

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА ПОФАСАДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЕ
ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИИ УЧЕБНОГО КОРПУСА**

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям)
профилю подготовки «Энергетика»
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 149

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующая кафедрой ЭС
_____ А.О. Прокубовская
« _____ » _____ 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ПОФАСАДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИИ УЧЕБНОГО КОРПУСА

Исполнитель:
студент(ка) группы ЭС-402 _____ М.В. Манеркин
(подпись)

Руководитель:
ст. преподаватель кафедры ЭС _____ В.А. Семенов
(подпись)

Нормоконтролер:
ст. преподаватель кафедры ЭС _____ Т.В. Лискова
(подпись)

Екатеринбург 2017

АННОТАЦИЯ

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы выполнена на 55 страницах, содержит 13 рисунков, 5 таблиц, 25 источников литературы, а также 6 приложений на 15 страницах.

Ключевые слова: ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЕ, СИСТЕМА ПОФАСАДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛА, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, АЛГОРИТМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ, ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ, ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ.

Манеркин В.В. Разработка алгоритмов системы пофасадного регулирования тепловой энергии в здании учебного корпуса: выпускная квалификационная работа / В.В. Манеркин; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т инж.-пед. образования, Каф. электрооборудования и энергоснабжения. – Екатеринбург, 2017. – 55 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1. Тема выпускной квалификационной работы «Разработка пофасадного регулирования тепловой энергии здания учебного корпуса». В работе рассмотрен процесс автоматизации теплопотребления здания учебного корпуса и разработка алгоритмов регулирования для данной системы.

2. Цель работы: разработка алгоритмов пофасадной системы регулирования тепловой энергии.

3. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы выполнен анализ существующих систем пофасадного регулирования тепла, изучены существующие условия теплопотребления объекта, регулирования, разработаны алгоритмы программ регулирования, выбрана схема регулирования для здания учебного корпуса, выбрано оборудование для автоматизации объекта и определено место его установки.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПОФАСАДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	8
1.1 Общие сведения	8
1.2 Открытые системы теплоснабжения	9
1.3 Закрытые системы теплоснабжения	11
1.4 Зависимая и независимая системы теплоснабжения	12
1.5 Применение регулятора модели «Т-48» в системах отопления 13	
1.6 Пофасадное регулирование теплового режима здания, тепловые завесы	24
2. РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА ПОФАСАДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИИ.....	36
2.1 Характеристика объекта.....	36
2.1.1 Характеристика тепло потребляемых установок здания... 36	
2.2 Расчет тепловых нагрузок и энергопотребления.....	37
2.3 Выбор оборудования и определение места установки	39
2.3.1 Выбор регулирующего устройства	40
2.3.2 Выбор клапана запорно-регулирующего (КЗР).....	43
2.3.3 Обратный клапан фланцевый Zetkama V287-040.....	44
2.3.4 Насос циркуляционный UPS 40-120	44
2.4 Разработка алгоритмов систем регулирования.....	45
2.4.1 Алгоритм включения осеннего прогрева зданий	45

2.4.2 Алгоритм регул температуры воздуха в помещении по расписанию	46
2.4.3 Алгоритм формирования температурных графиков.....	48
2.5 Методическая часть	49
2.5.1 Педагогический адрес	49
2.5.2 Учебный материал	50
2.5.3 Структурно логический анализ	52
2.5.4 Фонд оценочных средств	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	58
ПРИЛОЖЕНИЕ А	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ В	72
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	73
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	75

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с климатом, где основная часть года холодная, необходимо обеспечить теплом зданий: жилых домов, офисов и других помещений. Теплоснабжение обеспечивает комфортное проживание, если это квартира или дом, продуктивную работу, если это офис или склад.

Под термином «Теплоснабжение» понимают - снабжение систем отопления здания горячей водой либо паром. Чаще всего источником теплоснабжения являются теплоэлектроцентрали и котельные.

В настоящее время от стабильного функционирования систем теплоснабжения зависят условия теплового комфорта в отапливаемых зданиях, самочувствие людей, производительность труда и другие факторы. Режимы теплоснабжения, а, следовательно, и производства тепловой энергии, зависят, как известно, от большого количества факторов; условий погоды, теплотехнических качеств отапливаемых зданий и сооружений, характеристик тепловой сети и источников энергии. Таким образом, проблема повышения качества, надежности, экономичности теплоснабжения имеет государственное значение.

В данной квалификационной работе будет рассмотрена разработка пофасадного регулирования тепловой энергии в здании.

Объектом исследования является центральный тепловой пункт учебного корпуса.

Предметом исследования является система теплоснабжения учебного корпуса.

Целью выпускной квалификационной работы служит анализ систем теплоснабжения, работы пофасадного регулирования, выбор схем и подбор соответствующего оборудования системы пофасадного регулирования тепла, а так же подбор необходимых для нее алгоритмов.

Для достижения данной цели необходимо выполнить ряд *задач*:

- изучить преимущества систем пофасадного регулирования тепла;
- изучить существующие условия теплоснабжения учебного корпуса;
- выбрать схему регулирования для здания учебного корпуса;
- рассчитать тепловую нагрузку;
- выбрать оборудование для пофасадного регулирования и определить место его установки;
- оценить экономический эффект от внедрения;
- оценить безопасность и экологичность мероприятия.

1. АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ФАСАДНОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ

1.1 Общие сведения

Теплоснабжение - система обеспечения теплом зданий и сооружений, предназначенная для обеспечения теплового комфорта для находящихся в них людей или для возможности выполнения технологических норм.

Различают два типа теплоснабжения: местное и централизованное. Одно или несколько зданий обслуживает система местного теплоснабжения, а система централизованного - жилой или промышленный район. В России чаще всего используется централизованное теплоснабжение.

Система централизованного теплоснабжения включает в себя тепловую сеть, источник тепла и теплопотребляющие установки, которые присоединяются к сети через тепловые пункты. При централизованном теплоснабжении источниками тепла могут быть теплоэлектроцентрали, которые осуществляют комбинированную выработку электрической и тепловой энергии, котельные установки большой мощности, вырабатывающие только тепловую энергию, устройства для утилизации тепловых отходов промышленности и установки для использования тепла геотермальных источников.

Вода с температурой до 170 градусов Цельсия и пар под давлением 0,7—1,6 Мн/м² (7—16 Ати) являются теплоносителями в системах централизованного теплоснабжения. Вода служит в основном для покрытия паро-технологических нагрузок и коммунально-бытовых. Требования потребителей и экономические соображения определяются выбором температуры и давления в системах теплоснабжения.

С увеличением дальности транспортирования тепла возрастает экономически оправданное повышение параметров теплоносителя. Расстояние, на которое транспортируется тепло в современных системах централизованного теплоснабжения, достигает нескольких десятков километров. Коэффициент полезного действия источника теплоснабжения определяются затраты условного топлива на единицу отпущенного потребителю тепла.

Развитие систем теплоснабжения обладает двумя чертами: повышением мощности источника тепла и единичных мощностей установленного оборудования.

Тепловые мощности современных теплоэлектроцентралей достигают 2—4 Гкал/ч, а районных котельных 300—500 Гкал/ч. В некоторых системах теплоснабжения осуществляется совместная работа нескольких источников тепла общих тепловых сетей, что повышает надёжность, мобильность и экономичность теплоснабжения.

Существуют два вида схем присоединения установок отопления: зависимые и независимые системы теплоснабжения. Так же имеются схемы по подключению горячего водоснабжения: закрытые и открытые. По числу трубопроводов, которые используются для переноса теплоносителя, выделяют одно-, двух-, трех-, четырех- и многотрубные системы теплоснабжения.

1.2 Открытые системы теплоснабжения

Открытая система теплоснабжения работает на основе законов термодинамики: горячая вода поднимается вверх, из-за чего на выходе котла появляется высокое давление, а на входе в теплогенератор создается небольшое разрежение. После чего жидкость направляется из зоны повышенного давления в зону более низкого и вследствие этого происходит естественная циркуляция теплоносителя.

Находясь в нагретом состоянии, вода имеет свойство увеличиваться в объеме, следовательно, для данного типа отопительной системы требуется наличие открытого расширительного бака, такого как на рисунке 1. Такое устройство совершенно негерметично и напрямую соединяется с атмосферой. Оттого такое обеспечение теплом получило соответствующее название - открытая система теплоснабжения.

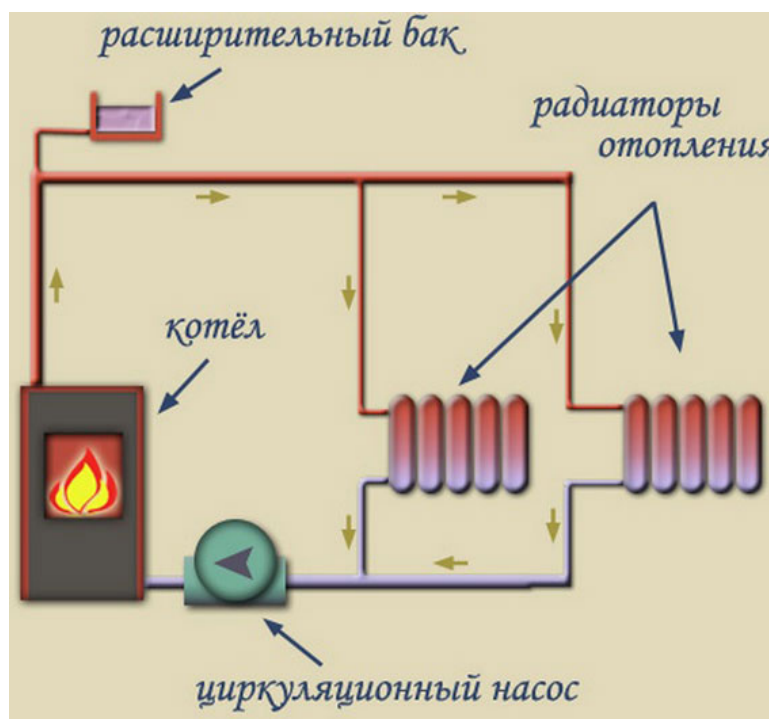


Рисунок 1 - Открытая схема теплоснабжения

В данном типе вода нагревается до 65 градусов, далее подается к кранам водоразбора, откуда и поступает к потребителям. Такой вариант теплоснабжения дает возможность пользоваться дешевыми смесителями вместо дорогостоящего теплообменного оборудования. Поэтому разбор подогретой воды неравномерен, именно по этой причине линии подачи конечному потребителю рассчитывают только с учетом максимального потребления.

В открытой системе вода подается из теплоцентрали, исходя из этого, компенсирует расходы при условии ее полного разбора. В советское время именно по такому принципу действовало чуть больше 45% теплосетей, чем

и объяснялось экономичность, минимизация затрат на обогрев и горячего водоснабжения.

Но открытая система теплоснабжения имеет немало недостатков. Один из них - это чистота воды в трубопроводах не соответствует требованиям санитарно-гигиенических норм. Так как жидкость перемещается по трубам значительно дольше времени, поэтому она становится другого цвета и приобретает неприятные запахи. Чаще всего при взятии проб воды работниками санэпидемстанций из таких трубопроводов обнаруживают в ней вредоносные бактерии.

Желание очистить поступающую по открытой системе жидкость приводит к снижению экономичности теплоснабжения. Даже такой значительный недостаток не способны устранить самые современные способы очищения воды. Так как протяженность сетей большая, поэтому возрастают расходы, а эффективность очистки остается прежней.

1.3 Закрытые системы теплоснабжения

Закрытая система теплоснабжения представляет собой конструкцию, где теплоноситель, который циркулирует в трубопроводе, применяется только для обогрева и вода из тепловой сети не отбирается на горячее водоснабжение.

В такой ситуации все элементы отопительной сети закрыты от окружающей среды. Закрытая схема теплоснабжения имеет незначимую утечку теплоносителя, хотя его потери компенсируются при помощи автоматического регулятора подпитки (рисунок 2).

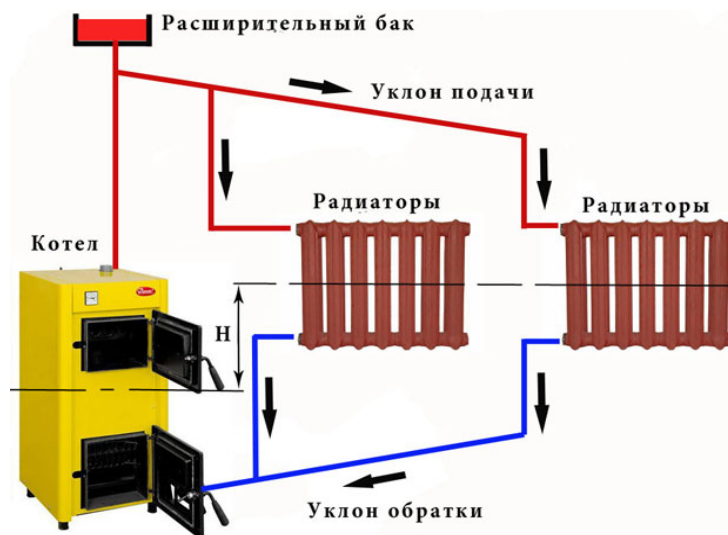


Рисунок 2 - Система закрытого теплоснабжения

В закрытой системе теплоснабжения обеспечения обогрева помещений подача тепла управляется централизованно, а количество жидкости в системе остается нетронутой. Расход тепловой энергии зависит от температуры циркулирующего по трубам и радиаторам теплоносителя.

В системах теплоснабжения закрытого типа, чаще всего используются тепловые пункты, в которых горячая вода поступает от поставщика теплоэнергии, на примере как теплоэнергоцентрально. После чего температура теплоносителя поднимается до нужных параметров для теплообеспечения и горячего водоснабжения далее направляется потребителям.

При функционировании закрытой системе теплоснабжения – схема подачи тепла дает высокое качество горячего водоснабжения и так же энергосберегающий фактор. Но ее главный недочет состоит в сложности водоподготовки из-за того что один тепловой пункт удален от другого.

1.4 Зависимая и независимая системы теплоснабжения

Существуют два способа присоединение открытой и закрытой системы теплоснабжения: зависимый и независимый.

Зависимый способ подключения открытой системы определяет подсоединение через элеваторы и насосы. А если взять независимый способ, в нем горячая вода поступает через теплообменник.

В отличие от зависимого варианта подключения, независимое считается более дорогим, но зато качество воды в трубопроводе более высокое.

1.5 Применение регулятора модели «Т-48» в системах отопления

Пофасадное регулирование устанавливают при высоком перепаде температур в помещениях, которые расположены на северной и южной стороне, а также находящихся с наветренной и с заветренной стороны.

Пофасадное и общедомовое регулирование самостоятельно применяется только для зданий с собственными тепловыми пунктами. При смешанном регулировании объединённым с пофасадным и общедомовым достигается высокой экономией тепловой энергии, благодаря этому обеспечиваются положительные условия в помещениях за счет полного учета всех факторов, которые влияют на тепловой режим в разных помещениях.

Контроль работы частей системы отопления при пофасадном регулировании проводят по трем и выше отрицательно расположенных помещениях, которые обычно подогреваются. Чаще всего это вызывает перегревание разных помещений.

Существует данный прибор Т-48-4, он рекомендуется при пофасадном регулировании для вертикально-однотрубных систем отопления высокоэтажных зданий. Этот прибор создан для пропорциональной подачи теплоносителя в системах водяного отопления по отклонению от указанной температуры внутреннего воздуха. Как и

прибор Т-48-4, такие же функции выполняет прибор Т-48-5, но только с помощью линейной автокоррекции.

Автоматические самостоятельные устройства пофасадного и домового регулирования необходимо использовать исключительно на зданиях, не присоединенных к групповым тепловым пунктам.

Помимо того, в настоящее время применяют системы пофасадного регулирования температуры и расхода воды в системе отопления. С этой целью на каждом фасаде здания выбираются три квартиры на верхних этажах и три на нижних, в которых устанавливаются термометры сопротивления, подключаемые к специальному регулятору Т-48. Далее к регулятору подключаются термометры сопротивления, которые установленные в обратном и подающем трубопроводах отопления системы. Два регулирующих клапана подключаются к выходу регулятора.

Пример использования регулятора Т-48 в двух трубной системе представлен на рисунке 3

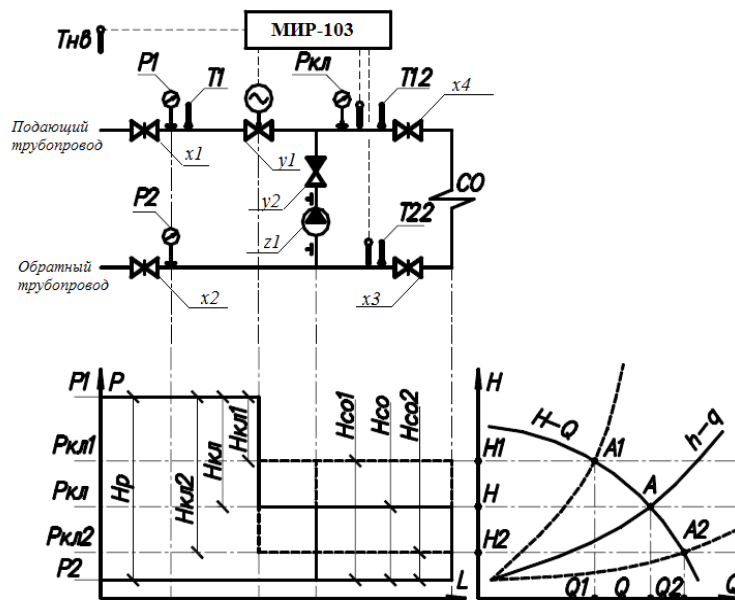


Рисунок 3- Принципиальная схема узла регулирования и пьезометрический график

В состав системы входит следующее оборудование:

- ТНВ – датчик температуры наружного воздуха;
- Т1 – датчик температуры прямой сетевой воды (подача);

- T12 – датчик температуры отопления (контрольная точка);
- T22- датчик температуры обратной сетевой воды (обратка);
- Y1 – обратный клапан;
- Y2 – клапан запорно-регулирующий (КЗР);
- Z1 – циркуляционный насос №1 (основной);
- P1 – манометр подающего трубопровода;
- Pкл- манометр давления после клапана;
- |-----| – линии управления;
- СО- система отопления;
- X1,X2,X3,X4- контрольные задвижки (На случай перекрытия участка трубопровода для ремонта, проверки и так далее).

Следуя из выше сказанного, при наличии пофасадного регулирования в жилых домах системы отопления возникает специальная измерительная сеть, выполняемая медными проводами, что необходимо для обеспечения точной работы измерительных цепей, по которым проходят очень малые токи. В металлических трубах прокладываются измерительные цепи для экранирования от наводок. Но при таком процессе увеличивается число тепловых пунктов, длина транзитных магистралей и затрудняется пофасадное регулирование. При малом делении систем перестает работать автоматизация.

При проектировании водяного отопления предпочтение отдается насосным однетрубным системам из унифицированных узлов и деталей с автоматическим пофасадным регулированием.

Гравитационные системы используют, когда централизованное теплоснабжение отсутствует, при технико-экономическом обосновании их преимущества в сравнении с технологическими или насосными системами, необходимо полностью исключить шум и вибрацию в конструкциях зданий.

Это особенно важно для весеннего периода в зданиях, расположенных в средних и южных районах страны, а также при режиме пофасадного регулирования систем отопления.

Предназначение прибора Т-48 заключается в автоматическом регулировании расхода тепла в системе отопления на индивидуальных и центральных тепловых пунктах, в том числе для автоматического регулирования температуры в системах приточной вентиляции, кондиционирования воздуха и горячего водоснабжения путем воздействия на клапаны с электрическим приводом. Прибор создан по блочно-модульному принципу, который позволяет выпускать в различных его модификациях. Регулирование температурных параметров теплоносителя предусматривают первую, вторую, третью и пятую модификации, а четвертая, выполненная по заданию Челябинск граждан проекта, учитывающий температуру внутреннего воздуха.

В вариантах прибора, предусмотрено регулирование разности температур воды в обратном и подающем трубопроводах систем отопления, или температур воды в подающем трубопроводе по графику отопительных систем в зависимости от температуры наружного воздуха. Притом регулятор определенного значения наружной температуры воздуха в дальнейшем ее понижении поддерживает постоянное значение регулируемого параметра теплоносителя, исключая разрегулировку тепловых сетей, работающих по графику с верхней срезкой. Такое значение наружной температуры воздуха является одной из реперных точек графика отопительных систем, расходуемое тепло на отопление является предельным.

Второй такой же реперной точкой этого графика является значение температуры наружного воздуха, где теплоотдача системы отопления приравнена нулю, что дает регулятору возможность поддерживать для любого объекта график расхода тепла, учитывая фактическую относительную долю внутренних тепловыделений.

Заданная в приборе реализация графика разности температур воды заметно увеличивает точность регулирования отпуска тепла, а так же облегчает эксплуатацию системы и наладку авторегулирования. Можно

отметить, что график разности температур воды является линейным в отличие от нелинейного графика температуры воды в подающем трубопроводе системы отопления. При этом прибор может поддерживать только линейный график. Вторая особенность заключается в том, что при постоянном расходе воды в системе отопления график разности температур воды дает возможность реализовать именно требуемый график отпуска тепла, который носит имеющийся линейный характер. В таких условиях не требуется знать теплотехнические характеристики регулируемой системы отопления, так как регулятор в процессе работы автоматически выходит на поддержание температуры воды в подающем трубопроводе системы отопления, следуя графику расхода тепла.

Следуя из выше сказанного, можно сделать вывод, что определение расчетных теплотерь и подбор нагревательных приборов для систем отопления проводили по различным методикам, для реализации графика отпуска тепла, построенного для всех зданий по единым методическим принципам, понадобилось бы на каждом объекте поддержание индивидуального графика температур воды в подающем трубопроводе. Чтобы определить этот график необходимо провести специальные эксплуатационные тепловые испытания систем отопления. Осуществления графика разности температур воды обеспечивает возможность персоналу, выполняющую эксплуатацию и наладку систем, не проводить таких испытаний.

Для учета дополнительных факторов таких как, солнечная радиация, ветер и так далее, но кроме температуры наружного воздуха, воздействующих на отпуск тепла в системы отопления, во второй и третьей варианта прибора предусмотрена поправка графика отпуска тепла при изменении температуры внутреннего воздуха от заданного значения.

Степень корректировки зависит от знака несоответствия. При уменьшении температуры внутреннего воздуха степень корректировки небольшая, а при повышении – более значимая. Это объясняется различием

возмущающих факторов. Поэтому уменьшение температуры внутреннего воздуха возникает в результате действия ветра, которое может потребовать увеличения теплоотдачи системы от 10 до 20 %. В то же время важно убрать необоснованное повышение теплоотдачи в результате некоторого снижения температуры внутреннего воздуха, происходящего при проветривании квартир. Следовательно, необходимо чтобы увеличение теплоотдачи сопровождалось снижением температуры внутреннего воздуха. Поэтому такая система позволяет избежать разгерметизации здания. В пределах 10–20 процентов увеличение теплоотдачи характеризуется снижением температуры внутреннего воздуха примерно до 20 градусов Цельсия в отличие от обычного поддерживаемого значения комфортного уровня в 21 градуса Цельсия.

Увеличение температуры внутреннего воздуха возникает в процессе действия солнечной радиации, которая превышает по величине теплоотдачу системы отопления. Главное, чтобы отработка возмущения происходила при малом повышении температуры внутреннего воздуха, как и в первом случае, необходимо избежать проветривания квартир, что будет вызывать повышение температуры внутреннего воздуха. Вероятность изменения степени коррекции в зависимости от знака отклонения температуры внутреннего воздуха дает возможность поддерживать температуру воздуха на комфортном уровне при малом расходе тепла.

Из-за разнообразной доли бытовых тепловыделений в квартирах нижних и верхних этажей, разной величины расчетной инфильтрации в них, на высоких этажах может создать необходимость в осуществлении вертикального регулирования системы отопления, которая будет меняться в соотношении теплоотдачи верхних и нижних этажей. Для этой цели служит прибор третьей модификации, в котором при возникновении разницы в температурах внутреннего воздуха помещений нижних и верхних этажей создается команда на второй исполнительный механизм по

трехпозиционному закону, выполняющий изменение расхода воды в системе отопления.

Во второй и третьей модификации прибора существует возможность временного снижения отопления, к примеру, в ночное время к заданному значению температуры внутреннего воздуха на определенную величину дополнительно подключается выносное программное реле времени к регулятору.

Помимо этого, регулятор дает возможность производить измерение параметров системы авторегулирования благодаря дискретному оптическому индикатору, встроенного в прибор и имеет аналоговый выход $2,5 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ для подключения записывания или показывания выносного прибора, который измеряет отклонение фактического значения параметра от заданного. При использовании оптического индикатора точность измерения составляет $0,2 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ от величины отклонения.

Измерение происходит по следующим параметрам:

- средняя температура внутреннего воздуха;
- разница между средними температурами нижних и верхних этажей;
- температура наружного воздуха;
- разница между температурами воды в обратном и подающем трубопроводе или температура воды в подающем трубопроводе;
- положение исполнительного механизма;
- наличие знака команды на исполнительный механизм.

Благодаря выносного прибору можно осуществлять одновременное измерение первого, третьего и четвертого параметров.

В регулирующем блоке регулятора для главного канала регулирования существует возможность реализации астатического с постоянной скважностью импульсов трехпозиционного регулирования с зоной нечувствительности интегрального закона с зоной

нечувствительности 0,3 градусов Цельсия и пропорционально-интегрального закона с установкой по шкале зоной пропорциональности и нечувствительности. Исполнение заданного закона регулирования реализуется с изменением продолжительности паузы при постоянной длительности импульса, которая определяется настройкой 0,3–3 секунды.

В блоке коммутации регулятора рассчитано преобразование аналогового сигнала напряжения регулирующего блока в трехпозиционный сигнал и подача на действующий механизм двух команд по выбранному закону регулирования. Блок коммутации может быть контактным для управления двумя исполнительными механизмами при помощи исполнительных реле или бесконтактных, для симисторного (бесконтактного) управления исполнительным механизмом. В блоке коммутации имеется ручное управление в одно время двумя исполнительными механизмами для контактного исполнения и одним исполнительным механизмом для бесконтактного управления.

В качестве регулирующего клапана применяется 25чм931нж с исполнительным механизмом ПР-1м со временем хода 120мс или аналогичный ему болгарский клапан.

Для регулировки расхода тепла, систем отопления, группы зданий, применяется прибор Т-48-1. Он осуществляет контроль разности температур воды в обратном и подающем трубопроводах квартальных сетей отопления или только температуры воды в подающем трубопроводе в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

В зависимости от условий присоединения центрально теплового пункта к тепловым сетям рекомендуемые схемы автоматизации тепловых пунктов представлены на рисунке 3,4,5. При располагаемом напоре на вводе в центральном тепловом пункте менее 40 метров и давлении в подающем трубопроводе теплосети на 30 метров больше статического давления системы отопления самого высокого здания, подключенного к данному

центральному тепловому пункту, которая применяется схема с насосами на обратном трубопроводе тепловой сети.

Рекомендуемые схемы автоматизации ЦТП:

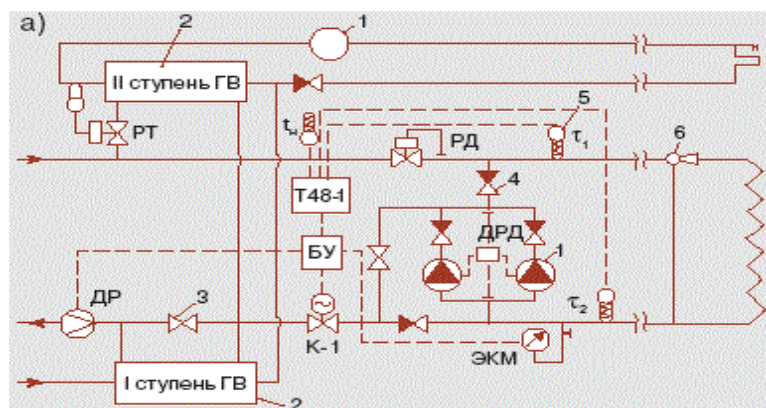


Рисунок 4 - При установке насосов отопления на обратном трубопроводе

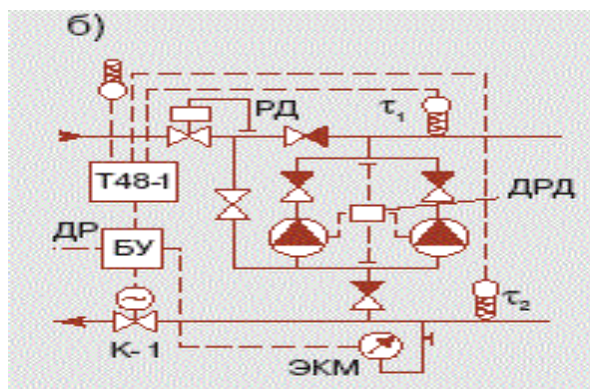


Рисунок 5 - Фрагмент схемы при установке насосов на подающем трубопроводе

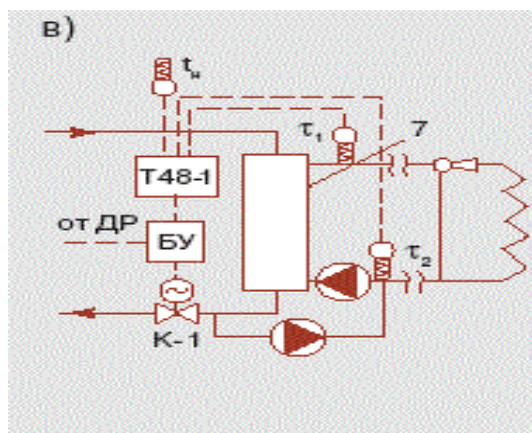


Рисунок 6 - Фрагмент схемы при независимом присоединении квартальных сетей отопления

При напоре на вводе в центральном тепловом пункте менее 40 метров и давлении в подающем трубопроводе менее чем на 30 метров, увеличивается давление системы отопления здания, используется схема с насосами на подающем трубопроводе тепловой сети. Но если давление в обратном трубопроводе будет больше допустимой нормы, то применяется независимое присоединение.

Для регулирования пофасадных систем отопления используется прибор Т-48-2, который осуществляет, помимо функций прибора Т-48-1, корректировку принятого температурного графика при отклонении средней температуры показания по нескольким датчикам внутреннего воздуха в квартирах от заданной.

Схемы автоматизации пофасадных систем отопления представлены на рисунке 6,7.

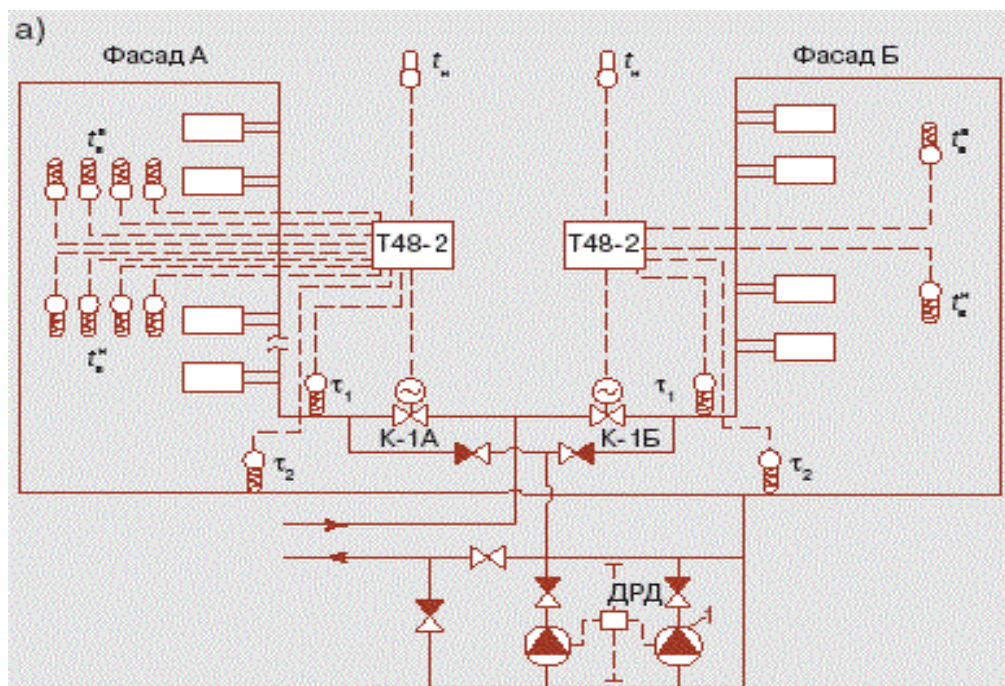


Рисунок 7 - При установке насоса на обратном трубопроводе

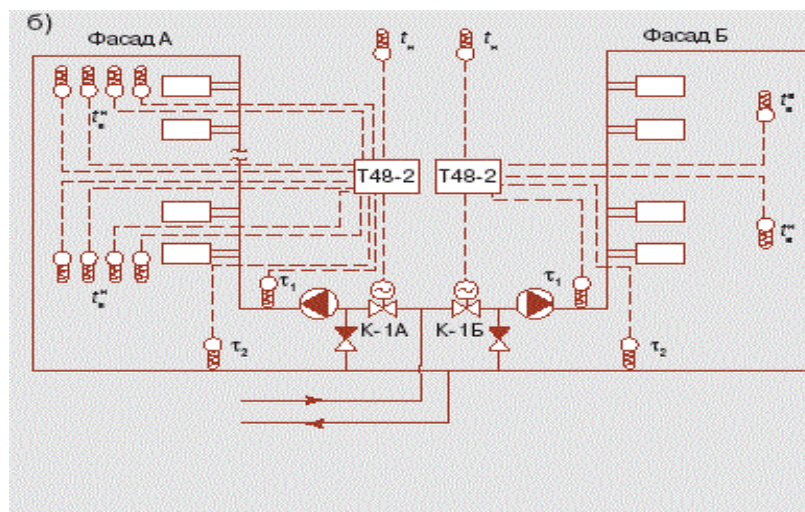


Рисунок 8 - При установке насоса на подающем трубопроводе

По заданному графику температуры воды в подающем трубопроводе системы отопления доводится воздействием на клапан К-1, при котором изменяется расход сетевой воды. Редактирование температурного графика в зависимости от отклонения усредненной температуры воздуха в квартирах целого фасада от заданной, выполняется так же по каналу регулирования путем воздействия на клапан К-1, по такой же схеме. При увеличении температуры воздуха в квартирах на верхних этажах, по сравнению с нижними этажами здания, от регулятора по второму каналу регулирования поступает сигнал на закрытие клапана К-2 до 50 процентов сокращения расхода, циркулирующего в системе отопления. Отсюда за счет уменьшения циркуляционного расхода воды в отопительные приборы верхних этажей вода поступает с пониженной температурой, поэтому происходит уменьшение температуры воздуха верхних этажей и приравнивает ее к температуре воздуха в нижних этажах. Исходя из этого, на верхних и нижних этажах при отрицательной разнице температур клапан К-2 откроется.

1.6 Пофасадное регулирование теплового режима здания, тепловые завесы

В холодный период года в разнице внутренней и наружной температур осуществляется передача теплоты из здания в окружающую среду. Передача теплоты происходит, во-первых, теплопередачей строительных конструкций, а во-вторых, из-за проникания воздуха через стыки, швы, не плотности дверей, окон и строительных конструкций. Такая теплота называется потерянной, поэтому отсюда произошло понятие теплопотери.

Теплопотери здания зависят от следующего:

- геометрических размеров здания;
- теплотехнических свойств строительных конструкций;
- внутренних и наружных температур воздуха;
- длины открывающихся частей окон и дверей, в какой степени воздухопроницаемы швы.

В настоящее время гораздо чаще говорят о дефектах в принятой системе теплоснабжения с центральными тепловыми пунктами. Первый дефект заключается в том, что существуют большие потери воды и тепла в разводящих сетях и второй дефект в том, что довольно низкая эффективность установленного оборудования. Даже сейчас возникают спорные моменты и предложения ликвидировать существующие центральные тепловые пункты и вместо них построить в каждом доме индивидуальный (собственный) тепловой пункт.

Система теплоснабжения с индивидуальным тепловым пунктом дает возможность более точно отрегулировать тепловой режим каждого здания в отдельности, ввести пофасадное регулирование, дифференцировать давление холодной и горячей воды по разно-этажным зданиям, упростить узлы зачета энергоресурсов, исключить общее количество разводящих трубопроводов.

Допустим, если взять тепловой пункт в блочном исполнении. Это тепловой пункт, малогабаритный, укомплектованный современным оборудованием, в основном отечественным, весь автоматизированный, обеспеченный всеми приборами учета расхода тепла, воды, давления и температуры, подготовленный для передачи технологических и коммерческих параметров в любую диспетчерскую систему, допускающий дистанционное управление работой основного оборудования. Трудозатраты на эксплуатацию и монтаж этого теплового пункта очень низкие. Основное оборудование, которое установлены в блочном тепловом пункте пластинчатые (в частности, паяные) теплообменники, бесфундаментные, при необходимости малошумные насосы, шаровые краны, высокоточная электронная и гидравлическая автоматика четко рассчитана и подобрана в соответствии с присоединенной нагрузкой, таким образом, собственные тепловые потери низки. Все центральные тепловые пункты, так же как и блочные, сборные, с независимым присоединением систем отопления, оснащены системой автоматического регулирования отпуска тепла. Температура теплоносителя подается в дома строго в сочетании с температурой наружного воздуха, в избежание гидравлической разрегулировки магистральных тепловых сетей в систему предусмотрено ограничение максимального расхода сетевой воды. Если необходимо, то автоматика дает возможность ввести программное регулирование - снижение температуры воды в нерабочие дни или в ночные часы. Большие расходы тепла тут почти отсутствуют. Если произвести замену существующих систем регулирования на индивидуальные, то в каждом доме происходит очень незначительная экономия тепла, она может быть получена лишь за счет пофасадного регулирования в определенных зданиях с пофасадной системой отопления, которая разделена на север и юг. В то же время потребуется двойные средства автоматизации. В центральном тепловом пункте в ранних постройках с зависимым присоединением систем отопления во избежание осенью и весной перегрева зданий успешно

внедряется и эксплуатируется система автоматического регулирования зависимых систем отопления. В систему входит: смесительный насос с регулируемым электроприводом, регулятор температуры воды на отопление, регулятор располагаемого напора в систему отопления. В холодное время система отключена, и центральный тепловой пункт работает в простом режиме. А осенью и весной, когда температура наружного воздуха увеличивается в пределах от 0 до +12 градусов, система автоматизированного регулирования отпуска тепла на системы отопления с зависимым присоединением к тепловой сети полностью (САРЗСО) обеспечивает расчетный гидравлический и температурный режимы в системах отопления. Экономия рассчитывается от 10 до 13 процентов от годового расхода тепла на отопление, которая подтверждена экспериментальными работами. Отсюда следует, что замена системы регулирования в центральном тепловом пункте на 5-10 систем регулирования в индивидуальном тепловом пункте тоже не принесет никакой дополнительной экономии отпуска тепла, но наоборот только потребует значительных затрат на оборудование, монтаж и эксплуатацию средств авторегулирования и прокладки новых тепловых сетей. Холодное водоснабжение в настоящее время центральных тепловых пунктах обслуживается моноблочными, в частности отечественными и хозяйственными насосами. Насосы в точности подобраны в соответствии с расчетными расходами и напорами, давление воды на выходе из центрального теплового пункта регулируется частотными преобразователями или высокоточными отечественными регуляторами давления. Чаще всего используются блочные насосные станции, которые состоят из двух насосов и щита управления с одним частотным преобразователем. Но плюс в этом то, что такая система энергоэффективна и малозатратна при внедрении и эксплуатации. Чтобы электроэнергия и вода окупились за требуемый срок в среднем 1-2 года.

Замена одной насосной станции в центральном тепловом пункте на 5-10 станций в индивидуальном за счет учета разноэтажных зданий, определенно даст не большую экономию расхода воды, но не электроэнергии. В отличие от индивидуальных тепловых пунктов на капитальные эксплуатационные затраты очень велики, поэтому требуется использование малошумных насосов, перекладка разводящих сетей холодного водоснабжения, обслуживание насосов и частотных преобразователей, следует отметить, что к расходу холодной воды добавляется расход горячей воды. Но легче такую экономию получить в виде установки регуляторов давления на малоэтажных зданиях. Более слабым местом в системах тепловодоснабжения с центральными тепловыми пунктами является коррозия разводящих сетей отопления и горячего водоснабжения. За последнее время в городе Москва создано производство неподверженных коррозии гибких пред. Изолированных тепловодопроводов из сшитого полиэтилена «Изопрофлекс». Такие теплопроводы рассчитаны на рабочую температуру до 95 градусов и давление до 10 атмосфер, их срок службы составляет до 50 лет. За данные условия ответственны разводящие сети от центрально тепловых пунктов с независимым присоединением систем отопления. В настоящее время проходящая программа капитального ремонта предусматривает замену стальных разводящих сетей на пластиковые, что в целом снимает проблему их ремонта и обслуживания.

Исходя из вышесказанного, наиболее лучшим перспективным направлением является дальнейшее развитие коммунальной части теплоснабжения городом Москва, требуется не многократное увеличение тепловых пунктов благодаря сносу существующих центрально тепловых пунктов и устройства на их месте новых индивидуальных. В последующем модернизация существующих центрально тепловых пунктов перейдет на независимую систему отопления и устройство новых пластиковых теплопроводов. По таким расчетам видно, что переход от циклического

капитального ремонта центрально теплового пункта, который меняется один раз в девять лет. Эта технология не значительно увеличит стоимость работ и заменится увеличением срока службы тепловых сетей в четыре раза.

Наибольшая экономия тепла достигается путем осуществления автоматической коррекции графика подачи тепла на отопление в зависимости от отклонения внутренней температуры воздуха в зданиях от заданной. График контроля за температурой теплоносителя в зависимости от изменения наружной температуры совершенствуется, при условии, если усредненная температура внутреннего воздуха, которая замерена в контрольных квартирах, не отклоняется от заданной, что составляет двадцать один градус. Если произошло отклонение от такой температуры, то график редактируется. При центральном регулировании такая система позволяет вместе с поддержанием заданной температуры воздуха, получать дополнительную экономию тепла из-за снижения его подачи, только при отсутствии ветра и частично учитывать теплопоступления с солнечной радиацией. Так как повешенная подача тепла может не отразиться на температуре внутреннего воздуха, поэтому нужно в процессе регулирования в зависимости от температуры наружного воздуха изменять расход тепла, а не температуру воды по заданному графику, что даст возможность избежать ошибок за счет несоответствия фактических и расчетных теплотехнических характеристик системы отопления. Расчетом инфильтрации и теплопотерь, внутренних тепловыделений в здании определяются параметры графика расхода тепла. Такой график чаще всего является линейным. Он облегчает реализацию подачи тепла путем поддержания разности температур теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах.

Переход к индивидуальному тепловому пункту дает возможность достигать наибольшую экономию тепла из-за использования пофасадного автоматического регулирования отопления. Оно эффективно при реконструкции существующих протяженных, многосекционных зданий, которое выполняется без замены системы отопления. Эквивалентный

эффект пофасадного регулирования не хуже авторегулирования с термостатами, но оно значительно дешевле по капитальным затратам, и в том числе не требует проведения сварочных работ, которые необходимы при установке термостатов в квартирах.

Для бесчердачных 5–9-этажных жилых домов строительства 50–70 годов XX века осуществление пофасадного авторегулирования наиболее удобно, так как подающие и обратные магистрали проложены в подвале, и поэтому все сварочные работы для прокладки перемычек, объединяющих пофасадные ветки отдельных секций здания, выполняются только в подвале.

Подтверждением эффективности пофасадного авторегулирования может служить практика применения его в жилых зданиях, когда при температуре наружного воздуха – 5–8°C отопление освещенного солнцем фасада автоматически отключалось не только на период попадания солнечных лучей в окна, но и на такое же время после, за счет теплопоступлений от нагретых поверхностей стен и мебели. Важно, чтобы сигналом пофасадного авторегулирования служила температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений – интегратор воздействия солнечной радиации, инфильтрации наружного воздуха и внутренних тепловыделений на тепловой режим здания.

Попытка автоматизировать пофасадно разделенные системы отопления без связи с температурой внутреннего воздуха, ограничившись регулированием температуры теплоносителя в зависимости только от температуры наружного воздуха, даже используя датчик, освещаемый солнечными лучами, не только недостаточно эффективна, но и может привести к нарушению теплового режима здания. Во-первых, трудно найти подобие реакции изменения теплоотдачи системы отопления на степень освещения датчика наружной температуры солнечными лучами и, во-вторых, одновременно с освещением фасада солнцем может быть усиление

ветра в сторону того же фасада, что приведет к некомпенсируемому снижению температуры воздуха в помещениях, выходящих на этот фасад.

Регулирование только по внутренней температуре также нежелательно, так как это может привести к перерасходу тепла, например, когда в теплый период с появлением солнца из-за повышения внутренней температуры фасадная система отключилась, но температура все еще осталась повышенной, и жильцы дополнительно открывали форточки. После захода солнца температура воздуха понижалась, и отопление возобновлялось, но с увеличенным воздухообменом из-за открытых форточек. Поддержание заданного графика температуры теплоносителя в системе автоматизации с коррекцией по температуре внутреннего воздуха выполняет роль лимитирования подачи тепла.

В новом строительстве следует ориентироваться на оборудование отопительных приборов термостатами, поскольку они повышают комфортные условия, позволяя жильцам удовлетворять свои индивидуальные запросы по поддержанию нужной температуры воздуха. Вертикальные однотрубные или двухтрубные системы отопления с термостатами могут быть дополнены пофасадным авторегулированием для повышения стабильности работы термостатов и расширения пределов регулирования, поскольку при освещении одного из фасадов солнцем будут отключаться не только отопительные приборы, но и стояк. Пофасадное авторегулирование при этом выполняется без коррекции по внутренней температуре, а за счет регулирования температуры теплоносителя, подаваемого в фасадную систему отопления в зависимости от температуры наружного воздуха, измеренной датчиком, расположенным на данном фасаде и открытым для освещения солнечными лучами.

Чтобы измерить потребляемое тепло на каждом отопительном приборе с термостатом устанавливается датчик испарительного типа или электронный, по показаниям, которых расход тепла, измеренный домовым теплосчетчиком системы отопления, распределяется по каждой квартире.

Исходя из этого, индивидуальное измерение количества потребленного тепла при наличии термостата на отопительном приборе должно быть обязательным, ибо оно стимулирует жителей к экономии тепла. Без этого измерения ничего не мешает жильцу увеличить воздухообмен в квартире сверх минимально требуемого по санитарным нормам, и это приведет не к экономии, которой ожидают от установки термостатов, а к перерасходу тепла. Что же касается теплового режима для рядового потребителя электроэнергии, то опыт последних лет доказывает, что батареи становятся все холоднее. Все это подталкивает к поиску альтернативных способов согреться. Один из наиболее доступных вариантов - приобретение бытового нагревательного прибора. В настоящее время на рынке представлено достаточно много разнообразных аппаратов бытового назначения. Несмотря на различные принципы устройства, к ним предъявляются примерно одинаковые требования: эффективность, экономичность, комфортность и, по возможности, привлекательный дизайн. Одним из них является тепловая завеса.

Устроена тепловая завеса не сложно. Воздух, разгоняемый мощным вентилятором, проходит через нагревательный элемент, приобретая нужную скорость и температуру (как правило, не более 30-40 градусов Цельсия, чтобы не "ошпарить" человека, входящего с холодной улицы). В качестве нагревательного элемента обычно используется толстая электрическая спираль - тэн. Тэн хорош тем, что не разогревается до больших температур, а тепла дает много. Но иногда на завесах ставят более тонкие и горячие спирали, как на тепловентиляторах. Сложного монтажа электрозавеса не требует, ее просто "втыкают" в розетку, как какой-нибудь кипятильник. Однако мощность тепловой преграды в этом случае ограничена возможностями проводки. У завес другого типа, водяных, вместо электрической спирали используется змеевик, подключаемый к системе центрального отопления. Мощность водяного аппарата может быть очень большой, а эксплуатация обходится в копейки. Есть завесы, которые вообще

не имеют нагревательного элемента. Необходимый эффект достигается за счет плотности воздушного потока. Такие завесы, их называют воздушными, потребляют значительно меньше электроэнергии, но годятся только для помещений, где нет дефицита тепла. По типу установки завесы подразделяются на вертикальные и горизонтальные. Первые можно обнаружить на входе в метро, крупные магазины и учреждения, построенные еще при Царе Горохе. В таких системах нагретый воздух подается с боков. Вертикальные завесы импортного производства располагаются по бокам от дверного проема и через расположенный в полу горизонтальный канал подают теплый воздух снизу. Однако наибольшее распространение получили горизонтальные тепловые завесы, которые располагаются над дверным проемом и не занимают полезной площади. К тому же для перекрытия дверного проема они используют теплый воздух, который собирается под потолком, а потому экономят энергию необходимую для его подогрева. При выборе тепловой завесы определяющее значение имеет размер дверного проема. Чем выше дверь, тем большую скорость и интенсивность воздушного потока должна создавать завеса. Для простоты было введено понятие "эффективная высота установки" - это оптимальное расстояние от пола, на котором следует располагать завесу, чтобы она "дула", как надо. Если на высокий проем навесить устройство с небольшой "эффективной высотой", то холодный воздух легко пройдет через нижнюю часть дверного проема. Ничуть не лучше и слишком низкая установка - в этом случае возникают турбулентные потоки, приводящие к перерасходу тепла. Необходимо учитывать и ширину дверного проема. Завеса окажется бесполезной игрушкой, если не будет перекрывать его весь - холодный воздух просто обойдет ее сбоку. Чтобы этого не происходило, в слишком широкие проемы устанавливают по несколько устройств в ряд. Чтобы понять, какую тепловую мощность должна иметь завеса, приходится руководствоваться сразу несколькими факторами: важно обустройство входа в помещение (с

тамбуром или без, двери вертушки и т.д.), количество посетителей, температура в холодное время года. Понятно, здесь лучше полностью довериться мнению специалиста. Если завеса установлена на большой высоте, пульт дистанционного управления не будет лишним. В противном случае придется обзавестись лестницей-стремянкой, которую придется где-то хранить и чуть что таскать к месту установки прибора. Ну а если поток посетителей не слишком велик, стоит приобрести термостат. Оборудованная им завеса включится лишь тогда, если температура в помещении или тамбуре (смотря, где находится завеса) опустится ниже установленного значения.

Автоматизированный тепловой пункт, который представлен на рисунке 9, позволяет более тонко отрегулировать тепловой режим каждого отдельного здания, дифференцировать давление холодной и горячей воды по разноэтажным зданиям, несколько упростить узлы зачета энергоресурсов, сократить общее количество разводящих трубопроводов. При этом расход тепловой энергии снижается на 7–10% за счет ликвидации перетоков в переходный осенне-весенний период.



Рисунок 9 - Автоматизированный тепловой пункт

По соответствующей программе регулятор может осуществлять понижение температуры воздуха в помещениях в ночные часы и выходные

дни, что наиболее актуально для зданий бюджетной сферы. Рекомендуется устанавливать приборы в двухканальном исполнении (второй канал обеспечивает постоянство температуры воды в системе горячего водоснабжения).

Для получения дополнительной экономии тепла рекомендуется применять пофасадное регулирование в зданиях, системы, отопления которых ориентированы по сторонам света.

Пофасадное регулирование позволяет снизить расход тепла за счет более полного использования солнечной радиации, а также обеспечивает дополнительную подачу тепла при ветре только в помещениях, расположенных на наветренном фасаде здания. Функциональная схема организации пофасадного регулирования приведена на рисунке 10.

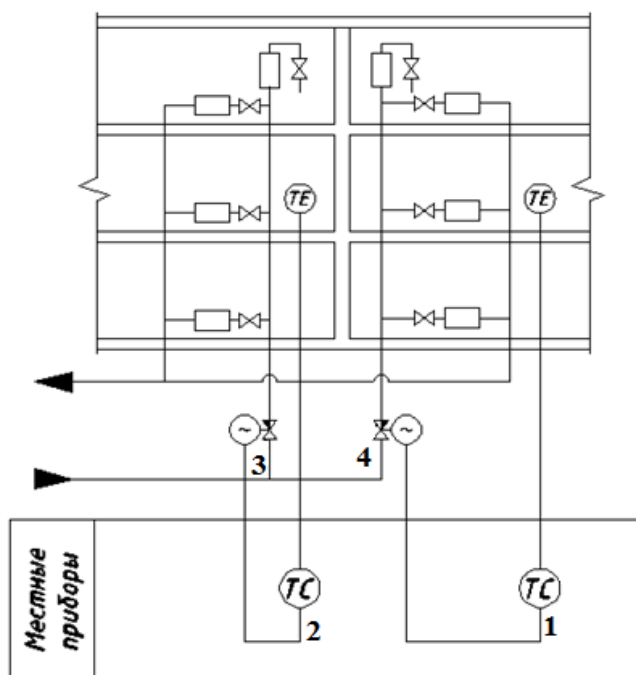


Рисунок 10 - Система отопления с пофасадным регулированием:
1, 2 – регуляторы; 3, 4 – регулирующие клапаны

Для зданий выше 9 этажей в ряде случаев, наряду с пофасадным регулированием, следует применять вертикальное позонное регулирование. Подтверждением эффективности пофасадного авторегулирования может

служить практика применения его в жилых зданиях, когда при температуре наружного воздуха от 5 до 8°C отопление освещенного солнцем фасада автоматически отключалось не только на период попадания солнечных лучей в окна, но и на такое же время после, за счет теплопоступлений от нагретых поверхностей стен и мебели. Важно, чтобы сигналом пофасадного авторегулирования служит температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений – показатель воздействия солнечной радиации, инфильтрации наружного воздуха и внутренних тепловыделений на тепловой режим здания.

2. РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОГО ПРОЕКТА ПОФАСАДНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИИ

2.1 Характеристика объекта

В качестве объекта спроектирован эскиз здания учебного корпуса, расположенного в городе Екатеринбург.

Основные характеристики объекта:

- количество этажей – 5;
- отапливаемая площадь – 1677 м²;
- отапливаемый объем – 8385 м³;
- численность постоянно пребывающих в здании человек -240.

2.1.1 Характеристика тепло потребляемых установок здания

По способу подключения отопительной системы к теплоснабжающей - зависимое, по способу присоединения к системе теплоснабжения горячего водоснабжения – открытое, система отопления - централизованное, двухтрубное, пофасадное.

Проект разработан на расчетную минимальную температуру наружного воздуха -35°С, для г. Екатеринбурга. Теплоснабжение осуществляется от центральной теплосети с параметрами теплоносителя:

- температура теплоносителя в подающем трубопроводе 130°С;
- температура теплоносителя в обратном трубопроводе 70°С.

Характеристики систем:

- система отопления зависимая;

- система горячего водоснабжения открытая, циркуляция теплоносителя через теплообменник.

Теплоносителем в системе является подготовленная вода с температурой в прямом и обратном трубопроводе по температурному графику 130/70°C соответственно.

2.2 Расчет тепловых нагрузок и энергопотребления

В таблице 1 представлены исходные данные для расчета общих и чистых тепловых потерь.

В таблице 2 представлены исходные данные для расчета дневного, ночного, общего и чистого энергопотребления, годовых затрат.

Таблица 1 - Расчет тепловых нагрузок

Исходные данные для расчета тепловых нагрузок		
1	2	3
Название элемента	Значение	Единица измерения
Площадь пола	1677	м.кв.
Площадь потолка	1677	м.кв.
Высота помещения	3,0	м
Общая площадь окон	170	м.кв.
Высота расположения окон	1,0	м
Общая площадь дверей(ворот)	190,0	м.кв.
Площадь наружных стен	1800	м.кв.
Коэф. теп. пер.(КТП) через окна	1,80	Вт/м2*С
КТП через двери/ворота	1,00	Вт/м2*С
КТП через наруж. стены	0,80	Вт/м2*С
КТП через потолок	0,80	Вт/м2*С
КТП через пол	0,30	Вт/м2*С
Треб. темп. внутри помещения	20,0	гр. С
Наружная температура мин.	-35,0	гр. С
Среднегодовая температура.	3,2	гр. С
Внутреннее теплоизлучение	0	Вт/м.кв.
Коэфф. сменности объема	1,0	Об./час
Температурный градиент	2,5	гр.С/м

Окончание таблицы

1	2	3
Исходные данные для расчета теплопотерь		
Через пол	14150	Вт
Через потолок	85527	Вт
Через окна	17978	Вт
Через входные двери/ворота	11400	Вт
Через наружные стены	86400	Вт
Суммарные теплопотери	215454	Вт
Через вентиляцию	99614	Вт
Общие потери	315068	Вт
Внутренние источники тепла	0	Вт
Чистые тепловые потери	315068	Вт
Удельная тепловая мощн. на 1м ²	188	Вт/м.кв.
Удельная тепловая мощн. на 1 м ³	63	Вт/м.куб.

Таблица 2 - Расчет энергопотребления

Исходные данные		
Название элемента	Значение	Единица
Ночная температура	24,0	гр. С
К-т сменности объема ночью	0,10	Об./час
Время поддержания дневной t	12,0	час/24ч.
Время поддержания ночной t	12,0	час/24ч.
Режим поддержания t(за неделю)	7	дней
Стоимость 1кВтч(ориентировочно)	0,52	руб/кВтч.
Дневное энергопотребление		
Пол	37020	кВтч/год
Потолок	106066	кВтч/год
Окна	21958	кВтч/год
Ворота и двери	13981	кВтч/год
Наружные стены	105961	кВтч/год
Вентиляция	131256	кВтч/год
Суммарное энергопотребление	416242	кВтч/год
Ночное энергопотребление		
Пол	45834	кВтч/год
Потолок	127734	кВтч/год
Окна	27459	кВтч/год

Окончание таблицы

1	2	3
Ворота и двери	17310	кВтч/год
Наружные стены	137103	кВтч/год
Вентиляция	15125	кВтч/год
Суммарное энергопотребление	370565	кВтч/год
Общее энергопотребление	786807	кВтч/год
Внутренние источники тепла	0	кВтч/год
Чистое энергопотребление	786807	кВтч/год
Годовые затраты	409140	руб/год
При проведении теплового расчета не учитывались возможные снижения		

2.3 Выбор оборудования и определение места установки

Были выбраны следующие регулирующие устройства, которые представлены в таблице 3

Таблица 3 - Регулирующие устройства

Наименование		Обозначение	Кол шт.	Общая стоимость, руб.	
1		2	3		
Контроллер для систем отопления, КРЕЙТ		МИР-103	1	17476,00	
Модуль управления программируемый, КРЕЙТ		МУ-71	1	11790,00	
Датчик температуры наружного воздуха		ДТС125 50М В2 80	2	944,00	
Датчик температуры внутреннего воздуха в здании		QAA24	1	649,70	
Датчик температуры в контурах (прямом, обратном и отоплении)	Погружной	Датчик	3	ДТС035-50М.В3.80	749,30
		Гильза		Г3.16.1.1.80	843,50
		Бобышка		Б.П.1.20×1,5.40.1	212,40
Клапан запорно-регулирующий		VUN040 F300	1	15781,00	
Привод клапана		AVM105 F120	1	8260,00	

Окончание таблицы

1	2	3	4
Обратный клапан фланцевый	Zetkama V287-040	5	11233,50
Насос циркуляционный	UPS 40-120	2	26920,00
Шкаф навесной коммутационный	600×600×250	1	3854,00
Блок питания	24В/5А	1	2398,00
Выключатель автоматический двухполюсный	6А С ВА47-29 4.5кА (MVA20-2-010-C)	1	669,00
Выключатель автоматический трехполюсный	4.5КА SH203L 16А ABB	1	3258,00
Кабельная продукция			2000,00
Общая стоимость с НДС			126305,3
Общая стоимость без НДС			107038,4

2.3.1 Выбор регулирующего устройства

Контроллер марки КРЕЙТ Т10.00.103 РЭ МИР-103 с модулем расширения контроллера марки МУ-71. Регулятор входит в систему приборов «ТЭКОН-20» и предназначен для:

- преобразования выходных сигналов первичных ИП (главным образом термопреобразователей сопротивления типов ТСМ и ТСР) в соответствующие измеряемые физические величины (в температуру);
- ввода необходимых данных от других модулей через магистраль CAN-BUS при работе в составе системы ТЭКОН-20;
- формирования управляющих сигналов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ - сигналов) на двух связанных дискретных выходах (до 3 пар) для управления реверсивными исполнительными механизмами;
- формирования на основе входной информации или времени дискретных управляющих сигналов на отдельных выходах по запрограммированным законам с выполнением арифметических и

логических операций, вычислением алгебраических и тригонометрических функций

Регулятор, представленный на рисунке 11, имеет:

- шесть основных каналов измерения аналоговых сигналов от ИП с последующим преобразованием в физические величины;
- дополнительный канал измерения аналогового сигнала от встроенного датчика температуры (применяется, например, в качестве датчика температуры холодного спая термопары);
- высокоскоростной (до 300 кБод) интерфейс последовательного обмена в виде магистрали CAN-BUS для возможности начальной настройки регулятора с ПК, а также для обмена данными в процессе работы с другими модулями, подключенными к магистрали;
- вспомогательный интерфейс последовательного обмена RS-232;
- шесть дискретных управляющих выходов. Могут использоваться либо попарно для управления реверсивными исполнительными механизмами по принципу «больше/меньше» с возможностью ШИМ, либо каждый выход независимо для целей сигнализации и дискретного управления;
- один дискретный вход общего назначения типа «сухой контакт»;
- встроенные энергонезависимые часы реального времени, функционирующие и при отключенном питании;
- двухстрочный алфавитно-цифровой жидкокристаллический дисплей с подсветкой для индикации значений и названий параметров по выбору пользователя согласно меню, настроенному на этапе пусконаладочных работ, а также для некоторых операций по управлению регулятором, в том числе корректировки параметров;

- три многофункциональные кнопки для выбора индицируемой на дисплее информации, выбора режима работы и корректировки параметров регулятора.

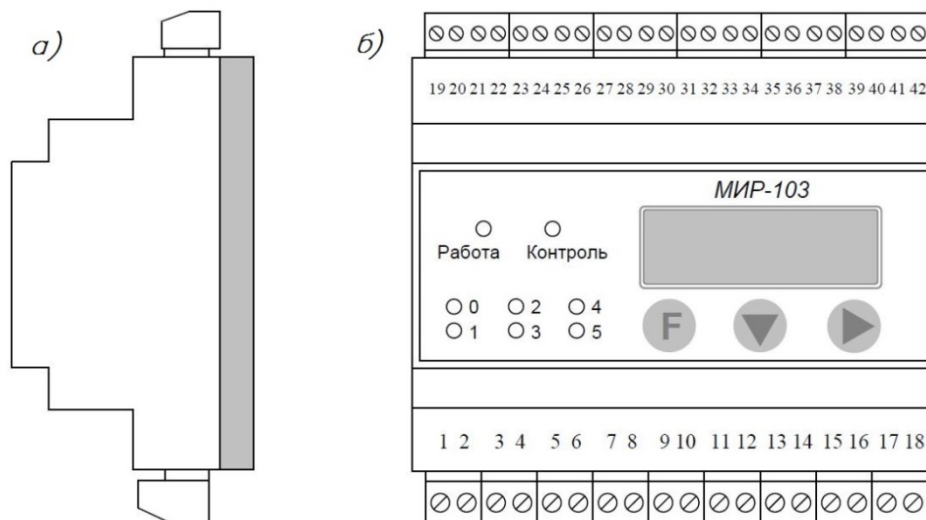


Рисунок 11 - Внешний вид и нумерация клемм регулятора:

а) вид сбоку; б) с передней панели

Устройство и работа прибора

Регулятор обеспечивает защиту от несанкционированного чтения и изменения заводских и рабочих настроек через двухуровневую систему паролей. Регулятор обеспечивает сохранение без искажения информации о введенных константах, задачах и характеристиках, размещенных в постоянной репрограммируемой памяти с электрическим стиранием и записью информации, в течение всего срока службы. Число циклов перезаписи до 100000.

Регулятор обеспечивает сохранение без искажения даты и времени, среднечасовых и архивных параметров, размещенных в оперативной памяти (ХОЗУ) с питанием от встроенной литиевой батарейки, в течение не менее 10 000 часов с момента отключения первичного источника питания. Питание регулятора – внешний источник постоянного тока напряжением 18–36 В. Потребляемая мощность не более 3 Вт. Изоляция измерительных

электрических цепей относительно цепей питания выдерживает в течение 1 минуты действие испытательного напряжения практически синусоидальной формы амплитудой 500В, частотой от 45 до 65 Гц при нормальных климатических условиях. Минимально допустимое электрическое сопротивление изоляции электрических цепей питания относительно корпуса не менее 20 МОм при нормальных климатических условиях.

Регулятор устойчив и прочен к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха согласно группе исполнения С3 по ГОСТ Р 52931. Регулятор устойчив и прочен к воздействию атмосферного давления согласно группе исполнения Р1 по ГОСТ Р 52931. Регулятор устойчив и прочен к воздействию механических нагрузок согласно группе исполнения L1 по ГОСТ Р 52931. Защищенность регулятора от проникновения воды и внешних твердых предметов соответствует степени защиты IP20 по ГОСТ 14254. Регулятор прочен к воздействию климатических факторов и механических нагрузок в транспортной таре при транспортировании автомобильным и железнодорожным транспортом, а также авиатранспортом в герметизированных и отапливаемых отсеках в соответствии с ГОСТ Р 52931. Габаритные размеры регулятора не превышают 110x70x65 мм. Масса регулятора не более 0,5 кг. Средняя наработка на отказ не менее 25000 ч. Критерием отказа является несоответствие требованиям ТУ 4217-022-44147075-12.

Средний срок службы не менее 12 лет. Критерием предельного состояния является превышение затрат на ремонт 50% стоимости нового прибора. Среднее время восстановления работоспособного состояния не более 4 ч.

2.3.2 Выбор клапана запорно-регулирующего (КЗР)

В качестве КЗР был выбран клапан модели «VUN040 F300» Данные устройства предназначены для установки на трубопроводы жидких и

газообразных сред с целью непрерывного регулирования расхода рабочей среды, а так же в качестве запорного устройства:

- Q_{vs} (максимальный расход воды, который он может пропустить) от 2,5 до 2500 м³/час;
- пропускная характеристика: линейная, равнопроцентная, специальная;
- конструкция регулирующего органа: односедельная, пробочная, клеточная.

2.3.3 Обратный клапан фланцевый Zetkama V287-040

Обратный клапан служит для предотвращения обратного потока среды в трубопроводе. Клапаны применяются для систем теплоснабжения, водоснабжения, промышленности, холодоснабжения, кондиционирования, судостроения.

Применяемые среды: вода, пар, раствор гликоля, воздух, диатермическое масло, трансформаторное масло, термальное масло, нейтральные среды.

2.3.4 Насос циркуляционный UPS 40-120

Циркуляционные насосы UPS представляют собой циркуляционные насосы с «мокрым» ротором, который предназначен для создания принудительной циркуляции жидкости в одно- или двухтрубных системах отопления или горячего водоснабжения при стабильном или слабо меняющемся расходе. Ротор располагается непосредственно в перекачиваемой среде, ротор от статора отделяет гильза из нержавеющей стали, подшипники смазываются и охлаждаются перекачиваемой жидкостью. Двигатель насоса однофазный, с термозащитой, в зависимости от модели, работает на одной, либо на трех скоростях. Регулировка

мощности трехскоростных двигателей производится механическим трехпозиционным переключателем. Циркуляционные насосы – с резьбовыми присоединительными патрубками. Циркуляционные насосы серий UPS – с фланцевыми соединениями с проходным сечением от DN32 до DN65. Насосы серии UPS предназначены для систем отопления больших размеров. Корпус насоса UPS - чугун.

Схема расположения оборудования здания находится в [приложение Б](#)

2.4 Разработка алгоритмов систем регулирования

В данной работе были разработаны следующие алгоритмы:

- включения осеннего прогрева здания,
- регулирования температуры воздуха в помещении по расписанию,
- формирования температурных графиков.

Для разработки алгоритмов была использована библиотека функций программы визуального программирования РОМБ МИР - 103

2.4.1 Алгоритм включения осеннего прогрева зданий

В данном алгоритме были использованы следующие операции такие как:

- арифметические операции (сложение, умножение, вычитание);
- выбор параметра («переключатель»);
- двухпозиционное регулирование (Срабатывание по «больше» и «меньше»);
- логические функции (Логическое «И» $X1 \& X2 \rightarrow Y$).

Арифметические операции - выполняют функцию сложение двух элементов.

«Переключатель» - его задача на основе алгоритма 0121 назначает в качестве выходного параметра Y один из двух параметров с плавающей запятой $X1$ или $X2$ в зависимости от значения битового параметра P : $Y = X1$ при $P=0$ $X2$ при $P=1$

«Меньше» - задача регулирования на основе алгоритма 0711 выполняется сравнением параметра « X » с установкой « K » в соответствии с рисунком 12, вариант «б», как функция: $Y = 1$ при $X < K$ 0 при $X \geq K$, переключение в обоих направлениях выполняется с учетом заданной ширины зоны гистерезиса « d » и задержки « dT », которая может задаваться в диапазоне от 0 до 255 секунд с шагом 1с (рисунок 12).

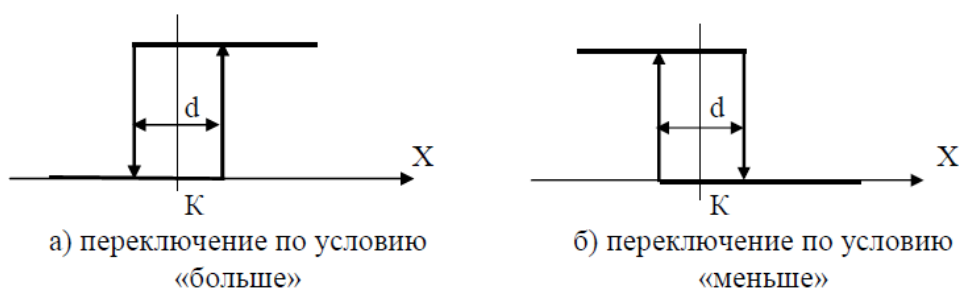


Рисунок 12 - Параметр установки

Функция логическое «И» ($X1 \& X2 \rightarrow Y$) - объединяет два параметра. Алгоритм включения осеннего прогрева зданий находится в [приложение Г](#)

2.4.2 Алгоритм регул температуры воздуха в помещении по расписанию

В данном алгоритме были использованы следующие операции такие как:

- линейный датчик;
- специальные функции (почасовое регулирование);

- выбор параметра («переключатель»);
- арифметические операции (сложение, умножение, вычитание);
- специальные функции Стандартный температурный график отопления;
- логические функции Логическое «ИЛИ» на 4 входа.

Линейный датчик - задача на основе алгоритма 0106 позволяет рассчитать значение выходного параметра Y, линейно зависящее от входного параметра X по формуле:

$$Y = Y_{min} + (X - X_{min}) * (Y_{max} - Y_{min}) / (X_{max} - X_{min})$$
 где X - входной параметр;

Y - выходной параметр;

X_{min}, X_{max} - пределы изменения по входному параметру;

Y_{min}, Y_{max} - пределы изменения по выходному параметру.

При выходе входного параметра за заданный диапазон (X_{min}, X_{max}) выходной параметр ограничивается на соответствующем уровне (Y_{min}, Y_{max}), но никаких сигналов отказа не формируется.

Специальные функции - задача на основе алгоритма 0127 «Почасовое регулирование» предназначена для выбора одного из 24 табличных значений параметра в зависимости от текущего астрономического часа в сутках. Значения параметров вводятся при настройке. Выбранное значение помещается в выходной параметр.

«Переключатель» - его задача на основе алгоритма 0121 назначает в качестве выходного параметра Y один из двух параметров с плавающей запятой X1 или X2 в зависимости от значения битового параметра P:

$$Y = X1 \text{ при } P=0 \quad X2 \text{ при } P=1$$

Арифметические операции - выполняют функцию сложение двух элементов.

Специальные функции. Стандартный температурный график отопления - задача на основе алгоритма 0118 «Стандартный температурный

график» предназначена для расчета требуемой температуры воды отопления в зависимости от температуры наружного воздуха согласно установленному в системе «Свердловэнерго» стандартному графику. Графики 130, 105, 95 относятся к подающему трубопроводу, график 70 – к обратному трубопроводу. Графики определены с шагом 1 градус для температур наружного воздуха от минус 31 градуса до плюс 8 градусов. При настройке указывается тип графика и номер параметра, содержащего температуру наружного воздуха. Сами графики при работе выбирает из хранящихся в памяти таблиц значение температуры воды, соответствующее текущей температуре наружного воздуха, округленной до ближайшего целого значения, и помещает его как выходной параметр с плавающей запятой. При выходе температуры воздуха за пределы таблицы выдается значение температуры воды, соответствующее ближайшей крайней точке таблицы.

Данный алгоритм находится в [приложение Ж](#)

2.4.3 Алгоритм формирования температурных графиков

В данном алгоритме были использованы следующие операции такие как:

- арифметические операции (сложение, умножение, вычитание)
- линейный датчик.

Арифметические операции - выполняют функцию сложение двух элементов.

Линейный датчик - задача на основе алгоритма 0106 позволяет рассчитать значение выходного параметра Y , линейно зависящее от входного параметра X по формуле:

$Y = Y_{min} + (X - X_{min}) * (Y_{max} - Y_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ где X - входной параметр;

Y - выходной параметр;

X_{min} , X_{max} - пределы изменения по входному параметру;

Y_{\min} , Y_{\max} - пределы изменения по выходному параметру.

При выходе входного параметра за заданный диапазон (X_{\min} , X_{\max}) выходной параметр ограничивается на соответствующем уровне (Y_{\min} , Y_{\max}), но никаких сигналов отказа не формируется.

Алгоритм формирования температурных графиков находится в [приложение Д](#)

2.5 Методическая часть

2.5.1 Педагогический адрес

Данное методическое обеспечение разработано для студентов СПО, обучающихся специальности 13.02.02 «Теплоснабжение и теплотехническое оборудование» профессиональный модуль ПМ 01 «Эксплуатация теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения» является одним из основных. В его состав входит междисциплинарный курс МДК 01.01. «Эксплуатация, расчет и выбор теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения», в ходе которого у обучаемых формируются профессиональные компетенции ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3. Мы рассмотрим формирования профессиональной компетенции 1.2 «Управлять режимами работы теплотехнического оборудования систем теплоснабжения».

В соответствии с климатом, где основная часть года холодная, необходимо обеспечить теплом зданий: жилых домов, офисов и других помещений. Теплоснабжение обеспечивает комфортное проживание, если это квартира или дом, продуктивную работу, если это офис или склад.

Под термином «Теплоснабжение» понимают - снабжение систем отопления здания горячей водой либо паром. Чаще всего источником теплоснабжения являются теплоэлектроцентрали и котельные.

В данном методическом обеспечении представлена практическая работа с использованием стенда. Данный лабораторный стенд предоставляет возможности регулирования системами теплоснабжения с использованием термоконтроллера и ПИ регулятора. Проводя практические работы на данном стенде, студент может увидеть работу системы теплоснабжения на примере этой установки.

2.5.2 Учебный материал

Тема «Подача тепла в здание»

Содержание лекции:

1. Виды теплообеспечения
2. Открытые системы теплоснабжения
3. Закрытые системы теплоснабжения
4. Зависимая и независимая системы теплоснабжения
5. Теплосчетчики и термораспределители
6. Экономия ресурсов

Виды теплообеспечения

Одновременно схемы обустройства систем теплообеспечения бывают:

- централизованными - ими обслуживаются целые жилые районы или населенные пункты;
- местными – для обогрева одного строения или группы зданий.

Открытые системы теплоснабжения

В открытой системе вода подается постоянно из теплоцентрали и это компенсирует ее расход даже при условии полного разбора. В советское время по такому принципу функционировало примерно 50% теплосетей, что объяснялось экономичностью и минимизацией затрат на обогрев и ГВС.

Закрытые системы теплоснабжения

Представляет собой закрытая система теплоснабжения конструкцию, в которой теплоноситель, циркулирующий в трубопроводе, используется

только для обогрева и вода из тепловой сети не отбирается на горячее водоснабжение.

Зависимая и независимая системы теплоснабжения

И открытая и закрытая система теплоснабжения могут подсоединяться двумя способами – зависимым и независимым.

Зависимый способ подключения открытой системы означает подсоединение через элеваторы и насосы. В независимом типе горячая вода поступает через теплообменник.

В отличие от зависимого варианта подключения, независимое считается более дорогим, но зато качество воды в трубопроводе более высокое.

В отличие от зависимого варианта подключения, независимое считается более дорогим, но зато качество воды в трубопроводе более высокое.

Виды теплосчетчиков

Установка теплосчетчиков в лучшем случае позволяет снизить расходы на оплату за пользование тепловой энергией, если договорные тепловые нагрузки завышены по сравнению с требуемыми или при отключении ряда систем теплоснабжения.

Существуют различные теплосчетчики, например как механические.

Механические теплосчетчики порадуют потребителя простотой. В них поступательное движение потока теплоносителя преобразуется во вращательное движение измерительного элемента устройства для определения количества теплоты.

Тахометрические теплосчетчики - счетчики тепла. Принцип действия, основан на преобразовании поступательного движения потока жидкости во вращательное движение измерительной части. Механические теплосчетчики состоят из тепловычислителя и механических роторных или крыльчатых водосчетчиков.

Ультразвуковые теплосчетчики, цена на которые будет чуть выше, чем на другие модели, определяют количество потребляемой теплоты по изменению временного промежутка, за который ультразвук проходит от источника данного сигнала до его приемника.

Вихревые теплосчетчики функционируют за счет известного физического явления, заключающегося в образовании вихрей позади препятствия, находящегося на пути потока.

В том числе, существует множество видов электромагнитных теплосчетчиков, например:

- ТЭМ-104 теплосчетчик электромагнитный;
- теплосчетчики SA-94 SA-94/1 микропроцессорный.

Тахометрические теплосчетчики - счетчики тепла принцип действия, которых основан на преобразовании поступательного движения потока жидкости во вращательное движение измерительной части.

2.5.3 Структурно логический анализ

Уровень усвоения учебных элементов, пройденных в теме «Пофасадное регулирование тепловой энергии в здании учебного корпуса», представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Спецификация учебных элементов

Наименование УЭ	Опорное	Новое	Уровень
Подача тепла		+	1
Теплосчетчик	+		1
Теплоноситель	+		1
Котел	+		1
Уклон (подачи-оборотки)	+		1
Радиатор	+		1
Тахометрический		+	1
Механический	+		1
Вихревой		+	1
Электромагнитный	+		1

Окончание таблицы

1	2	3	4
Ультразвуковой;		+	1
Элеватор		+	1
Циркулярный насос	+		1
Термостат	+		1
Расширительный бак	+		1
Тепловая сеть	+		1
Теплоснабжение	+		1
Водосчетчик	+		1
Холодная вода	+		1
Горячая вода	+		1
Отопление	+		1

Граф учебных элементов

Граф учебных элементов представлен на рисунке 13

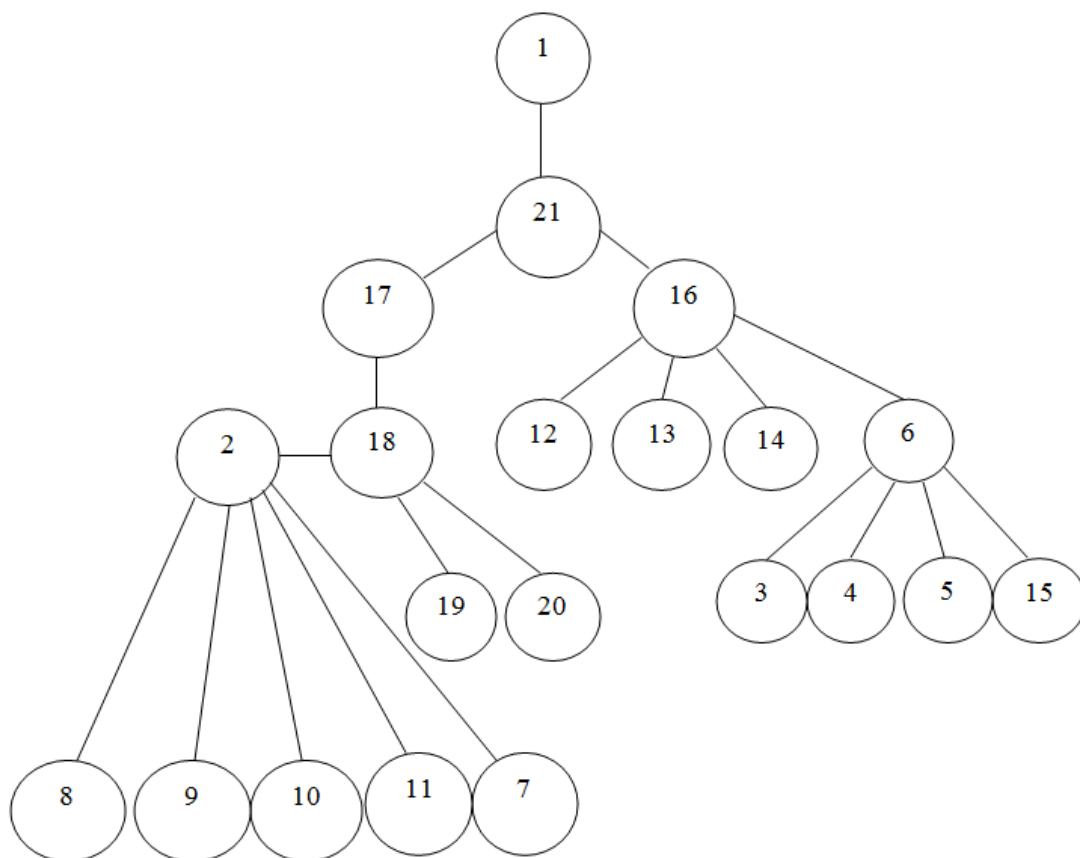


Рисунок 13 - Граф учебных элементов

2.5.4 Фонд оценочных средств

Паспорт фонда оценочных средств по теме.

Результаты освоения темы, подлежащие проверке.

В результате освоения темы обучающийся должен:

Знать:

Устройство, принцип действия и характеристики:

основного и вспомогательного теплотехнического оборудования и систем теплоснабжения.

Уметь:

- Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем теплоснабжения.
- Осуществлять меры по предупреждению и локализации аварий теплоснабжения.
- Составлять, принципиальные тепловые схемы тепловых пунктов, котельных и ТЭС.

Владеть:

- Правилами и методами управления режимами работы теплотехнического оборудования и систем теплоснабжения.
- Технологией организации процессов бесперебойного теплоснабжения и контроля над температурным режимом тепловых сетей.

Спецификация оценочных средств освоения темы

В таблице 5 представлена спецификация оценочных средств.

Таблица 5 - Спецификация оценочных средств

Результаты освоения	Критерии для оценивания	Вид оценочных средств
<p>Уметь:</p> <p>Корректировать подачу тепла в зависимости от условий;</p> <p>Выполнять безопасные пуск, остановку и обслуживание во время работы теплотехнического оборудования и систем тепло и топливоснабжения;</p> <p>Выполнять наладку теплоснабжения</p> <p>Осуществлять пуск и останов теплотехнического оборудования и систем теплоснабжения.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Грамотно осуществляет алгоритмы в зависимости от условий. • Правильно осуществляет теплотехническое оборудование и системы теплоснабжения к пуску и остановке. • Правильно выполняет наладку и регулировку теплоснабжения. 	Задание № 1 (Реферат)
<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Устройство, принцип действия и характеристики: • Основного и вспомогательного теплотехнического оборудования и систем теплоснабжения; <p>Правило:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Устройство и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, трубопроводов пара и горячей воды; 	Знает составляющие теплотехнического оборудования;	—
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Правилами и методами управления режимами работы теплотехнического оборудования и систем теплоснабжения. • Технологией организации процессов бесперебойного теплоснабжения и контроля над температурным режимом тепловых сетей. 	Правильно организует процессы теплоснабжения	Лабораторная работа №1

Лабораторная работа №1

Полное содержание практической работы «Исследование работы системы горячего водоснабжения. Установка PI-регулирования.» представлено в [приложении А](#)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе на тему «Пофасадное регулирования тепловой энергии в здании», были выполнены следующие задачи:

- изучены преимущества системы пофасадного регулирования тепловой энергии;
- изучены существующие условия теплоснабжения учебного корпуса;
- выбрана схема регулирования для здания учебного корпуса;
- рассчитана тепловая нагрузка;
- выбрано оборудование пофасадного регулирования теплоснабжения и определено место его установки;
- оценен экономический эффект от внедрения;
- оценена безопасность и экологичность мероприятия.

В качестве объекта автоматизации было выбрано здание учебного корпуса Свердловской области г. Екатеринбурга. Внедрение современных комплексных систем пофасадного регулирования тепла, повышает энергоэффективность объекта, обеспечивает централизованный учет тепло- и энергоресурсов, обеспечивает высокое качество коммунальных услуг и комфортные условия для потребителей, снижает расходы на эксплуатацию, снижает коммунальные платежи, увеличивает срок службы оборудования.

Система пофасадного регулирования тепла представляет собой систему из датчиков температуры, клапана запорно-регулирующего (КЗР), обратного клапана, циркуляционных насосов (основной, резервный), датчика давления.

Инвестиции окупятся в течение первого года эксплуатации, экономический эффект составит 14,5 тысяч рублей.

Принятая к разработке в проекте схема теплоснабжения обеспечивает:

- нормативный уровень теплоэнергосбережения;
- требования экологии;
- безопасность эксплуатации.

Таким образом, был сделан вывод, что внедрение системы пофасадного регулирования тепловой энергии станет не только снижением объемов расходов, и производственных затрат, но и улучшение работы системы теплоснабжения. Так же, оно эффективно при реконструкции существующих протяженных, многосекционных зданий, выполняемые без замены системы отопления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бутузов В.А. Гелиоустановка ГВС котельной с вторым контуром. – Москва: Высшая школа, 2007. 146 с.
2. Бутузов В.А. Выбор системы солнечного теплоснабжения для индивидуальных тепловых пунктов. Энергосбережение. – Москва: Высшая школа, 2002. 256 с.
3. Бутузов В.А., Брянцева Е.В., Промышленная энергетика. – Москва: Высшая школа, 2003. 430 с.
4. Виторио Биарзи. Солнечные коллекторы: эффективность вертикальной установки. Энергосбережение. - Москва: Высшая школа, 2014. 184 с.
5. Деспетчеризация тепловодопотребления. Заметки. [Электронный ресурс] : Режим доступа <http://terion.su/post/Теплоснабжение.html>, 2015 г.
6. Зыков А.К. Паровые и водогрейные котлы. Справочное пособие. [Книга]. - Москва : Энергоатомиздат, 2006. - 128с.
7. Инструкция по внедрению технологии пофасадного регулирования [Электронный ресурс]. - Режим доступа <http://e-audit.gefest.me/services/apartment/103-pofasadnoe-regulirovanie-sistemy-otopleniya.html>
8. Инонин А.А. Хлыбов Б.М. Теплоснабжение [Книга]. - Москва : Стройиздат, 2011.
9. Каталог продукции. Официальный сайт «КРЕЙТ» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.kreit.ru>
10. Козин В.Е., Левина Т.А., Марков А.П. Теплоснабжение. Учебное пособие для студентов. [Книга]. - Москва , 2010. - 408с.
11. Контроллер одно и двухконтурных систем отопления и ГВС. ТРМ232М-Х.01. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

12. Копко В.М. Теплоизоляция трубопроводов теплосетей. Учебное методическое пособие. [Книга]. - Минск : Технопринт, 2013. - 160с.
13. «Мероприятие по организации автоматизированного теплового пункта с внедрением системы пофасадного регулирования тепловой нагрузки здания» [Электронный ресурс] : Режим доступа <http://energosber.chipk.ru/cases/case18.htm>
14. Николаева А.А. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. [Книга]. - Москва : Стройиздат, 2010. - 361с.
15. Пофасадное регулирование [Электронный ресурс] : Режим доступа <http://www.ngpedia.ru/id389613p1.html>
16. Пофасадное регулирование теплового режима здания, тепловые завесы [Электронный ресурс] : Режим доступа <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=478587>
17. Российское образование. Федеральный образовательный портал //Федеральный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование, 2014 г.. [Электронный ресурс] : Режим доступа <http://www.edu.ru/abitur/act.86/index.php>.
18. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.russian-city-climate.ru/>.
19. Твайделл Д.Ж., Уэйр Б.А. Возобновляемые источники энергии: Переведен с английского. – Москва: Энергоатомиздат, 2013. 392 с.
20. Хрюкин Н.С. Вентиляция и отопление аккумуляторных помещений [Книга]. - Санкт-Петербург : Энергия, 2013. - 116с.
21. Циркуляционные насосы серии UPS [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.unipump.ru/products/38/99/>.
22. Циркуляционный насос для систем отопления Grundfos UPS 40-120 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.steef.ru/cat/heating/pumps/grundfos/200/UPS_200/UPS_50-120_F/.

23. Щекин Р.В. Справочник по теплоснабжению и вентиляции [Книга] // Отопление и теплоснабжение - Киев : "Омега-Л", 2013. - 4.

24. Элеваторы в системе отопления - [Электронный ресурс]: Режим доступа <http://gidotopleniya.ru/kotly-i-kotelnoe-oborudovanie/elevator-otopleniya-dlya-chego-nuzhny>, 2013 г

25. Пофасадное регулирование отопления - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://teplopunkt.ru/forum/index.php?t=906>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лабораторная работа №1 (полное описание)

Исследование работы системы горячего водоснабжения.

Установка PI-регулирования.

Цель работы:

Практическое ознакомление с системой горячего водоснабжения, исследование характеристик системы. Изучение особенностей PI-регулирования.

ВВЕДЕНИЕ

Стенд осуществляет работу теплопункта в режиме «горячего водоснабжения», когда заданная температура горячей воды поддерживается на выходе из теплообменника в функции разбора воды. Позволяет проводить анализ изменения расхода теплоносителя в зависимости от водопотребления.

Возможности стенда:

- сезонные изменения и вариации температур контролируются системой регулирования;
- возможность установки ночной и дневной температур;
- периоды снижения температур и низкое энергопотребление при отсутствии или малых нагрузках на отопление;
- возможность выбора ручного, автоматического, постоянно нормальной, постоянно-пониженной температуры;
- возможность изменения настроек встроенного ПИ-регулятора;
- возможность изменения влияния температуры возвращаемого теплоносителя;
- возможность изменения ограничения температуры возвращаемого теплоносителя.

Описание установки стенда имитационной системы отопления и горячего водоснабжения представлено на рисунок 7.

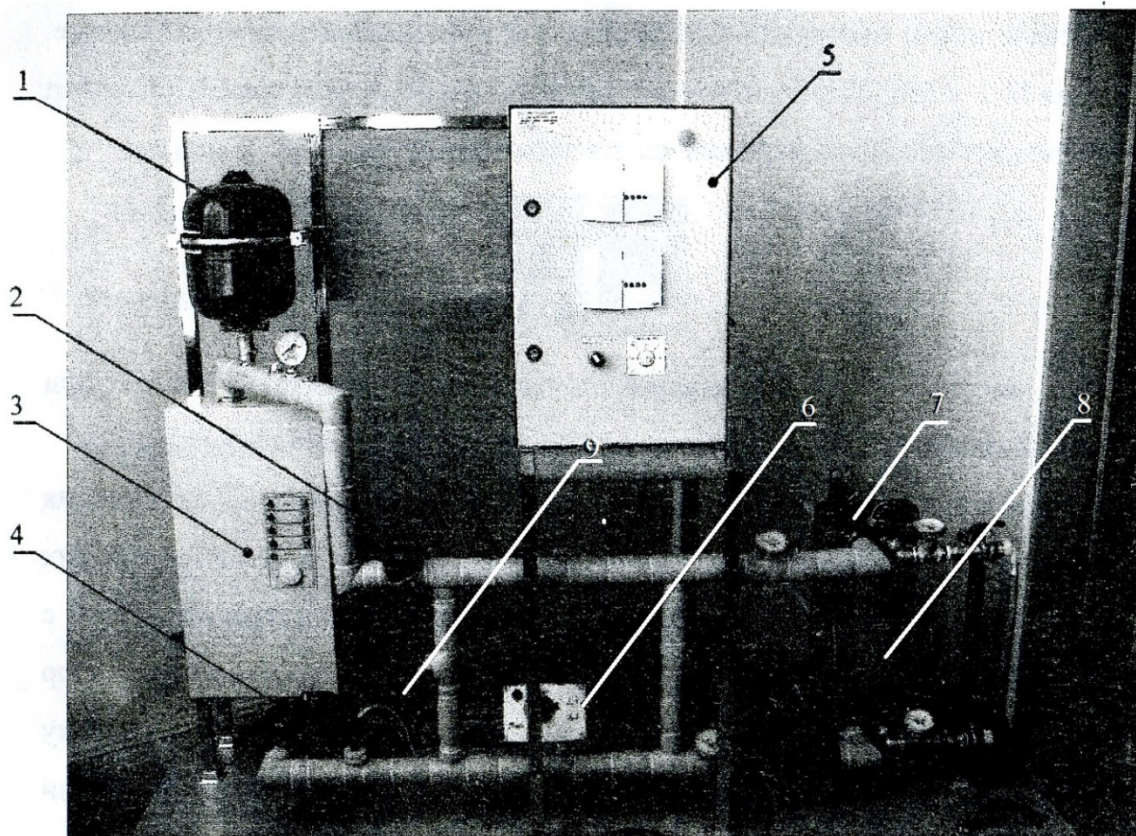


Рисунок А.1 - Внешний вид стенда имитационной системы отопления и горячего водоснабжения:

1.Мембранный расширительный бак для систем отопления; 2.Механический компактный теплосчетчик М-Cal СОМРАСТ; 3. Электрокотел; 4.Насос циркуляционный; 5. ШУ стендом; 6. Регулирующий клапан с редукторным электроприводом; 7. Аппарат теплообменный пластинчатый РИДАН; 8. Насос циркуляционный; 9. Регулятор постоянства расхода



Рисунок А.2 - Электронный цифровой регулятор температуры

ECL Comfort 200 - электронный цифровой регулятор температуры, который настраивается для работы в различных технологических схемах систем теплоснабжения зданий с помощью ECL карт. Регулятор ECL Comfort200 может быть переключен на различные прикладные задачи с помощью кнопок в соответствии с инструкцией, прилагаемой к

информационной ECL карте. Каждая ECL карта обеспечивает функционирование регулятора ECL Comfort200 применительно к конкретной схеме теплоснабжения.

Карта P16 управление клапаном и насосом в системе ГВС со скоростным водоподогревателем. ПИ-регулирование постоянной температуры горячей воды.



Рисунок А.3 - Информационная P16 пластиковая карта

Информационная пластиковая карта P16 предназначена для облегчения настройки электронного регулятора. ECL Comfort200 в технологических схемах систем горячего водоснабжения.

Переключение регулятора на работу с картой P16 осуществляется с помощью его кнопок. После этого регулятор будет поддерживать постоянную температуру воды, подаваемой в систему горячего водоснабжения.

Прибор с картой P16 позволяет осуществлять ручную настройку ряда параметров регулирования, а также выполнять автоматическую самонастройку.

Основные настройки

- Температура горячей воды: 50°C (10 -150 °C);
- Ограничение температуры теплоносителя, возвращаемого в теплосеть: 50°C (10 -110 °C);
- Нейтральная зона: 3°C(0-9 °C);
- Зона пропорциональности: 80°C (1 - 250 °C);

- Время интегрирования: 5 с (5 - 999 с);
- Постоянная времени клапана с электроприводом: 15 с (5 - 250 с).

Подготовка стенда к работе:

1. Убедитесь в том, что источник питания подключен к клеммам 1 (Фаза) и 2 (Общий провод).
2. Проверить правильность подключения к клеммам всех датчиков.
3. Включить питание.
4. Ввести карту ECL обращенной к вам желтой стороной.
5. Выбрать режим ручного управления регулятором.
6. Проверить открытие и закрытие клапанов, а также запуск и останов насосов при ручном управлении.
7. Убедиться в том, что температуры на дисплее А и В согласованы с действующими датчиками.
8. Включение и отключение стенда осуществляется, расположенной на правой панели шкафа управления (ШУ) стенда, рукояткой рубильника QS1.

Работа стенда в режиме «горячего водоснабжения».

В режиме «горячего водоснабжения» (переключатель SA1 в положении «ГВС») стенд имитирует систему горячего водоснабжения. Включается термоконтроллер управляющий системой горячего водоснабжения. На термоконтроллере задается температура горячей воды, которая с помощью регулирующего клапана поддерживается на выходе из теплообменника независимо от разбора. Разбор регулируется краном на выходе теплообменника

Задание 1. Нарисуйте схему горячего водоснабжения согласно лабораторному стенду.

Работа регулятора ECL

Карта ECL имеет желтую сторону (для ежедневного применения) и серую сторону (для установки и обслуживания).

Необходимая для работы сторона выбирается с помощью кнопки.



Рисунок А.4 – панель управление карты ECL

Светодиод под введенной картой ECL указывает выбранную сторону, т.е. левая лампа - для ежедневного применения, а правая - для установки и обслуживания.

Обе стороны карты разделены на строки, представляющие собой различные опции регулирования и программирования.

Ежедневная эксплуатация.

ECL Comfort поддерживает температуру горячей воды в соответствии с персональными установками. Возможны следующие режимы регулятора: Ручная работа. Применяется только при ремонте и обслуживании. Автоматическое управление. Это нормальный режим работы. Температура теплоносителя регулируется в соответствии с дневной программой, автоматически изменяясь в периоды нормальной и пониженной температуры.

Постоянная нормальная температура. Дневная программа не работает. Применяется для случаев, когда необходим длительный период нормальной температуры.

Постоянно пониженная температура. Дневная программа не работает.

Применяется для случаев, когда необходим длительный период нормальной температурой. Постоянно пониженная температура. Дневная программа не работает.

Режим ожидания. Горячее водоснабжение остановлено. Система защищена от «размораживания».

Задание 2.

1. Рассмотреть и научиться пользоваться всеми дисплеями регулятора
2. Изучить поведение системы в каждом режиме работы регулятора
3. Настроить температуру горячей воды
4. Установить несколько персональных дневных программ

Базовые установки.

Для перемещения от строки к строке карты ECL используйте кнопки < > Для настройки установок использовать кнопки «+», «-».

Выбрать серую сторону.



Перейти к таблице А.1

Таблица А.1 – Зона пропорциональности

Зона пропорциональности	
Диапазон установки	Заводская установка
1... 250 К	80 К

Задание 3. Изменяя значение зоны пропорциональности рассчитать время реакции срабатывания и отклонение температуры теплоносителя от крайних значений, заполнить таблицу. На основании полученных данных сделать вывод о влиянии данного параметра на устойчивость и регулирование температуры теплоносителя таблица А.2

Таблица А.2 – Регулирование температуры теплоносителя

Зона пропорциональности	Отклонение температуры теплоносителя от крайних значений, С	Время реакции Срабатывания клапана, (сек)
К		
40		
80		
180		
220		

Перейти к таблице А3.

Таблица А.3 – Установка значений

Диапазон установки	Заводская установка
5...999 с	30 с

Задание 4. Изменяя значение постоянной интегрирования получить значения системы и заполнить таблицу. Сделать вывод о реакции на отклонения при изменении этого параметра таблица А.4.

Таблица А.4 – Постоянного интегрирования

Постоянная Интегрирования	Отклонение температуры теплоносителя от крайних значений, °С	Время реакции срабатывания клапана, (с)
100		
200		
...		
700		
800		

Задание 5. Настройка PI-регулирования

Для точной настройки PI-регулирования используйте следующий метод:

1. Установить время интегрирования (строка 5) на его максимальное значение (999 с).
2. Снизить значение зоны пропорциональности (строка 4) до момента начала колебаний системы с постоянной амплитудой.
3. Найти критический период времени по записи температуры или использовать секундомер (построить график в измерениях температуры и времени).

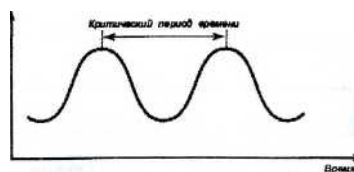


Рисунок А.5 - Критический период времени

4. Этот период времени будет характерным для системы и вы можете оценить установки по этому критическому периоду.

5. Время интегрирования = $0,85 * \text{критический период времени}$.

6. Зона пропорциональности = $2,2 * \text{значение зоны пропорциональности в критический период времени}$.

Перейти к таблице А.5

Таблица А.5 – Настройка PI-регулирования

Время перемещения клапана с приводом	
<i>Диапазон установки</i>	<i>Заводская установка</i>
5...250 с	35 с

Задание 6. Рассчитать время перемещения клапан с приводом, следующим методом:

Время перемещения = $\text{Ход клапана (мм)} * \text{скорость привода (с/мм)}$

таблица А.6.

Таблица А.6 – Время перемещения клапана с приводом

Тип привода	Ход клапана	Тип	Скорость привода (Оим)	Время работы (Й)
VS215	3.0	AMV100	90	270
VS2 15...25, VM2 15...25, VB215...20	5.0	AMV(E) 10.20	15	75
VS2 15...25, VM2 15...25, VB215...20	5.0	AMV(E) 30	3	15
VM2 32.VB2 25	7.0	AMV(E) 20	15	105
VM2 32.VB2 25	7.0	AMV(fB) 30	3	21

Перейти к таблице А.7

Таблица А.7 - Нейтральная зона

<i>Диапазон установки</i>	<i>Заводская установка</i>
0...9К	зк

Если возможно допустить изменение температуры теплоносителя в широком диапазоне, то установите нейтральную зону на высокое значение. Если фактическая температура теплоносителя лежит в нейтральной зоне, то регулятор не должен приводить в действие клапан с приводом.

Техника безопасности

При проведении лабораторной работы следует помнить, что установка находится под напряжением 220 В. В связи с этим запрещается, включать установку без предварительного ознакомления с настоящим руководством в отсутствие преподавателя или лаборанта, а также касаться токоведущих элементов внутри шкафа управления.

К выполнению лабораторной работы допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с обязательной отметкой в регистрационном журнале.

Требования к отчету по практической работе

После выполнения практической работы необходимо составить отчет, выполненный на листах А4, который должен включать в себя следующие элементы:

1. Цель выполнения практической работы.
2. Список использованной аппаратуры.
3. Ход выполнения работы.

В задании 1 нарисовать схему горячего водоснабжения согласно лабораторному стенду.

В задании 2 научиться пользоваться всеми дисплеями регулятора, изучить поведение системы в каждом режиме работы регулятора, настроить температуру горячей воды, установить несколько персональных дневных программ.

В задании 3 изменить значение зоны пропорциональности, получить значения системы, заполнить таблицу, на основании полученных данных сделать вывод.

В задании 4 изменить значения постоянного интегрирования, получить значения системы и заполнить таблицу. Сделать вывод о реакции на отклонения при изменении этого параметра.

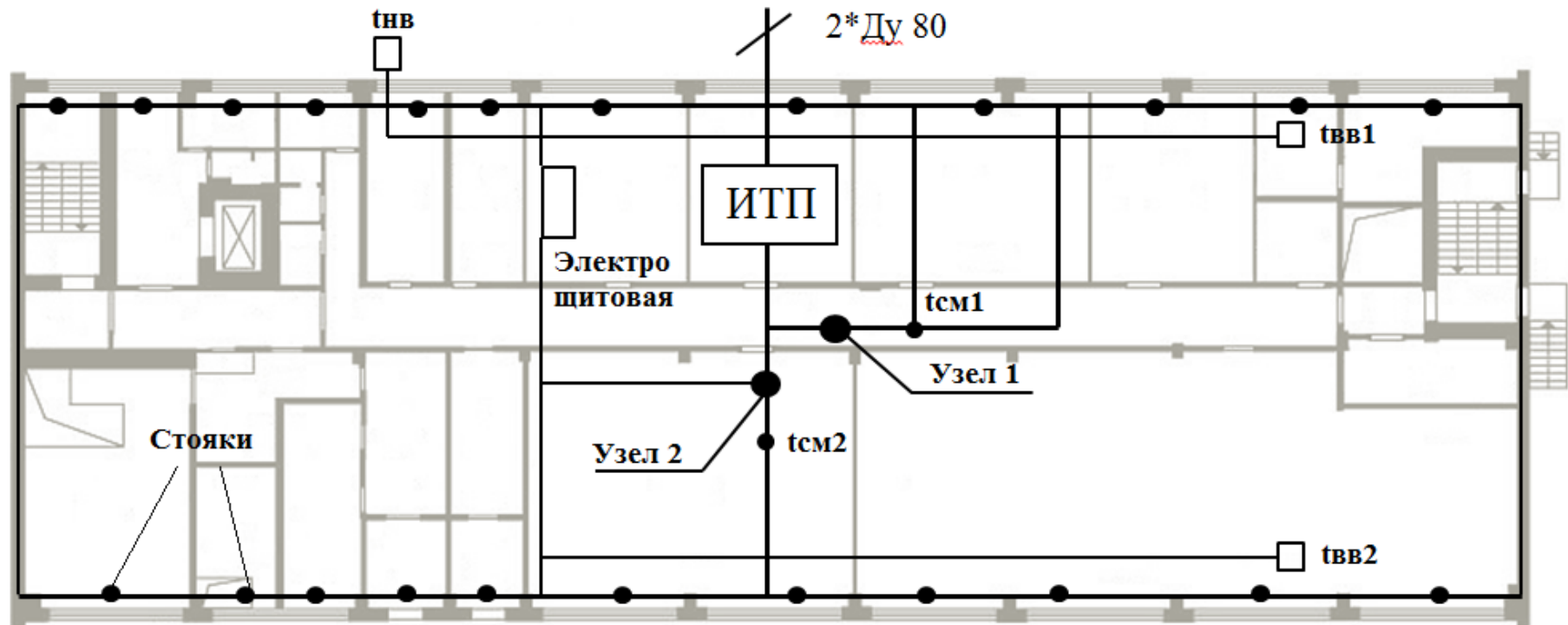
В задании 5 настроить PI-регулирования установки.

В задании 6 рассчитать время перемещения клапан с приводом.

Далее выполненные приложения разместить в конце документа, сделать вывод о проделанной практической работе.

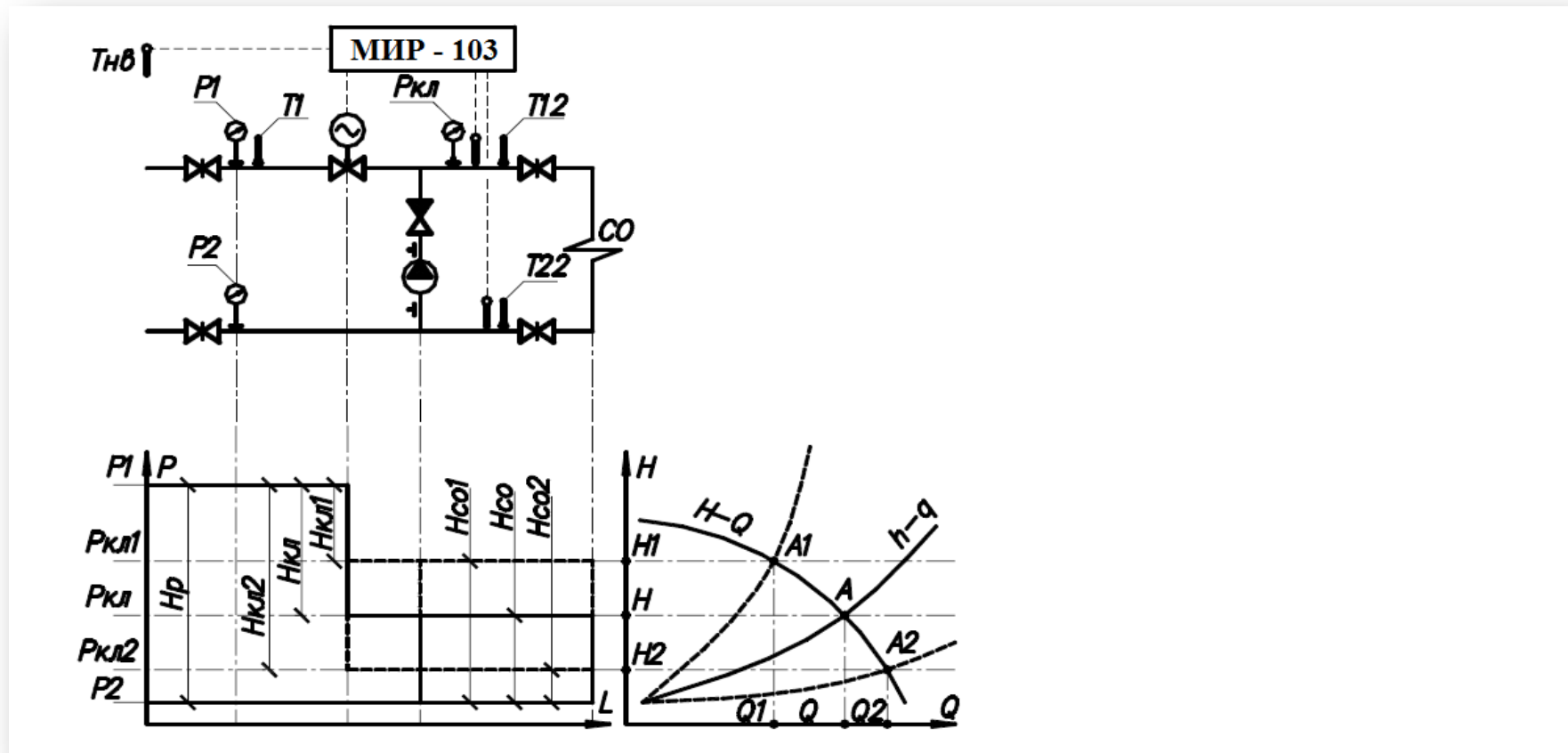
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схема разводки системы отопления пофасадом



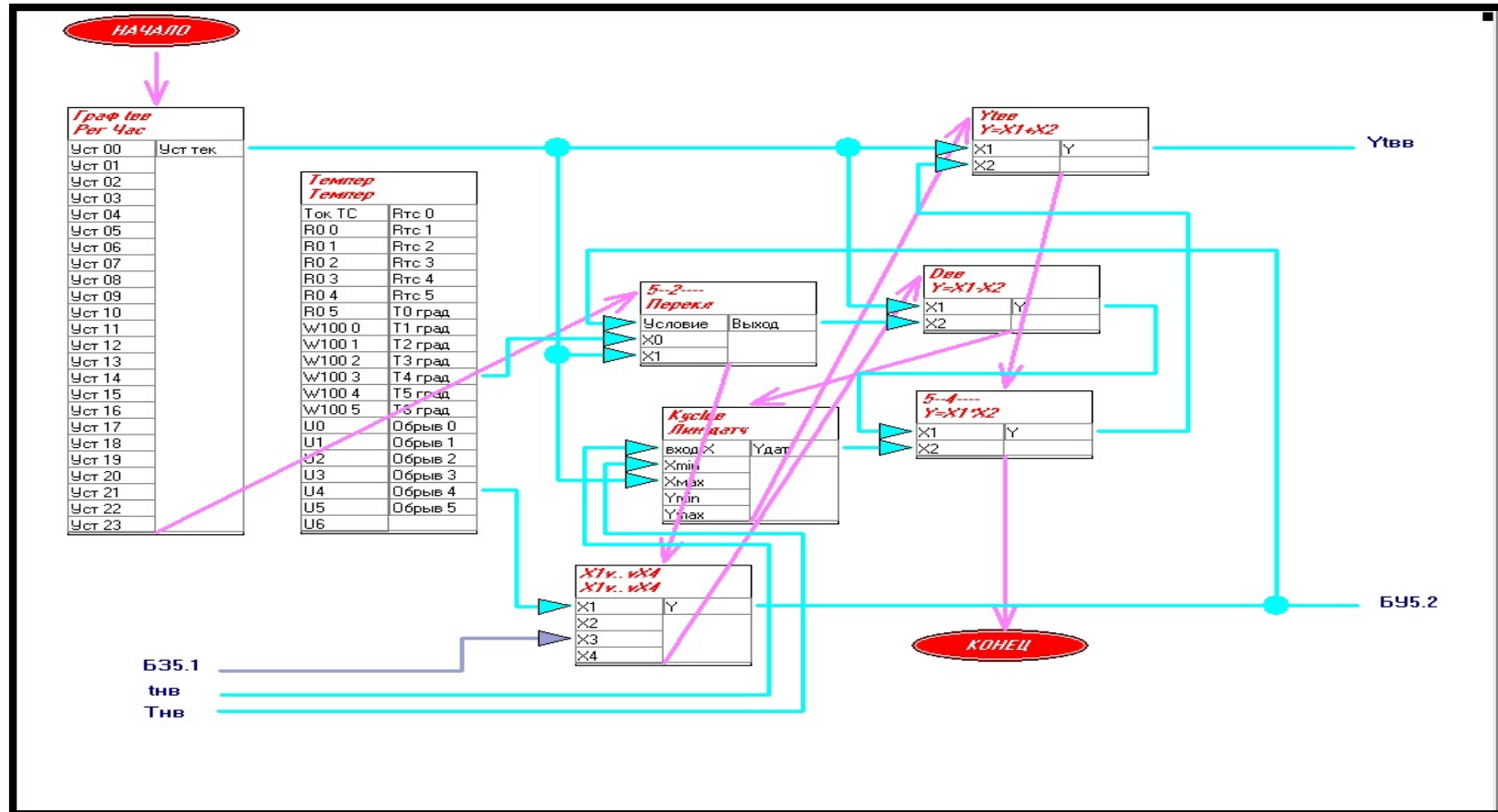
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Принципиальная схема узла регулирования и пьезометрический график



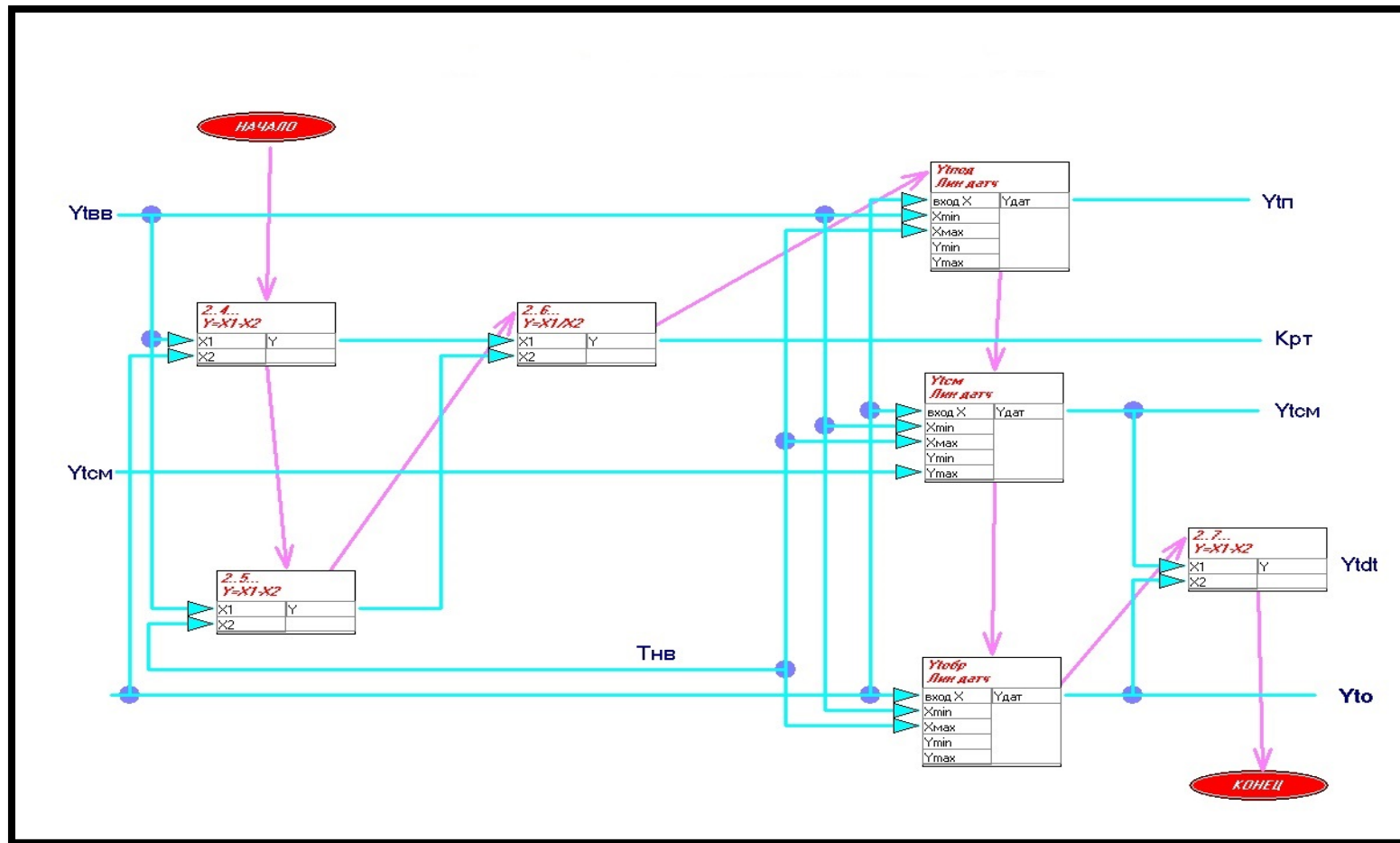
ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Алгоритм включения осеннего прогрева здания



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Алгоритм формирования температурных графиков



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Алгоритм регулирования температуры воздуха в помещении по расписанию

