{см.м.}} = q_m * S_m = 0,321 * 4100 = 1316 \text{ грн.}$$

где q_m - годовое потребление смазочных материалов , т;

S_m - стоимость одной тонны масла ХА - 30 , грн.(принимаем 4100 грн./т)

$$q_m = q_{\text{ц}} * n_{\text{ц}} * t * T = 4 * 10^{-2} * 22 * 365 = 321,2 \text{ кг} = 0,321 \text{ т}$$

где $n_{\text{ц}} = 4$ - количество цилиндров

$q_{\text{ц}}$ - норма массового расхода масла на один цилиндр , кг ;

t - число часов работы в сутки , час;

T -количество рабочих дней в году.

в) Стоимость использованной ветоши составляет 100 грн.

Итого (по вспомогательным материалам):2256 грн.

6.2.2 Расчет затрат по статье “Электроэнергия “ выполняем по формуле :

$$C_{\text{т.э.}} = q_{\text{э}} * a_{\text{э}} ,$$

где $a_{\text{э}}$ - стоимость 1 кВт*ч ,грн.(принимаем 0,12грн/кВт*ч).

$q_{\text{э}}$ - годовое потребление электроэнергии кВт*ч, определяем в зависимости от годовой холодопроизводительности :

$$q_{\text{э}} = \frac{Q_{\text{г}}}{4190} = \frac{0,37 * 2,5 * 10^9}{4190} = 22070 \text{ кВт*ч}$$

Годовая холодопроизводительность

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	40
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		

$$Q_{\Gamma} = \sum Q * t * T * 3600,$$

где Q - холодопроизводительность компрессоров в рабочем режиме ,кВт;

t - число часов работы компрессоров в сутки ;

T - число рабочих дней в году .

$$Q_{\Gamma}=2*6,5*18*300*3600=2,5*10^8 \text{ кДж}$$

$$C_{\text{т.э.}} = 0,12 * 22070 = 2648,4 \text{ грн.}$$

6.2.3 Расчет затрат по статье “Вода “.

Стоимость годового потребления воды определяем по следующей формуле :

$$C_{\text{т.в.}} = a_{\text{в}} * q_{\text{в}}$$

где $a_{\text{в}} = 0,5$ грн, стоимость 1м^3 воды ;

$q_{\text{в}}$ - годовое потребление воды , м^3 ;

$$q_{\text{в}} = q'_{\text{в}} * \frac{Q}{4190}, \text{ где}$$

$q_{\text{в}}$ - норма расхода воды на 4090 кДж холода;

$$q_{\text{в}} = 0.035 * (2.5 * 10^8) / 4190 = 2080 \text{ м}^3$$

$$C_{\text{т. в.}} = 0.5 * 2080 = 1040 \text{ грн.}$$

6.2.4 Расчет затрат по статье “Заработная плата производственных рабочих.”

Годовой фонд заработной платы определяем по формуле :

$$C_{\text{т.з.п.}} = \sum C_{\text{м}} * 11 * 1.08 * 1.5, \text{ где}$$

$C_{\text{м}}$ - прямой месячный фонд заработной платы , грн.;

11 - число рабочих месяцев в году;

1,5 - коэффициент , учитывающий размер премиальных доплат;

1,08 - коэффициент , учитывающий процент дополнительной заработной платы.

$$C_{\text{м}} = \sum k_i * c_i, \text{ где}$$

k_i - количество производственных рабочих i-го наименования ;

c_i - прямая заработная плата i- го рабочего в месяц по тарифу.

Для обслуживания оборудования модуля предполагается использовать одного машиниста - слесаря V- го разряда , среднемесячная зарплата которого составляет 150 грн.

$$Ст_{з.п} = 120 * 11 * 1,08 * 1,5 = 2138,4 \text{ грн.}$$

6.2.5 Отчисления по зарплате в фонд социального страхования и в фонд Чернобыля составят 49%(37% - отчисления в фонд социального страхования ,12% - отчисления в фонд Чернобыля)

$$C_{о.з.п.} = 2138,4 * 0,49 = 1047,8 \text{ грн.}$$

6.2.6 Расчет затрат по статье “Цеховые расходы”

Цеховые расходы включают в себя :

а) заработную плату цехового персонала;

№ п/п	Должность	Численность	Месячный фонд з.п.,грн	Годовой фонд з.п.,грн
1	Механик	1	190	3386

б) отчисления по заработной плате

$$C_{о.з.п.} = 3386 * 0,49 = 1659 \text{ грн.}$$

в) годовые амортизационные отчисления по зданию и оборудованию: $C_a = C_{a.об.} + C_{a.зд.}$, где

$C_{a.зд.}$ - амортизационные отчисления от стоимости здания,

$C_{a.об.}$ - амортизационные отчисления от стоимости оборудования,

$$C_{a.зд.} = K_{зд.} * H_{a.зд.} = 25920 * 0,028 = 725,8 \text{ грн}$$

$$C_{a.об.} = K_{a.об.} * H_{a.об.} = 13237 * 0,115 = 1522 \text{ грн}$$

$$C_a = 725,8 + 1522 = 2248 \text{ грн}$$

г) годовые затраты на текущий ремонт здания и оборудования ;

$$Ст_{рем.} = Ст_{рем.зд.} + Ст_{зем.об.}, \text{ где}$$

$Ст_{рем.зд.}$, $Ст_{зем.об.}$ - годовые расходы на текущий ремонт здания и оборудования соответственно ,

$$Ст_{рем} = K * H_{тек.рем.} = 39160 * 0,055 = 2154 \text{ грн.}$$

д) расходы по охране труда принимаем в размере 100 грн на одного человека соответственно они составят 200 грн;

е) расходы на содержание здания и оборудования в чистоте , отопление освещение принимаем в размере 1,5% от капитальных вложений $C_{с.д.}=39160*0,015=587$ грн . ;

ж) расходы на рационализацию и изобретение принимаем в размере 250 грн. на одного работника в год .Итого они составят 500 грн.;

з) расходы на малоценный и быстроизнашивающийся инвентарь принимаем в размере 0,2% от стоимости оборудования

$$C_{инв.} = 13237 * 0,002=30 \text{ грн. ;}$$

и) прочие расходы принимаем 0,5% от суммы предшествующих статей расходов:

$$C_{пр.}=30 \text{ грн.}$$

Результаты расчета цеховых расходов сводим в таблицу

№ п/п	Статья расходов	Суммы ,грн.
1	Заработная плата	3386
2	Отчисления по заработной плате	1654
3	Годовые амортизационные отчисления	2248
4	Годовые расходы на текущий ремонт	2154
5	Расходы по охране труда	200
6	Расходы на содержание здания и оборудования	587
7	Расходы на рационализацию	500
8	Расходы на малоценный и быстроизнашивающийся инвентарь	30
9	Прочие расходы	53,8
Итого		10812,8

Калькуляция себестоимости

№ п/п	Статья расходов	Сумма , грн.
-------	-----------------	--------------

1	Вспомогательные материалы	2256
2	Электроэнергия	2648,6
3	Вода	1040
4	Зарплата производственных рабочих	2138,4
5	Отчисления по заработной плате	1047,8
6	Цеховые расходы	10812,8
Итого		19942,2

Себестоимость 1000 кДж холода составит:

$$C_{1000} = \frac{C_{\text{хол}}}{Q_{\text{г}}} * 10^3 = \frac{19942,2}{2,5 * 10^8} * 10^3 = 0,080 \text{ грн.}$$

Суммарные издержки по эксплуатации модуля включают в себя:

- 1) Затраты на производство холода;
- 2) Естественную убыль продукта при хранении;
- 3) Затраты на электроэнергию потребляемую двигателями воздухоохладителей;
- 4) затраты на амортизацию и текущий ремонт - учтены ранее;
- 5) Прочие расходы - 1% от суммы вышеперечисленных затрат.

Расходы на электроэнергию составят:

$$Z_{\text{эл.}}' = n * N * t * T, \text{ где}$$

n - Число двигателей воздухоохладителей;

N - потребляемая мощность, кВт;

t - число работы двигателей в сутки;

T - число рабочих дней в году;

$$Z_{\text{эл.}}' = 4 * 3,5 * 10 * 300 * 0,12 = 5040 \text{ грн.}$$

Затраты на естественную убыль определим исходя из полной загрузки модуля контейнерами с яблоками. Количество заложенных на хранение яблок составит 92 т

.Норма естественной убыли за месяц хранения (со II декады октября по середину марта) составят 3,2 % . В стоимостном выражении это будет :

$$C_{\text{е.уб.}} = 92 * 0,032 * 260 = 736 \text{ грн.}$$

Суммарные издержки равны :

$$U = 19942 + 736 + 5040 + 250 = 25968 \text{ грн.}$$

Предполагаемую прибыль за год определим по формуле:

$$П_{\text{год}} = B - U - C_{\text{зак}} , \text{ где}$$

B - выручка от реализации яблок , грн;

U - годовые издержки по модулю , грн;

C_{зак} - цена закупленных для длительного хранения, грн.

$$B = (V_{\text{загр.}} - \epsilon) * C_{\text{реал.}} , \text{ где}$$

ε - естественная убыль яблок засрок хранения , т ;

V_{загр.} - количество заложенных на хранения яблок , т;

C_{реал} - реализационная цена 1т яблок , принимаем 800 грн/т.

$$B = (92 - 2,9) * 800 = 71280 \text{ грн.}$$

$$П_{\text{год}} = 71280 - 25968 - 23000 = 22312 \text{ грн}$$

Срое окупаемости капитальных затрат составит :

$$T = K/P = 39160 / 22312 \approx 1,7 \text{ года}$$

Коэффициент рентабельности

$$Kp = 1/T = 0,6$$

Исходя из технико - экономических показателей внедрения модуля является выгодным мереприятием .

Оринтировочно предполагаемая прибыль за год составит 22000 грн . Срок окупаемости модуля составит 1,7 лет , а коэффициент рентабельности равняется 0,6

Показатель	Холодильник	Предыдущий вариант	Внедряемый вариант
Средние потери за сезон хранения, %	6 - 8	4 - 6	4,8 - 6,4
Уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ, %	Срок хранения продукции	ограничен	особенностью
Капитальные вложения грн/т	600 - 800	1000 - 1400	400 - 460
Энергозатраты, грн / т	30 - 40	50 - 60	20 - 30
Продолжительность стороительства , монтажа, лет	2,5 - 3,5	1,2 - 1,8	0,6
Прибыль, грн / т			
Средняя цена за-купки - 600 грн/т	180 - 230	260 - 280	230 - 260

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 Электроосвещение.

Питание осветительной цепи осуществляется от группового щита ЩА-601-УЗ, который вмещает шесть выключателей АЕ1031 в группах.

Назначение групп такое :

- группа 1 - осуществляет питание освещения холодильной камеры;
- группа 2 - осуществляет питание освещения машинного отделения;
- группа 3 - осуществляет питание освещения платформы;
- группы 4, 5, 6 - резервные.

Групповой щиток расположен в машинном отделении.

1. Расчет освещения.

Расчет производим методом коэффициента использования светового потока.

Индекс помещения (i) определим по формуле:

$$i = \frac{A * B}{h * (A + B)};$$

где h- расчетная высота , м;

A,B - стороны помещения в плане, м

Принимаем высоту установления светильника $h_{св.} = 3,5$ м.

Высота рабочей площади $h_p = 0,8$ м.

Тогда расчетная высота $h = h_{св.} - h_p = 3,5 - 0,8 = 2,7$ м

$$i = \frac{6 * 18}{2,7 * (6 + 18)} = 1,66$$

Для установки принимаем светильники типа ППД.

Для светильника ППД и $i = 1,66$ - коэффициент использования светового потока (η) равняется $\eta = 0,44$.

Световой поток лампы F определим по формуле :

$$F = \frac{E * k * s * z}{n * \eta}$$

Е- освещенность ,лк;

k- коэффициент запаса;

s- площадь помещения ,м² ;

z- коэффициент , учитывающий размещение светильников;

n- количество светильников.

$$F = \frac{30 * 1,3 * 108 * 1,15}{8 * 0,44} = 1376 \text{ лм}$$

Принимаем лампу Р= 100 Вт , которая имеет F= 1350 лм.

Светильники следует подвешивать на кронштейнах типа С233.

1.2 Расчет освещения помещения машинного отделения .

Индекс помещения :

$$i = \frac{3 * 3}{2,7 * (3 + 3)} = 0,55$$

Коэффициент $\eta = 0,2$.

принимаем количество светильников n=4 , освещенность E=100 лак.

$$F = \frac{100 * 1,3 * 9 * 1,15}{4 * 0,2} = 1681 \text{ лм}$$

Принимаем лампу Р=150 Вт ,которая имеет F=2000 лм.

Светильники следует подвешивать на кронштейнах типа С233.

7.2 Расчет тока уставки автоматических выключателей группового щитка.

7.2.1 Расчет тока уставки группы №1.

Установлена мощность ламп $P_1 = 8 * 100 = 800$ Вт.

Рабочий ток I_1 равняется :

$$I_1 = P_1 / U = 800 / 220 = 3,64 \text{ А}$$

Принимаем ток уставки $I_{1y} = 6 \text{ А}$.

7.2.2 Расчет тока уставки группы №2.

Установлена мощность ламп $P_3 = 4 * 150 = 600$ Вт.

$$I_3 = 600 / 220 = 2,73 \text{ А}$$

Принимаем ток уставки $I_{3y} = 6 \text{ А}$

7.2.3 Расчет тока уставки группы №3.

Установлена мощность ламп $P_4 = 1 \cdot 200 = 200$ Вт.

$$I_4 = 200 / 220 = 0,9 \text{ А}$$

Принимаем ток уставки $I_{4y} = 6 \text{ А}$

ВЫВОДЫ

В результате произведенного проектирования была создана система автоматического регулирования охлаждения фруктов в фруктохранилище.

При проектировании автоматики был сделан акцент на использование отечественных комплектующих, что окажет положительный эффект на народнохозяйственный комплекс.

Расчеты переходных процессов в холодильной камере показали, что система автоматического контроля поддерживает температуру в камере в заданном диапазоне несмотря на колебания температуры внешней среды.

Был произведен технико - экономический расчет, в результате которого был получен положительный экономический эффект.

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		49

Суммируя вышеизложенное можно сделать вывод о целесообразности внедрения и применения холодильного модуля.

8. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Крылов Н.В. , Гришин Л. М. Экономика холодильной промышленности . М., Агропромиздат , 1987, 272 с .;
- 2 Холодильная техника . 1986 , № 11 , с. 2 -4 ;
- 3 Оценка и совершенствование условий холодильного хранения овощей . Янковский и др. , Сборник трудов ЛТИХП . Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов . Л., 1974 , вып. 2 , с. 125-132;
- 4 Комаров Н.С. Холод . М., Госиздат Министерства легкой и пищевой промышленности , 1953 , 704 с .;
- 5 Теплообменные аппараты , приборы автоматизации и испытания холодильных машин . Справочник . М., Легкая и пищевая промышленность , 1984, 245 с . ;
- 6 Ужанский В. С. Автоматизация холодильных машин и установок . М., Пищевая промышленность, 1973 , 296 с.
- 7 Придніпровський науковий вісник . 1998 №12 (79) .с 32 - 34.
- 8 Справочник по специальным функциям / Пер. с англ. ; Под ред. М.Абромовица и И.Стиган.- М.; Наука , 1979

9. ПРИЛОЖЕНИЕ

Исходный текст программы modul

```
program modul;
uses crt , graph;
const max=5000;{число точек}
    h=0.04; {шаг интегрирования}
    type work=object
    t,tv: array [0..max] of real    ;{t-температура,tv- скорость
                                   роста температуры }
    t1:real; {постоянная времени}
    t2:real; {постоянная времени}
    tur:real; {установившаяся температура при ее росте}
    tus:real; {установившаяся температура при ее снижении}
    maximum,minimum:real; {фактический диапазон регулирования}
    period:real;          {период колебаний}
    File_name:string;{Имя файла данных}
    constructor Init ; {инициализация параметров}
    procedure save;    {запись данных в файл}
    procedure count;   {расчет переходного процесса методом Рунге-Кутта}
    procedure setka_par;
    procedure show;{показ графика}
    procedure obrob;{обработка результатов расчета}
    function f(y,ys,tvar:real):real;
        end;
    constructor work.init;
var i:integer;
begin
    for i:=0 to max do
        begin
            tv[i]:=0;
            t[i]:=0;
        end;

    clrscr;
    write ('Введите постоянную времени T1=');
    readln(t1);
    write ('Введите постоянную времени T2=');
    readln(t2);
    write ('Введите начальную температуру в камере t0=');
    readln(t[0]);
    write ('Ввести установившеюся температуру при ее росте ');
    readln(tur);
    write('Ввести установившеюся температуру при ее снижении ');
    readln(tus);
    write ('Имя файла данных ');
```

```

        readln(File_name)
        end;
procedure work.save;
var file1:text;
    i:integer;
begin
    assign(file1,File_name);
    rewrite (file1);
    writeln(file1,'Исследование двухпозиционной системы регулирования');
    writeln(file1,'температуры в холодильной камере');
    writeln(file1,'Исходные данные');
    writeln(file1,'постоянные времени T1=',t1,' T2= ',t2);
    writeln(file1,'заданный диапазон 0.5-1 градус цельсия');
    writeln(file1,'полученный диапазон ',minimum:6:3,'-',maximum:6:3, 'градус
цельсия');
    writeln(file1,'период колебаний ',period:4:2,' часа');
    for i:= 0 to max do
        if (i mod 50)=0 then {сохраняется
        каждое 50-е значение}
        begin write (file1,(i*h):6:4);
        write (file1,tv[i]:10:5);
        writeln(file1,t[i]:10:5);
        end;

    close(file1);
end;
procedure work.count;
var
    k1,k2,k3,k4:real;
    i: integer;
    tvar1:real;
    rost:boolean ;{флаг состояния работы компрессоров (при rost=false)
    компрессоры работают и наоборот}
begin
    if t[0] < 0.5 then begin
        tvar1:= tur;
        rost:= true;
        end;
    if t[0]>1 then begin
        tvar1:=tus; {установка флагов}
        rost :=false;
        end;
    for i:=0 to max-1 do
        {длительность переходного процесса max * h = 5000*0.04 =200 часов}
        begin
            k1:=h*f(t[i],tv[i],tvar1) ;

```

```

k2:=h*f(t[i]+(h/2)*tv[i]+(h/8)*k1,tv[i]+k1/2,tvar1);
k3:=h*f(t[i]+(h/2)*tv[i]+(h/8)*k1,tv[i]+k2/2,tvar1);
k4:=h*f(t[i]+h*tv[i]+(h/2)*k3,tv[i]+k3,tvar1);
t[i+1]:=t[i]+h*(tv[i]+(1/6)*(k1+k2+k3));
tv[i+1]:=tv[i]+(1/6)*(k1+2*k2+2*k3+k4);
if (t[i+1]<=0.5) and (rost=false) then
    begin
        tvar1:=tur;
        rost:=true;
    end;
if (t[i+1]>=1) and (rost=true) then
    begin
        tvar1:=tus;
        rost:=false;
    end;
end;
end;
function work.f(y,ys,tvar:real):real ;
begin
    f:=(tvar-y-(t1+t2)*ys)/(t1*t2) ;
end;
procedure StartGraph;
var
    Driver, Mode: Integer;
begin
    Driver := Detect;
    InitGraph(Driver, Mode, "");
    Setbkcolor(white);
    End;
procedure Setka;
var
    i:integer;
begin
    ClearViewPort;
    setcolor(8);
    for i:=0 to 10 do
        begin
            line(round(GetMaxX*i/10),0,round(GetMaxX*i/10),GetMaxY);
            line(0,round(GetMaxY*i/10),GetMaxX,round(GetMaxY*i/10));
        end ;
    End;
End;
Procedure Work.Setka_par;
Var
    I,J:Integer;

```

```

St:String;
Jt:real;
dop : integer;
Begin
if t[0]>1 then dop:=0;
if t[0] <0.5 then dop :=-3;
settextstyle(0,1,2);
  outtextxy(round(0.05*GetMaxX),round(0.15*GetMaxY),'ТЕМПЕРАТУРА , C');
  settextstyle(0,0,1);
  for i:=0 to 9 do Begin
    jt:=h*max*i/10;
    str(jt:3:0,st);
    outtextxy(round(GetMaxX*i/10+8),round(GetMaxY/2+8),st)
  End;

settextstyle(0,0,2);
outtextxy(round(0.6*GetMaxX),round(0.8*GetMaxY)+5,'Время , час');
settextstyle(0,0,1);
j:=5+dop;
FOR i := 0 to 5 do begin
  str(j,st);
  outtextxy(5,round(GetMaxY*i/5+4),st) ;
  j:=j-1
end;

end;
procedure Work.Show ;
  Var i:integer;
  msx,msy:real;
  dop : integer;
  begin
    if t[0] >1 then dop:=0;
    if t[0] <0.5 then dop :=3;
    msx:=GetMaxX/max;
    Msy:=GetMaxY/5;
    for I:=1 to max do
      line (round(msx*(i-1)),
        round(GetMaxY-msy*(t[i-1]+dop)),
        round(msx*i),
        round(GetMaxY-msy*(t[i]+dop)))
    end;

procedure work.obrob;
var
i:integer;
begin  i:=0;

```

```

if t[0] >1 then begin
while tv[i]<=0 do
begin
minimum:=t[i]; {минимум функции}
i:=i+1
end;
period:=i;
while tv[i]>=0 do
begin
maximum :=t[i];
i:=i+1
end ;
while tv[i]<=0 do i:=i+1;
period:=h+(i-period);
end;
if t[0] <0.5 then begin
while tv[i] >=0 do
begin
maximum :=t[i];
i:=i+1;
end;
period:=i;
while tv[i]<= 0 do
begin
minimum:=t[i];
i:=i+1;
end;
while tv[i]>=0 do i:=i+1;
period:=h*(i-period)

```

```

end;end;
var a:work;
begin
with a do
begin
init;
count;
obrob;
save;
startgraph;
setka;
setka_par;
show;
repeat until keypressed;
end

```

end .

Протоколы работы :

Вариант №1

Исследование двухпозиционной системы регулирования

температуры в холодильной камере

Исходные данные

постоянные времени $T_1 = 1.0000000000E+02$ $T_2 = 1.0000000000E+01$

заданный диапазон 0.5-1 градус цельсия

полученный диапазон 0.448- 1.249градус цельсия

период колебаний 54.64 часа

0.0000	0.00000	5.00000
2.0000	-0.01435	4.98512
4.0000	-0.02582	4.94451
6.0000	-0.03493	4.88341
8.0000	-0.04211	4.80608
10.0000	-0.04773	4.71600
12.0000	-0.05206	4.61601
14.0000	-0.05536	4.50843
16.0000	-0.05780	4.39515
18.0000	-0.05955	4.27769
20.0000	-0.06075	4.15731
22.0000	-0.06149	4.03501
24.0000	-0.06186	3.91161
26.0000	-0.06194	3.78777
28.0000	-0.06178	3.66402
30.0000	-0.06142	3.54080
32.0000	-0.06092	3.41843
34.0000	-0.06030	3.29718
36.0000	-0.05959	3.17728
38.0000	-0.05880	3.05888
40.0000	-0.05796	2.94212
42.0000	-0.05707	2.82709
44.0000	-0.05616	2.71385
46.0000	-0.05522	2.60248
48.0000	-0.05427	2.49298
50.0000	-0.05331	2.38539
52.0000	-0.05236	2.27972
54.0000	-0.05140	2.17597
56.0000	-0.05045	2.07413
58.0000	-0.04950	1.97418
60.0000	-0.04856	1.87612
62.0000	-0.04764	1.77992
64.0000	-0.04672	1.68557
66.0000	-0.04582	1.59302

68.0000	-0.04493	1.50227
70.0000	-0.04406	1.41328
72.0000	-0.04320	1.32602
74.0000	-0.04236	1.24047
76.0000	-0.04153	1.15659
78.0000	-0.04071	1.07436
80.0000	-0.03991	0.99374
82.0000	-0.03913	0.91470
84.0000	-0.03835	0.83723
86.0000	-0.03760	0.76128
88.0000	-0.03686	0.68683
90.0000	-0.03613	0.61384
92.0000	-0.03541	0.54230
94.0000	-0.02524	0.47583
96.0000	-0.00312	0.44827
98.0000	0.01464	0.46043
100.0000	0.02884	0.50444
102.0000	0.04013	0.57384
104.0000	0.04904	0.66337
106.0000	0.05603	0.76873
108.0000	0.06143	0.88641
110.0000	0.06297	1.01332
112.0000	0.04322	1.11882
114.0000	0.02722	1.18870
116.0000	0.01429	1.22975
118.0000	0.00385	1.24751
120.0000	-0.00454	1.24652
122.0000	-0.01125	1.23048
124.0000	-0.01660	1.20243
126.0000	-0.02083	1.16483
128.0000	-0.02415	1.11970
130.0000	-0.02673	1.06870
132.0000	-0.02871	1.01317
134.0000	-0.03019	0.95420
136.0000	-0.03127	0.89268
138.0000	-0.03202	0.82934
140.0000	-0.03251	0.76476
142.0000	-0.03279	0.69942
144.0000	-0.03290	0.63371
146.0000	-0.03286	0.56793
148.0000	-0.03272	0.50234
150.0000	-0.01000	0.45948
152.0000	0.00911	0.45929
154.0000	0.02441	0.49339
156.0000	0.03661	0.55488

158.0000	0.04626	0.63812
160.0000	0.05384	0.73853
162.0000	0.05973	0.85235
164.0000	0.06424	0.97653
166.0000	0.04857	1.09288
168.0000	0.03155	1.17240
170.0000	0.01778	1.22124
172.0000	0.00666	1.24529
174.0000	-0.00228	1.24935
176.0000	-0.00945	1.23735
178.0000	-0.01517	1.21252
180.0000	-0.01970	1.17747
182.0000	-0.02327	1.13434
184.0000	-0.02605	1.08490
186.0000	-0.02819	1.03055
188.0000	-0.02981	0.97247
190.0000	-0.03100	0.91160
192.0000	-0.03184	0.84872
194.0000	-0.03240	0.78443
196.0000	-0.03274	0.71926
198.0000	-0.03289	0.65361
200.0000	-0.03289	0.58781

Вариант №2

Исследование двухпозиционной системы регулирования
температуры в холодильной камере

Исходные данные

постоянные времени $T_1 = 1.0000000000E+02$ $T_2 = 5.0000000000E-01$

заданный диапазон 0.5-1 градус цельсия

полученный диапазон 0.496- 1.023градус цельсия

период колебаний 21.16 часа

0.0000	0.00000	5.00000
2.0000	-0.07734	4.88026
4.0000	-0.07722	4.72493
6.0000	-0.07572	4.57198
8.0000	-0.07422	4.42204
10.0000	-0.07275	4.27507
12.0000	-0.07131	4.13102
14.0000	-0.06990	3.98981
16.0000	-0.06851	3.85141
18.0000	-0.06716	3.71574
20.0000	-0.06583	3.58276
22.0000	-0.06452	3.45241
24.0000	-0.06325	3.32465
26.0000	-0.06199	3.19941
28.0000	-0.06077	3.07665

30.0000	-0.05956	2.95633
32.0000	-0.05838	2.83838
34.0000	-0.05723	2.72278
36.0000	-0.05609	2.60946
38.0000	-0.05498	2.49838
40.0000	-0.05390	2.38951
42.0000	-0.05283	2.28279
44.0000	-0.05178	2.17818
46.0000	-0.05076	2.07565
48.0000	-0.04975	1.97514
50.0000	-0.04877	1.87663
52.0000	-0.04780	1.78006
54.0000	-0.04685	1.68541
56.0000	-0.04593	1.59264
58.0000	-0.04502	1.50170
60.0000	-0.04413	1.41256
62.0000	-0.04325	1.32518
64.0000	-0.04240	1.23954
66.0000	-0.04156	1.15559
68.0000	-0.04073	1.07330
70.0000	-0.03993	0.99265
72.0000	-0.03914	0.91359
74.0000	-0.03836	0.83609
76.0000	-0.03760	0.76013
78.0000	-0.03686	0.68568
80.0000	-0.03613	0.61270
82.0000	-0.03541	0.54116
84.0000	0.06852	0.52301
86.0000	0.09254	0.69798
88.0000	0.09117	0.88194
90.0000	-0.00686	1.02250
92.0000	-0.03898	0.95898
94.0000	-0.03880	0.88088
96.0000	-0.03804	0.80404
98.0000	-0.03729	0.72871
100.0000	-0.03655	0.65488
102.0000	-0.03583	0.58251
104.0000	-0.03512	0.51157
106.0000	0.08919	0.59169
108.0000	0.09215	0.77562
110.0000	0.09042	0.95824
112.0000	-0.03381	1.00238
114.0000	-0.03915	0.92614
116.0000	-0.03848	0.84845
118.0000	-0.03772	0.77225

120.0000	-0.03698	0.69755
122.0000	-0.03624	0.62433
124.0000	-0.03553	0.55257
126.0000	0.04518	0.50447
128.0000	0.09240	0.66844
130.0000	0.09146	0.85277
132.0000	0.02307	1.02047
134.0000	-0.03856	0.97145
136.0000	-0.03891	0.89337
138.0000	-0.03816	0.81628
140.0000	-0.03741	0.74072
142.0000	-0.03667	0.66664
144.0000	-0.03594	0.59404
146.0000	-0.03523	0.52287
148.0000	0.08509	0.56378
150.0000	0.09237	0.74615
152.0000	0.09070	0.92930
154.0000	-0.02833	1.01247
156.0000	-0.03917	0.93871
158.0000	-0.03860	0.86083
160.0000	-0.03784	0.78438
162.0000	-0.03709	0.70944
164.0000	-0.03636	0.63599
166.0000	-0.03564	0.56399
168.0000	0.00064	0.49642
170.0000	0.09188	0.63897
172.0000	0.09173	0.82350
174.0000	0.07995	1.00499
176.0000	-0.03764	0.98369
178.0000	-0.03902	0.90587
180.0000	-0.03828	0.82855
182.0000	-0.03753	0.75274
184.0000	-0.03678	0.67843
186.0000	-0.03606	0.60559
188.0000	-0.03534	0.53420
190.0000	0.07703	0.53773
192.0000	0.09251	0.71659
194.0000	0.09099	0.90026
196.0000	-0.01783	1.02006
198.0000	-0.03910	0.95127
200.0000	-0.03872	0.87323

Вариант №3

Исследование двухпозиционной системы регулирования
температуры в холодильной камере

Исходные данные

					HTTP://BNBARS.MOY.SU	
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		60

постоянные времени $T_1 = 1.0000000000E+02$ $T_2 = 1.5000000000E+01$

заданный диапазон 0.5-1 градус цельсия

полученный диапазон 0.307- 1.082градус цельсия

период колебаний 72.96 часа

0.0000	0.00000	-2.50000
2.0000	0.00803	-2.49176
4.0000	0.01490	-2.46865
6.0000	0.02076	-2.43283
8.0000	0.02573	-2.38621
10.0000	0.02993	-2.33043
12.0000	0.03346	-2.26693
14.0000	0.03641	-2.19696
16.0000	0.03885	-2.12163
18.0000	0.04084	-2.04187
20.0000	0.04245	-1.95852
22.0000	0.04373	-1.87229
24.0000	0.04471	-1.78380
26.0000	0.04545	-1.69360
28.0000	0.04597	-1.60214
30.0000	0.04630	-1.50984
32.0000	0.04647	-1.41704
34.0000	0.04650	-1.32405
36.0000	0.04641	-1.23111
38.0000	0.04622	-1.13846
40.0000	0.04595	-1.04628
42.0000	0.04559	-0.95472
44.0000	0.04518	-0.86394
46.0000	0.04471	-0.77404
48.0000	0.04420	-0.68512
50.0000	0.04365	-0.59726
52.0000	0.04308	-0.51052
54.0000	0.04247	-0.42497
56.0000	0.04185	-0.34064
58.0000	0.04122	-0.25757
60.0000	0.04057	-0.17579
62.0000	0.03991	-0.09531
64.0000	0.03925	-0.01614
66.0000	0.03859	0.06169
68.0000	0.03792	0.13819
70.0000	0.03726	0.21337
72.0000	0.03659	0.28722
74.0000	0.03593	0.35974
76.0000	0.03528	0.43096
78.0000	0.03463	0.50087
80.0000	0.03399	0.56949

82.0000	0.03336	0.63684
84.0000	0.03273	0.70293
86.0000	0.03211	0.76777
88.0000	0.03150	0.83138
90.0000	0.03090	0.89378
92.0000	0.03031	0.95499
94.0000	0.02690	1.01434
96.0000	0.01561	1.05657
98.0000	0.00589	1.07783
100.0000	-0.00246	1.08104
102.0000	-0.00962	1.06877
104.0000	-0.01574	1.04324
106.0000	-0.02095	1.00640
108.0000	-0.02537	0.95995
110.0000	-0.02910	0.90538
112.0000	-0.03222	0.84396
114.0000	-0.03482	0.77683
116.0000	-0.03697	0.70497
118.0000	-0.03872	0.62922
120.0000	-0.04012	0.55032
122.0000	-0.03703	0.47045
124.0000	-0.02736	0.40630
126.0000	-0.01899	0.36015
128.0000	-0.01177	0.32956
130.0000	-0.00555	0.31239
132.0000	-0.00020	0.30677
134.0000	0.00439	0.31109
136.0000	0.00832	0.32390
138.0000	0.01167	0.34398
140.0000	0.01451	0.37025
142.0000	0.01692	0.40175
144.0000	0.01894	0.43767
146.0000	0.02063	0.47728
148.0000	0.02202	0.51997
150.0000	0.02316	0.56520
152.0000	0.02409	0.61249
154.0000	0.02482	0.66142
156.0000	0.02539	0.71165
158.0000	0.02581	0.76287
160.0000	0.02611	0.81481
162.0000	0.02630	0.86724
164.0000	0.02640	0.91996
166.0000	0.02642	0.97280
168.0000	0.02082	1.02291
170.0000	0.01040	1.05387

172.0000	0.00143	1.06546
174.0000	-0.00627	1.06042
176.0000	-0.01286	1.04111
178.0000	-0.01848	1.00961
180.0000	-0.02326	0.96774
182.0000	-0.02730	0.91707
184.0000	-0.03070	0.85898
186.0000	-0.03353	0.79466
188.0000	-0.03589	0.72517
190.0000	-0.03782	0.65140
192.0000	-0.03938	0.57415
194.0000	-0.03990	0.49414
196.0000	-0.02985	0.42463
198.0000	-0.02115	0.37384
200.0000	-0.01364	0.33923

Вариант №4

Исследование двухпозиционной системы регулирования температуры в холодильной камере

Исходные данные

постоянные времени $T_1 = 1.0000000000E+02$ $T_2 = 1.5000000000E+00$

заданный диапазон 0.5-1 градус цельсия

полученный диапазон 0.465- 1.009градус цельсия

период колебаний 30.32 часа

0.0000	0.00000	-2.50000
2.0000	0.04729	-2.44222
4.0000	0.05882	-2.33336
6.0000	0.06094	-2.21288
8.0000	0.06060	-2.09115
10.0000	0.05963	-1.97088
12.0000	0.05851	-1.85274
14.0000	0.05736	-1.73687
16.0000	0.05623	-1.62328
18.0000	0.05512	-1.51193
20.0000	0.05403	-1.40279
22.0000	0.05296	-1.29581
24.0000	0.05191	-1.19095
26.0000	0.05088	-1.08816
28.0000	0.04987	-0.98741
30.0000	0.04889	-0.88865
32.0000	0.04792	-0.79185
34.0000	0.04697	-0.69696
36.0000	0.04604	-0.60396
38.0000	0.04513	-0.51279
40.0000	0.04423	-0.42343
42.0000	0.04336	-0.33584

44.0000	0.04250	-0.24999
46.0000	0.04166	-0.16583
48.0000	0.04083	-0.08334
50.0000	0.04002	-0.00249
52.0000	0.03923	0.07677
54.0000	0.03846	0.15445
56.0000	0.03769	0.23060
58.0000	0.03695	0.30524
60.0000	0.03622	0.37840
62.0000	0.03550	0.45011
64.0000	0.03480	0.52041
66.0000	0.03411	0.58931
68.0000	0.03343	0.65684
70.0000	0.03277	0.72304
72.0000	0.03212	0.78793
74.0000	0.03148	0.85153
76.0000	0.03086	0.91388
78.0000	0.03025	0.97499
80.0000	-0.01850	1.00332
82.0000	-0.04835	0.92977
84.0000	-0.05536	0.82430
86.0000	-0.05636	0.71212
88.0000	-0.05580	0.59984
90.0000	-0.04574	0.48991
92.0000	0.01398	0.47120
94.0000	0.02920	0.51782
96.0000	0.03271	0.58064
98.0000	0.03314	0.64673
100.0000	0.03277	0.71271
102.0000	0.03220	0.77769
104.0000	0.03158	0.84146
106.0000	0.03096	0.90400
108.0000	0.03035	0.96530
110.0000	-0.00867	1.00773
112.0000	-0.04590	0.94487
114.0000	-0.05485	0.84194
116.0000	-0.05636	0.73016
118.0000	-0.05593	0.61772
120.0000	-0.05500	0.50676
122.0000	0.00895	0.46751
124.0000	0.02796	0.50867
126.0000	0.03247	0.57022
128.0000	0.03316	0.63613
130.0000	0.03285	0.70222
132.0000	0.03229	0.76738

134.0000	0.03168	0.83135
136.0000	0.03106	0.89408
138.0000	0.03044	0.95558
140.0000	0.00355	1.00863
142.0000	-0.04282	0.95909
144.0000	-0.05417	0.85940
146.0000	-0.05632	0.74820
148.0000	-0.05605	0.63565
150.0000	-0.05516	0.52439
152.0000	0.00269	0.46562
154.0000	0.02639	0.49997
156.0000	0.03213	0.55989
158.0000	0.03315	0.62553
160.0000	0.03293	0.69170
162.0000	0.03239	0.75703
164.0000	0.03178	0.82120
166.0000	0.03116	0.88414
168.0000	0.03054	0.94583
170.0000	0.01871	1.00516
172.0000	-0.03896	0.97220
174.0000	-0.05329	0.87660
176.0000	-0.05622	0.76621
178.0000	-0.05616	0.65361
180.0000	-0.05532	0.54207
182.0000	-0.00507	0.46596
184.0000	0.02443	0.49184
186.0000	0.03170	0.54968
188.0000	0.03311	0.61493
190.0000	0.03299	0.68115
192.0000	0.03248	0.74666
194.0000	0.03188	0.81102
196.0000	0.03125	0.87415