

Учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет»  
Факультет инженерных систем и экологии  
Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

 В.Г.Новосельцев

« 28 » 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

 О.П.Мешик

« 28 » 12 2022 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ**  
**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**  
**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
**«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ»**

для специальности:

1- 70 04 02 – Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна

Составитель: Новосельцева Дина Владимировна, доцент кафедры природообустройства, доцент, к.т.н.

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического Совета протокол № 3 от 29.12.2022

*рес. в УМК 22/23-93*

## **Пояснительная записка**

### **Актуальность изучения дисциплины**

Дисциплина «Автоматизированные тепловые пункты» является одной из профильных дисциплин специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна». Основной задачей изучения дисциплины является всесторонняя подготовка специалистов согласно квалификационной характеристике в области изучения работы современных автоматизированных тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- конструкции современных автоматизированных тепловых пунктов, их элементы, устройство, принципы работы всех элементов и их взаимодействие, основы эксплуатации автоматизированных тепловых пунктов;

- способы регулирования современных автоматизированных тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения.

уметь:

- запроектировать современный автоматизированный тепловой пункт;
- подбирать современное оборудование автоматизированных тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения.

ЭУМК разработан на основании Образовательного стандарта для специальности 1- 70 04 02 – «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», и предназначен для реализации требований учебной программы по учебной дисциплине «Автоматизированные тепловые пункты» для специальности 1- 70 04 02 – «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна». ЭУМК разработан в полном соответствии с утвержденной учебной программой по учебной дисциплине компонента учреждения высшего образования «Автоматизированные тепловые пункты».

### **Цели ЭУМК:**

- обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;

- организация эффективной самостоятельной работы студентов.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательным стандартам высшего образования специальностей 1-70 04 02 – «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна», а также учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

Материал представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

## **Структура электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Автоматизированные тепловые пункты»:**

**Теоретический раздел ЭУМК** содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины и представлен конспектом лекций.

**Практический раздел ЭУМК** содержит материалы для проведения практических учебных занятий в виде методических указаний для выполнения индивидуальных графических работ:

- Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Автоматизированные тепловые пункты» на тему «Индивидуальный тепловой пункт» для студентов специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» для всех форм обучения, слушателей ИПКиП специальности 1-70 04 71 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна».

**Раздел контроля знаний ЭУМК** содержит материалы для зачета, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

**Вспомогательный раздел** включает учебные программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Автоматизированные тепловые пункты», список основной и дополнительной литературы.

Рекомендации по организации работы с УМК:

- лекции проводятся с использованием персонального компьютера и мультимедийного проектора;
- при подготовке к зачету, выполнению и защите курсовых работ студенты могут использовать конспект лекций, техническую основную и вспомогательную литературу;
- практические занятия проводятся с использованием представленных в ЭУМК методических указаний;
- зачет проводится в устном виде, вопросы для зачета приведены в разделе контроля знаний.

## **ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ**

### **I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

Тема 1 Центральные и индивидуальные тепловые пункты

Тема 2 Блочные тепловые пункты

Тема 3 Закрытые и открытые системы теплоснабжения. Зависимое и независимое присоединение

Тема 4 Присоединение систем отопления к тепловым сетям

Тема 5 Присоединение систем гвс к тепловым сетям

Тема 6 Оборудование тепловых пунктов и его подбор

Тема 7 Проектирование ИТП

### **II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Автоматизированные тепловые пункты» на тему "Индивидуальный тепловой пункт"

### **III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

Вопросы к зачету

### **IV ВСПОМАГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

## **I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

ТЕМА 1 ЦЕНТРАЛЬНЫЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

ТЕМА 2 БЛОЧНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

ТЕМА 3 ЗАКРЫТЫЕ И ОТКРЫТЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.  
ЗАВИСИМОЕ И НЕЗАВИСИМОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ

ТЕМА 4 ПРИСОЕДИНЕНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ К ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ

4.1 Зависимые схемы

4.2 Независимая схема

ТЕМА 5 ПРИСОЕДИНЕНИЕ СИСТЕМ ГВС К ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ

ТЕМА 6 ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ И ЕГО ПОДБОР

6.1. Теплообменники тепловых пунктов

6.2 Коммерческий учет теплопотребления

6.3 Автоматические регуляторы

6.4 Регуляторы систем отопления и ГВС

6.5 Циркуляционные и повысительные насосы

6.6 Дополнительное оборудование ИТП

ТЕМА 7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИТП

## ТЕМА 1 ЦЕНТРАЛЬНЫЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

Тепловой пункт (ТП) — один из главных элементов системы централизованного теплоснабжения зданий. Системы теплоснабжения зданий соединяются с источником теплоснабжения через ТП. Здесь происходит передача потребителю тепловой энергии, а ее параметры меняются от значений, удобных для теплоснабжающей организации, к параметрам, нужным потребителю.

ТП – это комплекс трубопроводов, запорной арматуры, оборудования и приборов, обеспечивающий присоединение систем теплоснабжения к тепловым сетям.

ТП делятся на индивидуальные тепловые пункты ИТП, предназначенные для присоединения систем теплоснабжения одного здания или его части к сетям централизованного теплоснабжения, и центральные тепловые пункты ЦТП для присоединения индивидуальных тепловых пунктов двух и более зданий.

Комплекс устройств теплового пункта, предназначенный для присоединения тепловой сети к системам теплоснабжения называется тепловым узлом.

Ранее, в советское время, часто проектировались ЦТП, после которых отдельные здания снабжались по отдельным трубопроводам горячей водой на отопление и на ГВС водопроводной водой, нагретой в теплообменниках, установленных в ЦТП.

В настоящее время при новом строительстве, реконструкции, модернизации и капитальном ремонте систем теплоснабжения предусматривают оснащение объектов только ИТП в соответствии с ТКП 45-4.02-322-2018 ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ, который вступил в действие в 2018 году, заменив ТКП 45-4.02-183-2009 ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ. Переход к ИТП позволяет отказаться от распределительных сетей горячего водоснабжения, снизив потери тепла при транспортировке и расход электроэнергии на перекачку бытовой горячей воды.

Тепловые пункты по размещению на плане делятся на отдельно стоящие, пристроенные к зданиям и сооружениям и встроенные в них. ИТП встроенные и размещаются в отдельных помещениях на первом этаже или в подвалах (технических подпольях) у наружных стен здания. ЦТП, как правило, отдельно стоящие.

Тепловые пункты зданий должны включать в себя узел коммерческого учета теплоснабжения и узлы приготовления теплоносителя для систем отопления и горячего водоснабжения. Если в здании есть система приточной вентиляции, в состав теплового пункта здания должен входить также узел приготовления теплоносителя для системы вентиляции.

[вернуться к оглавлению](#)

## ТЕМА 2 БЛОЧНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ

Для упрощения проектирования, комплектации и монтажа ИТП могут изготавливаться в заводских условиях и поставляться на объект строительства в виде готовых блоков. Такие ИТП называются блочными - БТП. БТП представляет собой собранные на раме в общую конструкцию отдельные функциональные узлы, как правило, в комплекте с приборами и устройствами контроля, автоматического регулирования и управления. Компонировку БТП выполняют индивидуально, с учетом размеров помещения теплового пункта. Изготавливают БТП под любые тепловые нагрузки.

В общем случае БТП состоит из комбинации следующих составляющих:

- узла ввода и учета тепловой энергии;
- узла отопления;
- узла горячего водоснабжения;
- узла вентиляции.

### Проектор 01,02

Применение БТП позволяет уменьшить занимаемую площадь помещения и сократить:

- сроки комплектации и изготовления теплового пункта в 2-3 раза;
- сроки монтажа теплового пункта в 6-8 раз;
- стоимость теплового пункта на 15-20 %.

Ведущие в Республике Беларусь производители БТП ГРУППА КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА», ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО».

[вернуться к оглавлению](#)

## **ТЕМА 3 ЗАКРЫТЫЕ И ОТКРЫТЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. ЗАВИСИМОЕ И НЕЗАВИСИМОЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ**

Существует два вида водяной системы теплоснабжения в зависимости от типа подключения систем ГВС потребителей – закрытая и открытая.

В открытых водяных системах теплоснабжения горячая вода к водоразборным приборам местной системы горячего водоснабжения поступает непосредственно из тепловых сетей.

Закрытая - система теплоснабжения, в которой вода, циркулирующая в тепловой сети, не отбирается из системы потребителями теплоты, а нагревает в теплообменнике воду из холодного водопровода, которая затем поступает затем в систему ГВС.

В открытой системе трудно поддерживать качество воды в соответствии с требованиями СанПиН 10-124 РБ 99 Питьевая вода. Поэтому в РБ применяют только закрытую систему теплоснабжения.

Применительно к системам отопления различают две схемы присоединения теплопотребителя к тепловой сети: зависимая (вода из тепловой сети подается непосредственно в отопительные приборы) и независимая (вода подается в теплообменник, где греет воду, циркулирующую в СВО). Выбор схемы присоединения здания к тепловой сети осуществляют по параметрам теплоносителя на вводе в здание и характеристикам СВО: давлению в подающей и обратной магистрали тепловой сети, графику температур в сети.

Зависимая схема дешевле. Независимая схема надежнее и качество теплоносителя в системе отопления будет выше, что приводит к лучшей работе современной СВО с термостатическими клапанами и уменьшению коррозионной активности воды, то есть большему сроку службы СВО.

[вернуться к оглавлению](#)

## ТЕМА 4 ПРИСОЕДИНЕНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ К ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ

### 4.1 Зависимые схемы

Зависимые схемы бывают с непосредственным подключением и подключением с узлом смешения.

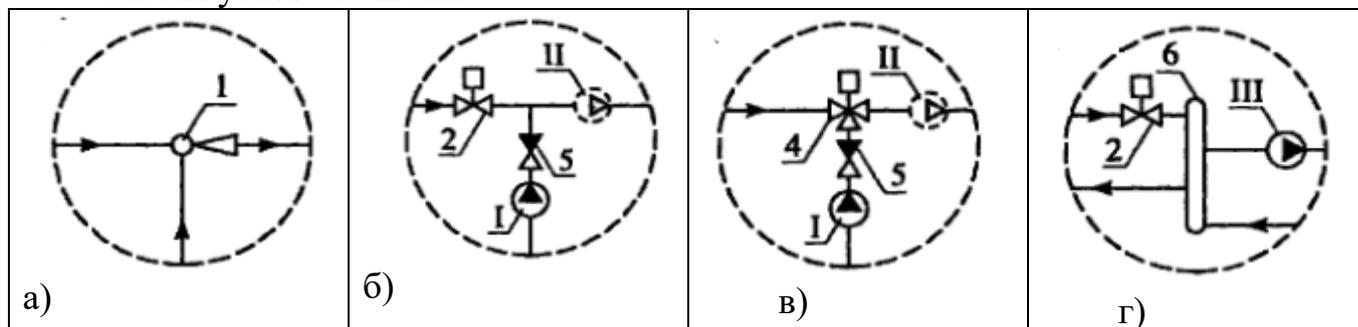
Первые наиболее просты и применяются в системах теплоснабжения от местной котельной, предназначенной для зданий промпредприятия либо небольшого населенного пункта, района города, при совпадении температур теплоносителя в системе отопления  $t_r$  и в системе теплоснабжения  $T_1$ , не более  $95^\circ\text{C}$ .

Узел смешения применяется при температурах в тепловой сети выше необходимой для СВО.



Узел смешения - элемент теплового узла, предназначенный для смешивания потоков различной температуры с целью регулирования температуры суммарного потока теплоносителя. Большинство зданий в РБ присоединены именно по зависимой схеме со смешением. Узлы смешения бывают со смесительным насосом; с циркуляционным насосом; с гидравлическим разделителем; с гидроэлеватором.

Схемы узлов смешения:



а) с элеватором 1

б) с двухходовым клапаном 2 и смесительным 3 либо циркуляционным 4 насосом

в) с смесительным трехходовым клапаном 5 и смесительным 3 либо циркуляционным 4 насосом

г) с гидравлическим разделителем 6 и двухходовым клапаном 2

### Проектор 03

Ранее для смешения воды практически во всех зданиях устанавливали дешевые, простые и надежные нерегулируемые гидроэлеваторы. В настоящее время их не применяют, в подавляющем большинстве существующих зданий они заменены, так как они не могут эффективно работать с современной СВО с ТК.

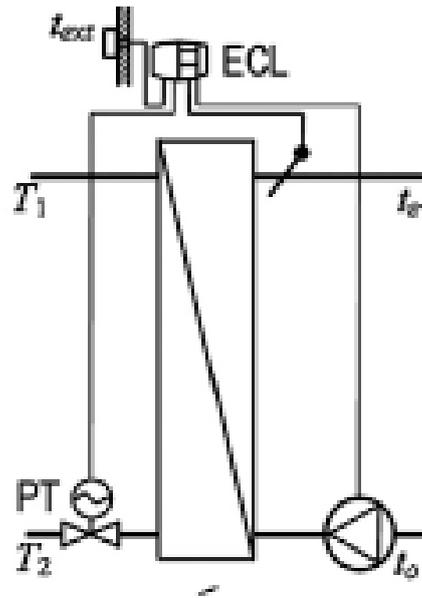
Насос в схеме со смешением позволяет применить наиболее энергосберегающие автоматизированные решения по регулированию систем абонента, учитывая погодные факторы по датчику температуры наружного воздуха, появляется возможность регулирования температуры и расхода в СВО практически в любом диапазоне.

### Проектор 04-07

## **4.2 Независимая схема**

Независимое присоединение системы отопления применяют для создания местного теплогидравлического режима. Гидравлическое разделение теплосети от системы отопления осуществляют при помощи теплообменника. Обязательно применяют такую схему при превышении давления в теплосети над допустимым давлением для системы отопления либо наоборот – когда статическое давление системы превышает допустимый предел для теплосети. Кроме того, в обосновании выбора независимой схемы присоединения все чаще становятся эксплуатационные требования работоспособности современных систем отопления. Условия эксплуатации насосов, поквартирных расходомеров, автоматических регуляторов теплогидравлических параметров теплоносителя, терморегуляторов, стальных панельных и алюминиевых радиаторов в большинстве своем требуют применения качественного теплоносителя. Обеспечить такие условия возможно лишь при независимом подключении к теплосети.

Преимуществом независимого подключения является то, что СВО в значительно меньшей мере подвержена влиянию изменения гидравлического режима теплосети со временем и меньше сама влияет на теплосеть. Независимое подключение способствует уменьшению объема теплоносителя в теплосети, а значит снижению затрат на водоподготовку. Особо важным является уменьшение инерционности теплосети, что в итоге приводит к улучшению качества предоставляемой услуги по отоплению зданий за счет своевременного реагирования центрального качественного регулирования на изменение погодных условий. Поэтому независимое подключение является предпочтительным и перспективным техническим решением.

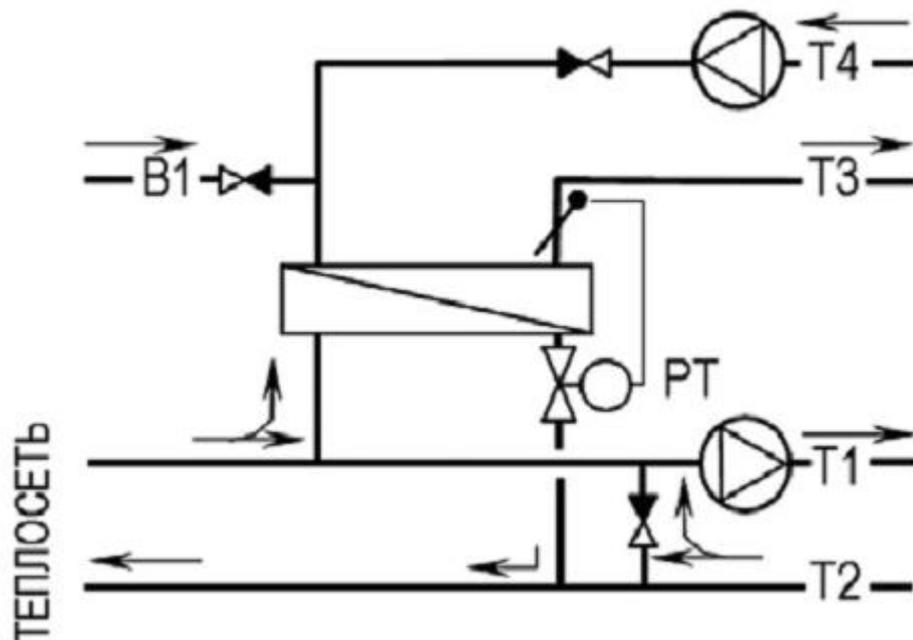


Проектор 08-10

[вернуться к оглавлению](#)

## ТЕМА 5 ПРИСОЕДИНЕНИЕ СИСТЕМ ГВС К ТЕПЛОВЫМ СЕТЯМ

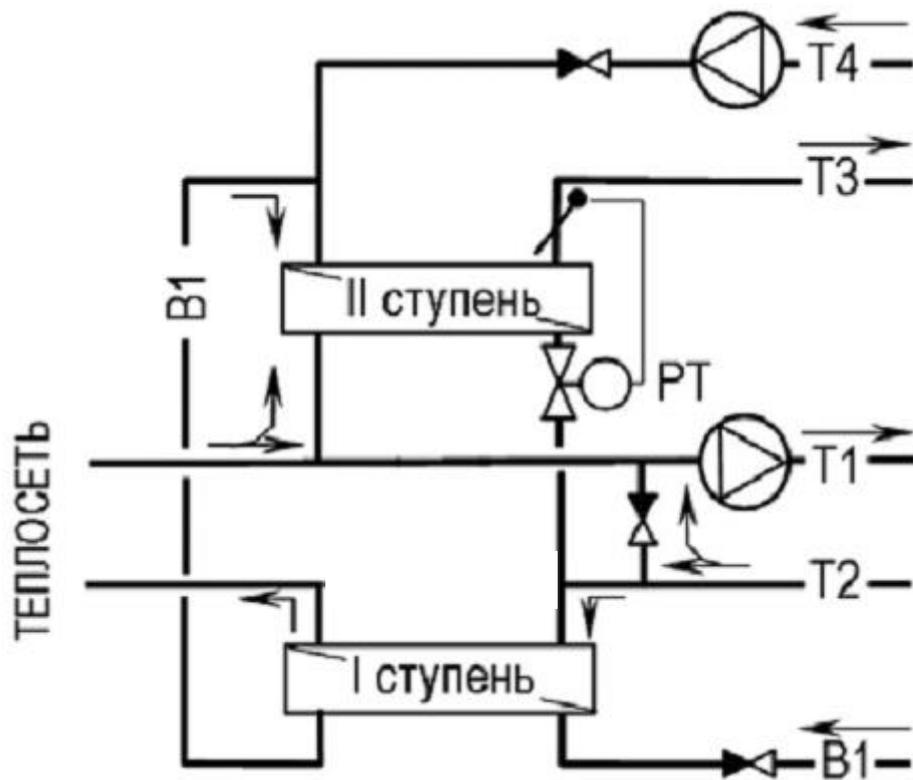
В закрытых системах теплоснабжения следует присоединять теплообменники ГВС исходя из соотношения максимальных тепловых потоков на ГВС  $Q_{\text{ГВС}}$  и на отопление  $Q_{\text{от}}$ : при  $Q_{\text{ГВС}}/Q_{\text{от}} = 0,2 \dots 1,0$  по двухступенчатой схеме ( $\leq 0,6$  – по двухступенчатой последовательной схеме;  $> 0,6$  – двухступенчатой смешанной); при  $Q_{\text{ГВС}}/Q_{\text{от}} > 1$  и  $Q_{\text{ГВС}}/Q_{\text{от}} < 0,2$  – по одноступенчатой параллельной.



В параллельной одноступенчатой схеме работа системы ГВС не влияет на СВО. Сетевая вода поступает в теплообменник системы ГВС и возвращается в обратный трубопровод теплосети. Расход сетевой воды зависит от ее температуры и изменяется при работе клапана РТ.

Одноступенчатая схема подключения систем ГВС имеет преимущество в системе теплоснабжения небольшого радиуса действия, подключенной к районной котельной. При увеличении мощности и радиуса действия системы теплоснабжения двухступенчатые схемы становятся более экономичными, способствуя уменьшению диаметров трубопроводов теплосети.

Проектор 11



В двухступенчатой смешанной схеме первый теплообменник подключен последовательно к системе отопления, а второй – параллельно. Вода из водопровода В1 поступает в теплообменник первой ступени, где подогревается за счет остаточной теплоты воды в обратном трубопроводе теплообменника второй ступени и в обратном трубопроводе Т2 системы отопления. Затем вода поступает в теплообменник второй ступени, где догревается до требуемой температуры за счет теплоты сетевой воды и направляется в трубопровод Т3 системы ГВС. Летом система отопления отключена и в первую ступень поступает теплоноситель только со второй ступени подогрева.

Проектор 12

[вернуться к оглавлению](#)

## ТЕМА 6 ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ И ЕГО ПОДБОР

### 6.1. Теплообменники тепловых пунктов

Теплообменники – один из основных элементов ИТП.

Теплообменник — устройство, в котором осуществляется передача теплоты от горячего теплоносителя к нагреваемому. В отоплении применяются рекуперативные теплообменники, в которых горячий и холодный теплоносители движутся в разных каналах, в стенке между которыми происходит теплообмен.

Конструктивно различают теплообменники рекуперативные (основной вид в СВО и ГВС), регенеративные и смесительные.

В регенеративных теплообменниках теплота от одной среды в другую передается через промежуточное тело. Примером такого теплообменника являются вращающиеся регенераторы приточных вентустановок. В системах отопления и горячего водоснабжения регенеративные теплообменники не применяются. Регенераторы теплоты систем отопления СРТ являются регенеративными (восстанавливающими температуру теплоносителя) только по своей функции, однако по конструкции они рекуперативные.

В смесительных теплообменниках среды, обменивающиеся теплотой, смешиваются. Смесительный теплообмен происходит в смесителях системы горячего водоснабжения, в смесительных трехходовых регулирующих клапанах систем теплоснабжения, а также в водоподогревателях открытых систем теплоснабжения. Это простые устройства, которые обычно не рассчитываются, а их эффективность обеспечивается работой ручного или автоматического регулирования. Примером более сложного смесительного теплообменника является элеватор.

Теплообменники делят на:

емкостные – нагреваемый теплоноситель имеет значительный объем в теплообменнике (сосредоточен в баке большого объема), греющий теплоноситель протекает через змеевик, установленный внутри теплообменника;

скоростные - теплоносители движутся с достаточно большой скоростью для увеличения коэффициента теплоотдачи.

В настоящее время в РБ применяют следующие скоростные теплообменники:

**пластинчатые** - состоят из отдельных пластин, разделенных резиновыми прокладками, рамы и стяжных болтов. Пластины штампуют из тонколистовой стали (толщина 0,5-0,7 мм). Для увеличения поверхности теплообмена и турбулизации потока теплоносителя проточную часть пластин выполняют ребристой. Достоинства - высокий коэффициент теплопереда-

чи, имеют возможность наращивания мощности путем добавления пластин в теплообменник.

**спиралетрубчатые** - поверхность нагрева komponуется из ряда концентрических змеевиков, заключенных в кожух. Имеют низкий вес, высокий коэффициент теплопередачи. У теплообменников «Буг» (Брест) - БУГ Х - змеевик выполнен из гладких труб, а у типа БУГ XII - из профилированных, увеличивающих теплопередачу. Недостаток теплообменника – невозможность его разборки для очистки труб змеевика.

В зависимости от взаимного направления движения теплоносителей теплообменники подразделяются на противоточные (теплоносители движутся в противоположных направлениях), прямоточные (в одном направлении) и перекрестные.

Пластинчатый теплообменник — рекуперативный, поверхностью теплообмена в нем является пакет штампованных тонких гофрированных пластин.

Рабочие среды в теплообменнике движутся в щелевых каналах между соседними пластинами в режиме противотока. Каналы для греющего и нагреваемого теплоносителя чередуются между собой.

В рабочем положении пластины плотно прижаты друг к другу. Каждая пластина на лицевой стороне имеет резиновую контурную прокладку, ограничивающую канал для потока рабочей среды и охватывающую два угловых отверстия по одной стороне пластины, через которые входит поток рабочей среды в межпластинный канал и выходит из него, а через два других отверстия, изолированные дополнительно кольцевыми прокладками, вторая рабочая среда проходит в соседний межпластинный канал. Усиленная турбулизация и тонкий слой жидкости между пластинами дают возможность значительно интенсифицировать теплоотдачу при сравнительно малых гидравлических сопротивлениях. При этом резко уменьшается скорость образования накипи на пластинах. Пластины изготавливаются из нержавеющей стали методом холодной штамповки. Уплотнительные прокладки крепятся к пластинам таким образом, что после сборки пластин в пакет образуются две системы герметичных каналов: одна для греющей среды, а вторая для нагреваемой. Обе системы межпластинных каналов соединены со своими коллекторами и далее патрубками с фланцами для входа и выхода рабочих сред. Присоединительные фланцы для одноходовых теплообменников выполняются только на неподвижной плите, многоходовых – как на неподвижной 1, так и на нажимной 7 плитах. При сборке пластин в пакет, на смежных пластинах наклон гофра направлен в противоположные стороны. Это обеспечивается тем, что каждая последующая пластина при сборке поворачивается в своей плоскости на 180° относительно смежных, что создает равномерную сетку пересечения взаимных точек опор вершин гофра и обеспечивает жесткость пакета пластин. Пакет пластин размещается на раме теплообменника.

Теплообменник может компоноваться разными типами пластин, отличающихся друг от друга как рельефом (широкие и узкие каналы), так и углом наклона шеврона ( $120^\circ$  и  $60^\circ$ ). За счет комбинирования данных пластин возможно создание различных каналов как с симметричным, так и асимметричным расположением. Преимущество асимметричных каналов в том, что одна из сред, участвующих в процессе теплообмена, протекает в большем объеме (на 30%) при меньших потерях давления. От угла наклона шеврона зависят теплопередающие свойства пластин. При угле наклона  $120^\circ$  теплопередача будет высокой, но и потери давления будут велики. При наклоне  $60^\circ$  теплопередача будет низкой, но и уменьшатся потери давления. Сочетанием пластин с тупым и острым углом можно получить оптимальную теплопередачу при заданных потерях давления.

#### Проектор 13,14

По способу соединения пластин в пластинчатом теплообменнике они бывают разборные, полуразборные (состоит из секций попарно сваренных пластин) и неразборные (все пластины сварены между собой) теплообменники.

Расчеты теплообменников разделяются на проектные и поверочные. Проектные (конструктивные) тепловые расчеты выполняются при проектировании новых аппаратов для определения необходимой поверхности нагрева. Поверочные тепловые расчеты выполняют в том случае, если известна поверхность нагрева теплообменника и требуется определить количество переданной теплоты и конечные температуры теплоносителей.

Расчет поверхности теплообмена теплообменников для систем отопления и горячего водоснабжения производится при наиболее низкой температуре воды в подающем трубопроводе тепловой сети, а именно в точке излома температурного графика, а для систем отопления – также и при температуре воды в тепловой сети, соответствующей расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления.

Расчет теплообменников для отопления производится по средней тепловой нагрузке отопления, для ГВС – по максимальному расходу теплоты, температурам теплоносителя в системе отопления и ГВС и температуре подающей воды из системы теплоснабжения с использованием компьютерных программ подбора.

## **6.2 Коммерческий учет теплоснабжения**

На абонентских вводах тепловых потребителей централизованного теплоснабжения устанавливаются устройства коммерческого учета теплоснабжения, который предполагает возможность по показаниям приборов учета производить оплату за использованную потребителем тепловую энергию. Чаще всего применяются теплосчетчики с ультразвуковыми и электромагнитными преобразователями расхода (счетчиками воды).

Должен быть, как правило, один узел коммерческого учета в здании. Если тепловой пункт обслуживает несколько организаций, для них нужно предусматривать приборы некоммерческого учета для возможности взаиморасчетов. При обосновании и по согласованию с теплоснабжающей организацией допускается устройство в одном тепловом пункте двух или нескольких узлов коммерческого учета теплоснабжения.

### **6.3 Автоматические регуляторы**

Автоматический регулятор – устройство, которое реагирует на изменение параметра и автоматически управляет процессом для поддержания этого параметра в заданных пределах или изменения его по определенному закону. В ИТП могут применяться регуляторы перепада давления, регуляторы расхода, регуляторы расхода «до себя» и «после себя», перепускные клапаны.

Регуляторы прямого действия относят к автоматическим регуляторам, у которых при изменении значения регулируемого параметра перемещение регулирующего элемента происходит только за счет усилий, возникающих в измерительном (чувствительном) элементе.

Автоматические регуляторы перепада давления – устройства, стабилизирующие располагаемое давление регулируемого участка на заданном уровне.

Регуляторы перепада давления имеют многообразное конструктивное исполнение, но все они основаны на одном принципе работы – начальном уравнивании давления пружины настройки и давления теплоносителя, передаваемого через гибкую диафрагму (мембрану). Диафрагма – измерительный элемент. Она воспринимает импульсы давления с обеих сторон и сопоставляет их разницу с заданной величиной, устанавливаемой посредством соответствующего сжатия пружины рукояткой настройки. Импульс давления попадает в подмембранное и надмембранное пространство, образуемое крышками, через перепускное отверстие и штуцер.

Выбор регулятора осуществляют по его максимальной пропускной способности. Требуемый автоматически поддерживаемый перепад давления, либо автоматически поддерживаемое давление регулятором должно находиться примерно в середине регулируемого им диапазона

#### Проектор 15

РПД, устанавливаемый в тепловых пунктах современных зданий, имеет целью оптимизировать условия работы регуляторов температуры с целью более эффективного энергосбережения.

### **6.4 Регуляторы систем отопления и ГВС**

Регулирование теплоотдачи в ИТП осуществляется при помощи регуляторов теплового потока.

Принцип работы регулятора для контура отопления заключается в следующем. Блок управления с помощью датчиков температуры определяет температуру теплоносителя, поступающего в систему отопления, и температуру наружного воздуха. На основании графика зависимости температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, от температуры наружного воздуха блок управления определяет требуемое значение температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления.

Блок управления дает сигнал на открытие регулирующего клапана, когда значение температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления, ниже требуемого значения и наоборот, дает сигнал на закрытие клапана, когда температура выше заданной.

Принцип работы регулятора для контура горячего водоснабжения заключается в следующем. Блок управления с помощью датчика температуры определяет температуру горячей воды на выходе из теплообменника и сравнивает ее с заданным значением. Блок управления дает сигнал на открытие регулирующего клапана, когда значение температуры горячей воды ниже требуемого, и, наоборот, на закрытие клапана, когда значение температуры горячей воды выше требуемого.

## **6.5 Циркуляционные и повысительные насосы**

В системах отопления и ГВС применяются циркуляционные насосы с «сухим» или с «мокрым ротором» с постоянной скоростью вращения рабочего колеса, имеющие 2-3 ступени скоростей, либо насосы с регулируемым количеством оборотов рабочего колеса.

В насосах с мокрым ротором все вращающиеся детали электродвигателя работают в воде. В них смазка подшипников и охлаждение двигателя обеспечивается перекачиваемой водой. Эти насосы работают практически бесшумно. Небольшие насосы крепятся непосредственно к трубопроводу. Более крупные насосы с мокрым ротором крепят к металлической опорной раме. Коэффициент полезного действия насосов с мокрым ротором от 30 до 45%.

В насосах с сухим ротором детали электродвигателя работают независимо от перекачиваемой среды. Их устанавливают на фундаментах двигателем вверх. Коэффициент полезного действия насосов с сухим ротором обычно находится в интервале от 50 до 70%.

Также используются спаренные насосы, представляющие собою два рабочих колеса с электродвигателями, установленные в едином корпусе. В спаренных насосах вмонтирован перекидной клапан, исключаящий перекачивание перекачиваемой воды из работающего насоса в неработающий.

Применение спаренных насосов вместо двух одинарных дает экономию затрат, упрощение монтажа, уменьшение площади, занятой оборудованием.

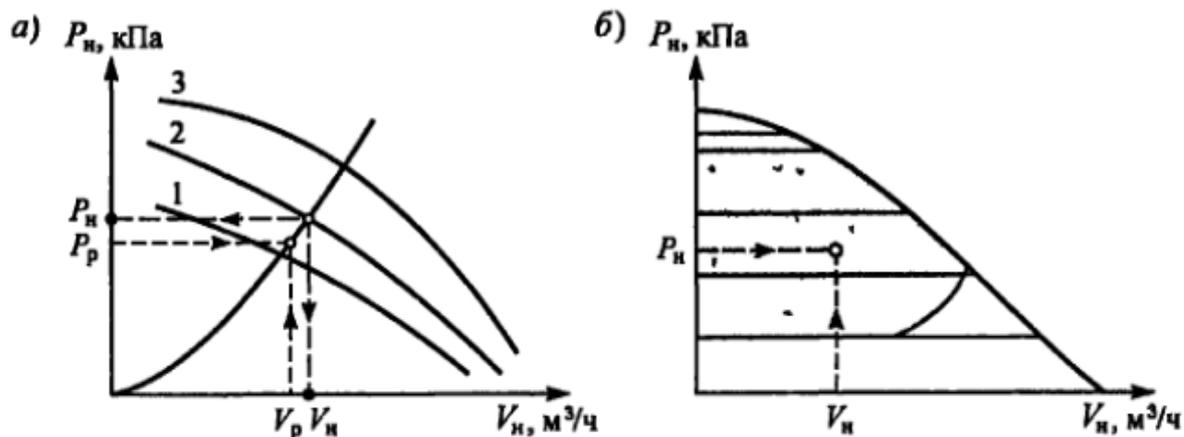
Для циркуляционного насоса расход перемещаемой воды равен расходу воды в системе отопления. Циркуляционное давление насоса равно потерям давления в главном циркуляционном кольце, полученным по результатам гидравлического расчета.

Насос обладает характеристикой, которая выражает зависимость между расходом насоса циркуляционным давлением, КПД и мощностью насоса.

Выбор насоса осуществляют графически по его характеристике либо с помощью электронных программ производителя.

Выбор насоса с постоянной скоростью вращения осуществляют по расчетным величинам  $P_p$  и  $G_p$ . Графически определяют расчетную точку и характеристику системы, затем по направлению характеристики системы определяют ступень вращения рабочего колеса насоса и его проектные характеристики  $P_n$  и  $G_n$ .

Выбор насоса с переменной скоростью вращения осуществляют таким образом, чтобы расчетная точка находилась в середине рабочего диапазона характеристики подачи насоса.



**Рис. 1.18. Схема характеристики насоса**

**а – с постоянной скоростью вращения, б – с электронным управлением скоростью вращения**

## 6.6 Дополнительное оборудование ИТП

**Фильтр** - элемент теплового узла, предназначенный для очистки теплоносителя от посторонних механических (химических) примесей путем фильтрации. До и после фильтра устанавливают манометры для контроля за загрязнением сетки фильтра.

**Грязевик** - элемент теплового узла, предназначенный для очистки теплоносителя от посторонних механических примесей путем осаждения

за счет снижения скорости теплоносителя и последующей фильтрации.

В ИТП может применяться грязевик со встроенным фильтром.

#### Проектор 16

В общем случае обвязка насосов трубопроводами должна включать в себя вибровставки (защита от вибраций и от шума, который может проникать в соседние помещения по трубопроводам – особенно актуально для насосов с сухим ротором), отключающую арматуру, обратные клапаны (при использовании двух или нескольких одинарных насосов) и манометры на всасывающем и напорном патрубках. Для работы в одной насосной группе должны подбираться одинаковые насосы. В основном циркуляционном контуре системы отопления должно быть не менее двух одинарных насосов или один спаренный насос. Каждый из насосов должен обеспечивать расчетные подачу и давление. Второй насос – резервный.

При аварии и отсутствии теплоносителя в насосе, а также нулевом расходе системы отопления (терморегуляторы на радиаторах закрыты) насос может работать всухую и перегореть. Для защиты насосов используются электроконтактные манометры (ЭКМ), однако лучшим способом является применение специальных реле давления (протока), которые регистрируют наличие протока воды через насос. При его отсутствии электронный регулятор отключит насос.

#### Проектор 17,18

На линии подпитки в независимой схеме устанавливается электромагнитный (соленоидный) клапан в паре с ЭКМ, открывающийся при снижении давления в системе отопления ниже допустимого и закрывающийся при достижении заданного давления.

#### Проектор 19

[вернуться к оглавлению](#)

## ТЕМА 7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИТП

Проектирование теплового пункта можно выполнять самостоятельно или с помощью производителей оборудования. В РБ например, это ГРУППА КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА», ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО». Для этого заполняется опросный лист и направляется специалистам производителя тепловых пунктов.

### Проектор 20

ГРУППА КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА» на своем сайте [www.teplosila.com](http://www.teplosila.com) приводит каталоги оборудования, методики подбора регулирующих клапанов и регуляторов перепада давления, макеты блоков тепловых узлов и макеты спецификаций на них. Использование этих материалов значительно облегчает проектирование теплового пункта.

У некоторых иностранных производителей существуют специальные компьютерные программы для проектирования ИТП.

### Проектор 21

[вернуться к оглавлению](#)

## **II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ» НА ТЕМУ "ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ"**

1. Исходные данные и состав курсовой работы
2. Основные определения
3. Проектирование индивидуального теплового пункта
4. Подбор оборудования индивидуального теплового пункта

Литература

Приложения

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕПЛОВЫЕ ПУНКТЫ» НА ТЕМУ  
"ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ"**

для студентов специальности 1-70 04 02 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна" всех форм обучения, слушателей ИПКиП специальности 1-70 04 71 "Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна"

**1. Исходные данные и состав курсовой работы**

В курсовой работе требуется разработать индивидуальный тепловой пункт жилого дома.

Исходными данными (указаны в бланке задания к курсовой работе) являются:

1. Источник теплоснабжения - тепловые сети с параметрами воды в подающем и обратном трубопроводах  $T_{п} = \text{---}^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{о} = \text{---}^{\circ}\text{C}$ . Давление в подающем и обратном трубопроводах теплосети на вводе в тепловой пункт  $P_{п} = \text{---}$  МПа,  $P_{о} = \text{---}$  МПа.

2. Присоединение системы отопления здания к тепловым сетям в индивидуальном тепловом пункте, расположенном в подвале здания: по зависимой схеме со смесительно-циркуляционным насосом на подающем трубопроводе, зависимой схеме со смесительным насосом на перемычке или независимой схеме с теплообменником (указано в задании).

3. Присоединение системы горячего водоснабжения здания к тепловым сетям в индивидуальном тепловом пункте, расположенном в подвале здания, по одноступенчатой параллельной схеме, двухступенчатой схеме (смешанной или последовательной).

4. Тепловая нагрузка системы отопления – принять из курсовой работы по поквартирному отоплению.

5. Тепловая нагрузка системы горячего водоснабжения – принять из курсовой работы по теплоснабжению.

6. Параметры воды в системе отопления  $t_{г} = \text{---}^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{о} = \text{---}^{\circ}\text{C}$ .

7. Суммарные потери давления в системе отопления по результатам гидравлического расчета – принять из курсовой работы по поквартирному отоплению.

В состав курсовой работы входит пояснительная записка (до 20 страниц) и графическая часть (1 чертеж формата А1). Пояснительная записка включает следующие разделы:

Титульный лист, задание с исходными данными, реферат, содержа-

ние, введение; описание проектируемого индивидуального теплового пункта; подбор оборудования индивидуального теплового пункта; заключение; список использованной литературы.

Графическая часть содержит схему индивидуального теплового пункта со спецификацией оборудования.

## 2. Основные определения

**Тепловой пункт** - комплекс трубопроводов, запорной арматуры, оборудования и приборов, обеспечивающий присоединение систем теплоснабжения к тепловым сетям.

**Индивидуальный тепловой пункт (ИТП)** - тепловой пункт для присоединения систем отопления, теплоснабжения установок систем вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих установок одного здания или его части к наружным и внутренним сетям централизованного теплоснабжения.

**Тепловой узел** - комплекс устройств теплового пункта, предназначенный для присоединения тепловой сети к системам теплоснабжения.

**Узел смешения** - элемент теплового узла, предназначенный для смешивания потоков различной температуры с целью регулирования температуры суммарного потока теплоносителя.

**Закрытая водяная система теплоснабжения** - система теплоснабжения, в которой вода, циркулирующая в тепловой сети, не отбирается из системы потребителями теплоты.

**Открытая водяная система теплоснабжения** - система теплоснабжения, в которой вода, циркулирующая в тепловой сети, отбирается из системы потребителями теплоты.

**Системы теплоснабжения** - комплекс теплоиспользующих установок с подводными от индивидуальных тепловых пунктов трубопроводами: системы отопления, теплоснабжения установок систем вентиляции и кондиционирования воздуха, горячего водоснабжения и теплоиспользующих технологических потребителей.

**Зависимая схема присоединения** - схема присоединения теплопотребителя к тепловой сети, при которой теплоноситель из тепловой сети поступает непосредственно в систему теплоснабжения.

**Независимая схема присоединения** - схема присоединения системы отопления или теплоснабжения установок систем вентиляции и кондиционирования воздуха к тепловой сети, при которой теплоноситель из тепловой сети не поступает в систему теплоснабжения, а циркулирует через водоподогреватель (теплообменник), а циркуляция теплоносителя в системе теплопотребителя осуществляется циркуляционным насосом.

**График центрального качественного регулирования отпуска теплоты потребителям** - нормативная зависимость температуры теплоносителя в подающей и обратной магистралях теплосети от температуры

наружного воздуха.

**Располагаемый перепад давления на вводе** - разность между гидростатическими давлениями в подающем и обратном трубопроводах теплосети на вводе в тепловой пункт.

**Расчетный расход воды на вводе** - требуемый расход воды из наружной теплосети, определенный по расчетным нагрузкам систем теплоснабжения.

**Грязевик** - элемент теплового узла, предназначенный для очистки теплоносителя от посторонних механических примесей путем осаждения за счет снижения скорости теплоносителя и последующей фильтрации.

**Фильтр** - элемент теплового узла, предназначенный для очистки теплоносителя от посторонних механических (химических) примесей путем фильтрации.

**Насос повысительный** - насос на линии циркуляции, предназначенный для повышения давления перекачиваемого теплоносителя.

**Насос подпиточный** - насос в системе теплоснабжения, присоединяемый по независимой схеме, предназначенный для поддержания статического давления в системе.

**Насос смесительный** - элемент узла смешения, предназначенный для подмешивания теплоносителя из обратной магистрали в подающую магистраль контура системы теплоснабжения. Насос смесительный устанавливается на перемычке, на подающей или обратной магистрали контура системы теплоснабжения.

**Насос циркуляционный** - насос теплового узла при независимой схеме присоединения, предназначенный для циркуляции воды контура системы теплоснабжения.

**Клапан двухходовой регулирующий** - регулирующий орган, устанавливаемый на трубопроводе для изменения расхода рабочей среды и управляемый исполнительным механизмом.

**Клапан трехходовой регулирующий** - регулирующий орган, предназначенный для разделения или смешивания регулируемых потоков теплоносителей и управляемый исполнительным механизмом.

**Исполнительный механизм** - механизм, являющийся функциональным блоком, предназначенным для перемещения затвора регулирующего органа.

**Пропускная способность  $k_v$ , м<sup>3</sup>/ч** - расход жидкости с плотностью 1000 кг/м<sup>3</sup>, пропускаемой регулирующим органом при перепаде давления на нем 0,098 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>).

**Регулятор температуры** - элемент теплового узла, предназначенный для автоматического поддержания требуемой температуры воды для систем теплоснабжения [1, 2].

### 3. Проектирование индивидуального теплового пункта

Индивидуальный тепловой пункт (ИТП) – тепловой пункт для присоединения систем теплоснабжения одного здания или его части к тепловым сетям.

В тепловых пунктах осуществляется: преобразование, регулирование расхода и контроль параметров теплоносителя, распределение его по системам потребления теплоты; отключение систем потребления теплоты; защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя; заполнение и подпитка систем потребления теплоты; учет тепла.

Системы теплоснабжения могут подсоединяться к тепловым сетям по зависимой (вода из тепловой сети подается непосредственно в систему) и независимой (вода из тепловой сети подается в теплообменник) схемам.

Зависимые схемы бывают с непосредственным подключением и подключением с узлом смешения, который применяется для понижения температуры воды, поступающей из тепловых сетей, до температуры  $t_r$ , допустимой в системе отопления. Узлы смешения бывают со смесительным насосом; с циркуляционным насосом; с гидравлическим разделителем.

Оборудование и запорно-регулирующую арматуру теплового пункта подбирают по каталогам изготовителей.

Проектирование теплового пункта можно выполнять самостоятельно или с помощью ведущих в Республике Беларусь производителей как полностью готовых индивидуальных тепловых пунктов (блочных и отдельных), так и отдельного оборудования для тепловых пунктов, таких как ГРУППА КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА», ООО «ВОГЕЗЭНЕРГО». Для этого заполняется опросный лист и направляется специалистам производителя тепловых пунктов. ГРУППА КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА» на своем сайте [www.teplo-sila.com](http://www.teplo-sila.com) приводит каталоги оборудования, методики подбора регулирующих клапанов и регуляторов перепада давления, размещает макеты блоков тепловых узлов, из которых состоит тепловой пункт (узел ввода и учета, узел отопления, узел горячего водоснабжения, узел теплоснабжения системы вентиляции) и макеты спецификаций на них. Использование этих материалов значительно облегчает проектирование теплового пункта.

Далее в методических указаниях будет рассмотрен пример проектирования ИТП, где следует присоединить систему отопления к наружным тепловым сетям по зависимой схеме присоединения системы отопления со смешением воды при помощи смесительного насоса.

В этой схеме понижение температуры воды перед системой отопления до температуры  $t_r$  происходит в результате смешения высокотемпературной воды с температурой  $T_{II}$  с обратной охлажденной водой системы отопления с температурой  $t_o$ . Поток охлажденной воды возвращается из системы отопления, делится на два: первый направляется в обратный теплопровод тепловой сети, а второй поток перемещается по перемычке к

точке смешения в подающей магистрали с водой температурой  $T_{п}$ . При проектировании использованы материалы ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА».

Блоки тепловых узлов ИТП при зависимом присоединении системы водяного отопления к наружным тепловым сетям со смесительным насосом, включенным в переключку, а также присоединением системы горячего водоснабжения по одноступенчатой параллельной схеме показаны на рисунках 1-7. Подбор блоков осуществляется по ходу выполнения расчетов при проектировании ИТП.

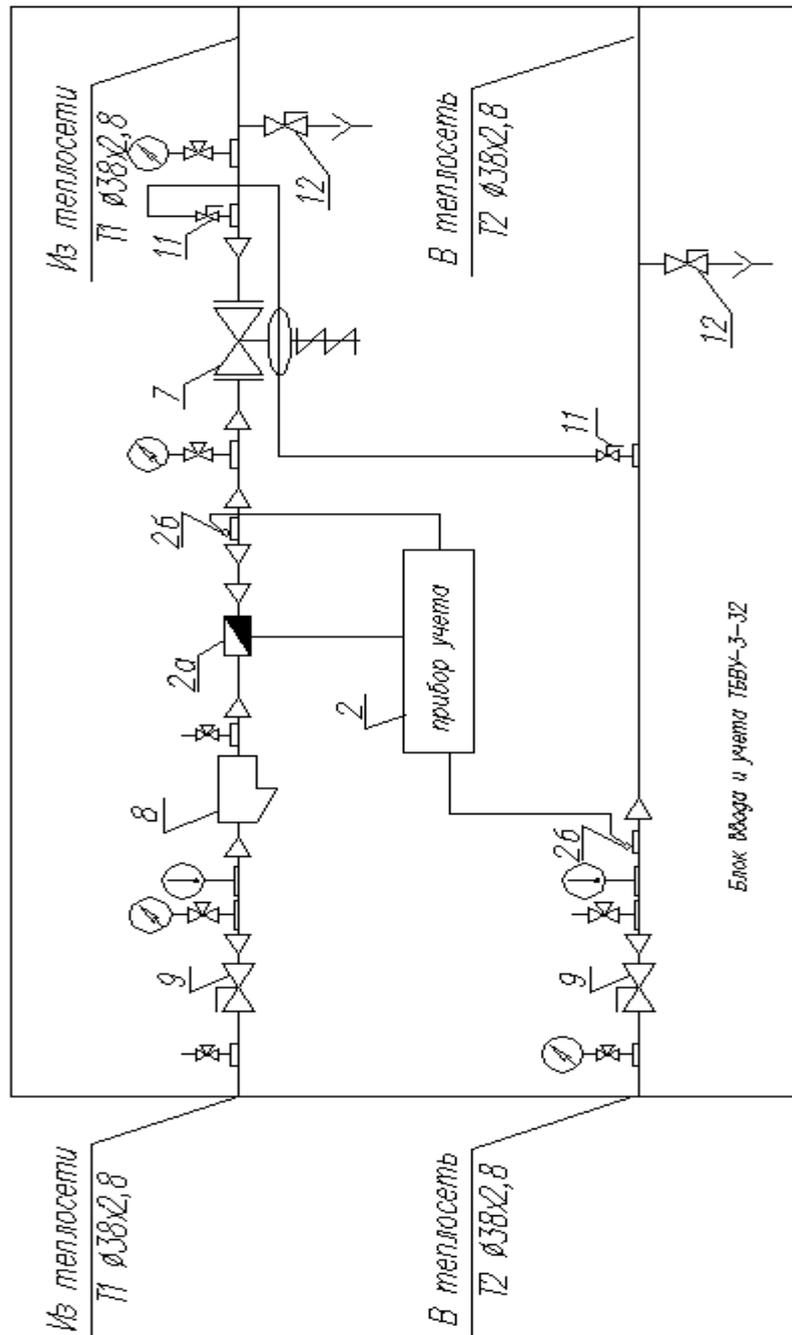


Рисунок 1 – Блок узла ввода и учета

Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
	Поставщик ГК "Теплосила"	Блок ввода и учета	1		
	г. Минск	ТВУ-3-32			
		G=0,8-1,4 м <sup>3</sup> /ч в составе:			
2		Теплосчетчик	1		
2а		Первичный преобразователь расхода Ду	1		
2б		Термопреобразователь сопротивления	2		
7	ГК "Теплосила" г. Минск	Регулятор перепада давления RDT Ду, Ру16, Кву= м <sup>3</sup> /ч настройка МПа	1		
8		Фильтр муфтовый Ду 32, Ру 16	1		
9		Кран шаровый фланцевый Ду 32, Ру 25	2		
11		Кран шаровый муфтовый Ду 15, Ру 16	2		
12		Кран шаровый муфтовый Ду 25, Ру 16	2		
Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
		<u>Средства измерения и управления</u>			
		Манометр показывающий	4		0-1,6МПа
		Кран 3-ходовой под манометр 1ц18БК	7		
		Устройство отборное к манометру	7		
		Термометр в оправе	2		0-150 С
		Бобышка к термометру	2		

**Рисунок 2 – Макет спецификации к блоку узла ввода и учета**

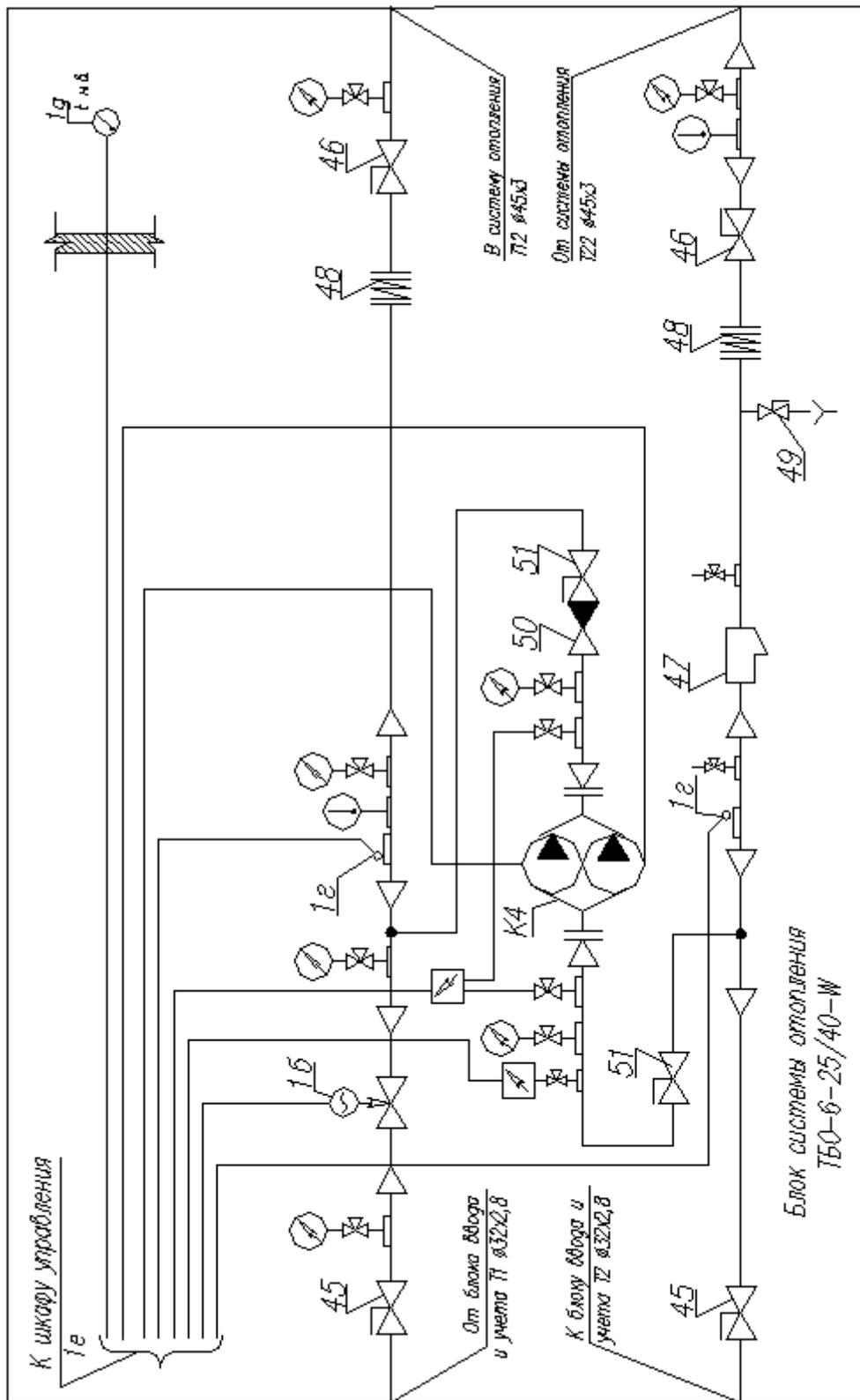


Рисунок 3 – Блок узла отопления

Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
	Поставщик ГК "Теплосила"	Блок отопления	1		
	г. Минск	ТВО-6-25/40-W			
		Гер=0,1-0,8 м <sup>3</sup> /ч			
		Гнаер=1,4-2,3 м <sup>3</sup> /ч			
		в составе			
К4		Насос циркуляционный	1		
		отопления сдвоенный			
		G= м <sup>3</sup> /час, H= МПа			
1Б	ГК "ТЕПЛОСИЛА"	Клапан регулирующий	1		
		двухходовая TRV, DN ,			
		Kv= м <sup>3</sup> /час			
		с электроприводом			
45		Кран шаровый латунный	2		
		Ду 25, Ру 16			
46		Кран шаровый латунный	2		
		Ду 40, Ру 16			
47		Фильтр латунный	1		
		Ду 40, Ру 16			
48		Компенсатор Ду40	2		
49		Кран шаровый латунный	2		
		Ду 25, Ру 16			
50		Клапан обратный латунный	1		
		Ду 40, Ру 16			
51		Кран шаровый латунный	2		
		Ду 40, Ру 16			

Рисунок 4 – Макет спецификации к блоку узла отопления (часть 1)

<i>Марка, позиция</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Масса ед. шт.</i>	<i>Примечание</i>
	<i>Средства</i>	<i>измерения и управления</i>			
		<i>Манометр показывающий</i>	<i>7</i>		<i>0-1,6МПа</i>
		<i>Кран 3-ходовой под манометр 11618ек</i>	<i>12</i>		
		<i>Устройство отборное к манометру</i>	<i>12</i>		
		<i>Термометр в оправе</i>	<i>2</i>		<i>0-150 С</i>
		<i>Бобышка к термометру</i>	<i>2</i>		
<i>1г</i>	<i>ГК 'ТЕПЛОСИЛА'</i>	<i>Термодатчик погружной</i>	<i>2</i>		
<i>1д</i>	<i>ГК 'ТЕПЛОСИЛА'</i>	<i>Термодатчик нар.воздуха</i>	<i>1</i>		
		<i>Реле перепада давления</i>	<i>1</i>		
		<i>Реле давления (защита от сухого хода)</i>	<i>1</i>		
<i>1е</i>	<i>ГК 'ТЕПЛОСИЛА'</i>	<i>Шкаф управления</i>	<i>1</i>		

**Рисунок 4 – Макет спецификации к блоку узла отопления (часть 2)**

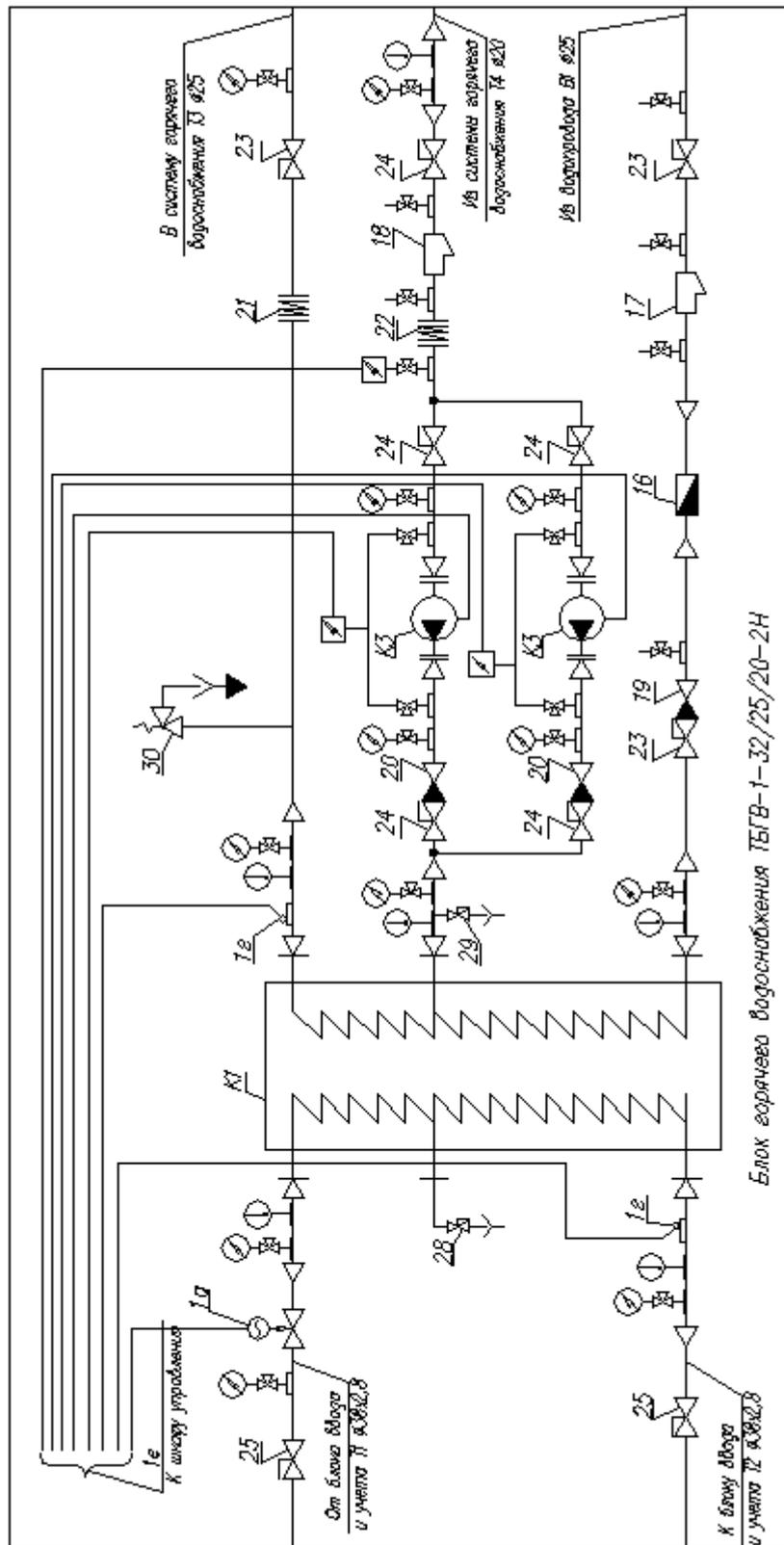


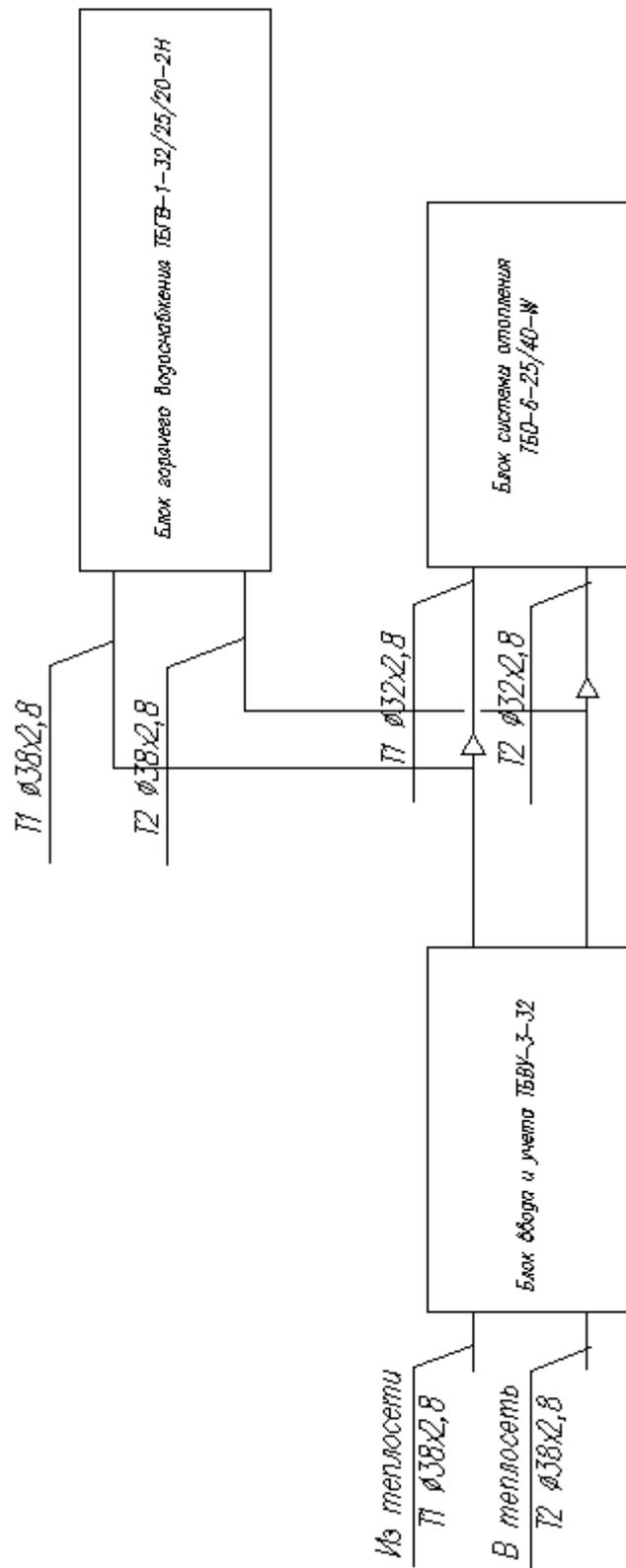
Рисунок 5 – Блок узла горячего водоснабжения

Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. шт	Примечание
	Поставщик ГК "Теплосила" г. Минск	Блок горячего водоснабжения ТБГВ-1-32/25/20-2Н $Q_{вс} = 0,01 - 0,045$ Гкал/час, $G_{гр} = 0,8 - 1,2$ м <sup>3</sup> /ч $G_{нагр} = 0,3 - 0,7$ м <sup>3</sup> /ч в составе!	1		
К1	ГК "ТЕПЛОСИЛА"	Теплообменник пластинчатый разборный ГВС BT-002-X/XDN25Ц	1		
К3		Насос циркуляционный ГВС $G =$ м <sup>3</sup> /час, $H =$ МПа	2		
1а	ГК "ТЕПЛОСИЛА"	Клапан регулирующий двухходовой TRV DN , $K_v =$ м <sup>3</sup> /час с электроприводом	1		
16		Счетчик холодной воды Ду 15	1		$G_n = 1,5$ м <sup>3</sup> /ч
17		Фильтр латунный Ду 25, Ру 16	1		
18		Фильтр латунный Ду 20, Ру 16	1		
19		Клапан обратный латунный Ду 25, Ру 16	1		
20		Клапан обратный латунный Ду 20, Ру 16	2		
21		Компенсатор Ду25	1		
22		Компенсатор Ду20	1		

Рисунок 6 – Макет спецификации к блоку узла горячего водоснабжения (часть 1)

Марка, позиция	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед. ИТ	Примечание
23		Кран шаровый латунный	3		
		Ду 25, Ру 16			
24		Кран шаровый латунный	5		
		Ду 20, Ру 16			
25		Кран шаровый	2		
		Ду 32, Ру 16			
28		Кран шаровый латунный	1		
		Ду 15, Ру 16			
29		Кран шаровый латунный	1		
		Ду 25, Ру 16			
30		Клапан предохранительный	1		
		Ду , Р= МПа			
		<u>Средства измерения и управления</u>			
		Манометр показывающая	12		0-1,6МПа
		Кран 3-ходовой под	23		
		манометр ЦБ18БК			
		Устройство отборное	23		
		к манометру			
		Термометр в оправе	6		0-150 С
		Вовышка к термометру	6		
1г	ГК "ТЕПЛОСИЛА"	Термодатчик погружная	2		
		Реле перепада давления	2		
		Реле давления (защита	1		
		от сухого хода)			
1е	ГК "ТЕПЛОСИЛА"	Шкаф управления	1		

**Рисунок 6 – Макет спецификации к блоку узла горячего водоснабжения (часть 2)**



**Рисунок 7 – Схема совмещения блоков узлов ввода и учета, отопления и горячего водоснабжения**

#### 4. Подбор оборудования индивидуального теплового пункта

Запроектировать ИТП при зависимом присоединении системы водяного отопления к наружным тепловым сетям со смесительным насосом, включенным в перемычку, а также присоединением системы горячего водоснабжения по одноступенчатой параллельной схеме.

Исходные данные:

1. Источник теплоснабжения - тепловые сети от ТЭЦ с параметрами воды в подающем и обратном трубопроводах  $T_{II}=120^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{O}=70^{\circ}\text{C}$ . Давление в подающем и обратном трубопроводах теплосети на вводе в тепловой пункт  $P_{II}=0,6$  МПа,  $P_{O}=0,35$  МПа.

2. Тепловая нагрузка системы отопления – 120 кВт.

3. Тепловая нагрузка системы горячего водоснабжения – 160 кВт.

4. Параметры воды в системе отопления  $t_{r} = 90^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{o} = 70^{\circ}\text{C}$ .

5. Суммарные потери давления в системе отопления по результатам гидравлического расчета – 30 кПа.

Для проектирования ИТП воспользуемся материалами ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА» на сайте [3] (каталоги оборудования с методикой подбора регулирующих клапанов и регуляторов перепада давления, макеты блоков тепловых узлов (узел ввода и учета, узел отопления, узел горячего водоснабжения) и макеты спецификаций на них).

##### Выбор блоков

Для подбора блоков необходимо определить диаметры трубопроводов блоков тепловых узлов. В ИТП применим стальные электросварные бесшовные холоднокатаные трубы.

##### Блок отопления.

Определим расход воды из теплосети по формуле:

$$G_{om}^{TC} = 0,86 \cdot Q \left( \frac{1}{T_{II} - T_{O}} \right), \text{м}^3/\text{ч},$$

где  $Q$  – тепловая мощность системы отопления, кВт;

$T_{II}$ ,  $T_{O}$  – температура воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети,  $^{\circ}\text{C}$ .

$$G_{om}^{TC} = 0,86 \cdot 120 \cdot \left( \frac{1}{120 - 70} \right) = 2,06 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По таблицам для гидравлического расчета стальных трубопроводов при максимальной скорости до 1,5 м/с определим диаметр трубопровода в блоке отопления до узла смешения –  $d_y=25$ мм ( $d_{нар}$  32 мм, толщина стенки 2,8мм).

Определим расход воды, циркулирующей в системе отопления по формуле:

$$G_{om} = 0,86 \cdot Q \left( \frac{1}{t_r - t_o} \right), \text{м}^3/\text{ч},$$

где  $Q$  – тепловая мощность системы отопления, кВт;

$t_{г}$ ,  $t_{о}$  – температура воды в подающем и обратном трубопроводах системы отопления, °С.

$$G_{om} = 0,86 \cdot 120 \cdot \left( \frac{1}{90 - 70} \right) = 5,16 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

По таблицам для гидравлического расчета стальных трубопроводов определим диаметр трубопровода в блоке отопления после узла смешения –  $d_y=40\text{мм}$  ( $d_{нар}$  45 мм, толщина стенки 3мм).

#### Блок горячего водоснабжения.

Определим расход сетевой воды, циркулирующей через теплообменник системы горячего водоснабжения в летний период, по формуле:

$$G_{звс}^{летн} = 0,86 \cdot Q \left( \frac{1}{t_{II} - t_o} \right), \text{м}^3/\text{ч},$$

где  $Q$  – тепловая мощность системы горячего водоснабжения, кВт;

$t_{II}$  – температура в точке излома температурного графика (принимаям 70 °С), °С.

$t_o$  – температура обратной воды в летний период (рекомендуется 30 °С).

$$G_{звс}^{летн} = 0,86 \cdot 160 \cdot \left( \frac{1}{70 - 30} \right) = 3,44 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

По таблицам для гидравлического расчета стальных трубопроводов определим диаметр трубопровода в блоке горячего водоснабжения до теплообменника –  $d_y=32\text{мм}$  ( $d_{нар}$  38 мм, толщина стенки 2,8мм).

#### Блок ввода и учета.

Определим расход сетевой воды, циркулирующей через теплообменник системы горячего водоснабжения в зимний период, по формуле:

$$G_{звс}^{TC} = 0,86 \cdot Q \left( \frac{1}{T_{II} - T_o} \right), \text{м}^3/\text{ч}$$

где  $Q$  – тепловая мощность системы горячего водоснабжения, кВт;

$T_{II}$ ,  $T_o$  – температура воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети.

$$G_{звс}^{TC} = 0,86 \cdot 160 \cdot \left( \frac{1}{120 - 70} \right) = 2,75 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Определим расход сетевой воды, циркулирующей через блок ввода и учета, по формуле:

$$G_{общ} = G_{звс}^{TC} + G_{om}^{TC} = 2,75 + 2,06 = 4,81 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

По таблицам для гидравлического расчета стальных трубопроводов определим диаметр трубопровода в блоке горячего водоснабжения до теплообменника –  $d_y=32\text{мм}$  ( $d_{\text{нар}} 38 \text{ мм}$ , толщина стенки 2,8мм).

Принимаем к проектированию (сайт [www.teplo-sila.com](http://www.teplo-sila.com), вкладка проектировщикам, типовые схемы БТП) следующие блоки:

узел ввода и учета – ТБВУ-3-32,

узел отопления – ТБО-6-25/40W,

узел горячего водоснабжения – ТБГВ-1-32/25/20-2Н.

Выбранные блоки тепловых узлов ИТП показаны на рис. 1-7.

### Подбор оборудования

Выполним подбор оборудования по методике ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА», приведенной в каталоге оборудования [4], расположенном на сайте [3].

1. Подбираем двухходовой клапан регулятора температуры (погодозависимой автоматики) для системы отопления.

Определим диаметр условного прохода двухходового клапана по формуле:

$$D_y = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{G_{om}}{V}}, \text{ м}^3 / \text{ч}$$

где  $V$  – скорость воды в выходном сечении регулирующей арматуры, м/с (3 м/с для ИТП многоквартирных домов)

$$D_y = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{2,06}{3}} = 15,6 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр двухходового клапана 20мм.

Рассчитаем максимальную пропускную способность  $K_{vs}$ .

$$K_{vs} = k_{зан} \cdot \left( \frac{G_{om}}{\sqrt{\Delta P_{cво}}} \right), \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где  $\Delta P_{cво}$  – потери давления в системе отопления, кПа;

$k_{зан}$  – коэффициент запаса (по рекомендациям «ТЕПЛОСИЛА» для двухходовых клапанов равен 1).

$$K_{vs} = 1 \cdot \left( \frac{2,06}{\sqrt{0,3}} \right) = 3,76 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

По каталогу «ТЕПЛОСИЛА» подбираем двухходовой клапан по ближайшему меньшему значению  $K_{vs}$  для диаметра 20мм – 2,5м<sup>3</sup>/ч.

Рассчитаем фактические потери давления на полностью открытом клапане:

$$\Delta P_{\phi} = \left( \frac{G_{om}}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{2,06}{2,5} \right)^2 = 0,68 \text{бар}.$$

Составляем марку клапана (см. каталог «ТЕПЛОСИЛА») – TRV-20-2.5-101.

2. Выполним подбор **теплообменника блока ГВС**. К проектированию принимаем пластинчатый теплообменник ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА». Подбор осуществим в онлайн-программе на сайте [3], задаваясь потерями на теплообменнике до 20кПа.

Результаты подбора приведены на рисунке 8. Потери давления на теплообменнике составили 17,32кПа или 0,17бар.

Заказчик	Брестский государственный технический университет	Дата	11.08.2019
Объект	методичка к курсовому	№ расчета	1010949
Назначение	ГВС		
Тип теплообменника	ЕТ-010-16DN32	Количество	1
Расчитал	Новосельцев Владимир Геннадьевич		

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

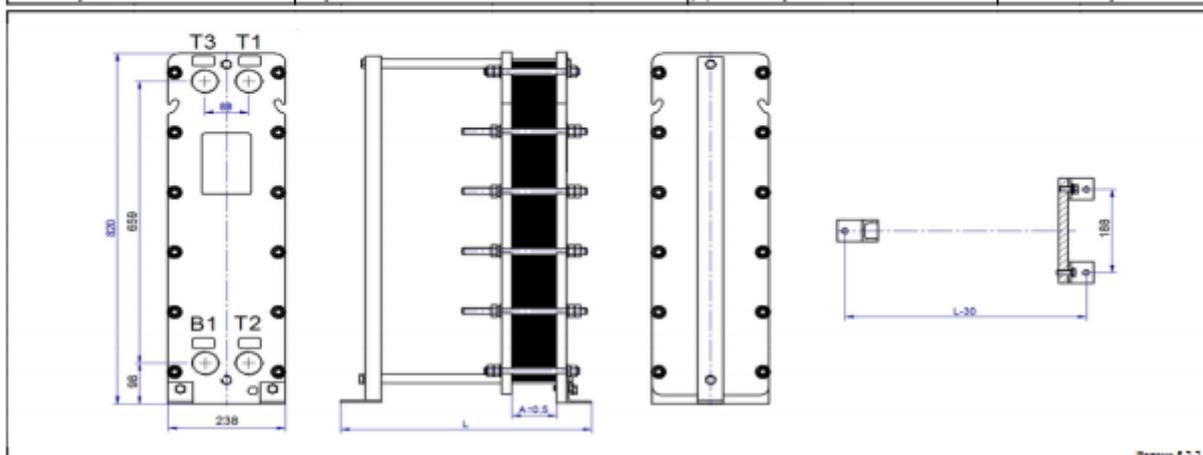
Мощность	кВт	160	
Среда		греющая	нагреваемая
		вода	вода
Расход	т/ч	3,438	2,749
Температура вход	°C	70	5
Температура выход	°C	30	55

**РАСЧЕТ**

Поверхность ТО	м <sup>2</sup>	1,41	
Запас поверхности	%	16,71	
Число пластин	шт	16	
Потери давления	кПа	17,32	11,56
Компоновка каналов		7	8
Скорость в порту/канале	м/с	1,203 / 0,828	0,955 / 0,575
Пред. фактор загрязнения	(м <sup>2</sup> ·К)/МВт	25,6	
Козф.теплопередачи (треб./расчетн.)	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	5789,5 / 6756,9	
Объем жидкости	л	1,31	1,5
Соединения	НД-32	Ниппель двойной DN32, наружн.резьба, оцинкованный чугун (латунь) (до 175 °C)	Ниппель двойной DN32, наружн.резьба, оцинкованный чугун (латунь) (до 175 °C)

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ**

Материал пластин	AISI 304 - 0,5 мм	Макс температура, °C	150
Материал прокладок	EPDM	Макс давление, атм	16
Диаметр присоединений	DN32	Длина L, мм	365,0
Масса, кг	78,1	Длина А, мм	49,6



T1 - вход греющей среды

T3 - выход нагреваемой среды

T2 - выход греющей среды

B1 - вход нагреваемой среды

**Рисунок 8 – Результаты подбора теплообменника**

Необходимо отметить, что программой для подбора теплообменника можно воспользоваться лишь в том случае, если имеется логин и пароль, выданный администратором ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА». Студенты дневной формы обучения подбирают теплообменник с преподавателем на компьютерах кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. Студенты заочной формы обучения подбирают теплообменник с преподавателем на компьютерах кафедры теплогазоснабжения и вентиляции во время установочной сессии, а при расчете курсовой работы могут предварительно принять потери на теплообменнике 20кПа, либо подобрать теплообменник другого производителя, например, спиралетрубчатый теплообменник «БУГ» производства «Бугэнерго» (Брест).

3. Подбираем **двухходовой клапан регулятора температуры** для системы горячего водоснабжения.

Определим диаметр условного прохода двухходового клапана по формуле:

$$D_y = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{G_{гвс}^{летн}}{V}}, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где  $V$  – скорость воды в выходном сечении регулирующей арматуры, м/с (3 м/с для ИТП многоквартирных домов)

$$D_y = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{3,44}{3}} = 20,1 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр двухходового клапана 25мм.

Рассчитаем максимальную пропускную способность  $K_{vs}$ .

$$K_{vs} = k_{зан} \cdot \left( \frac{G_{гвс}^{летн}}{\sqrt{\Delta P_m}} \right), \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где  $\Delta P_m$  – потери давления в теплообменнике блока ГВС (рисунок 8), кПа;

$k_{зан}$  – коэффициент запаса (по рекомендациям «ТЕПЛОСИЛА» для двухходовых клапанов равен 1).

$$K_{vs} = 1 \cdot \left( \frac{3,44}{\sqrt{0,17}} \right) = 8,34 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

По каталогу «ТЕПЛОСИЛА» подбираем двухходовой клапан по ближайшему меньшему значению  $K_{vs}$  для диаметра 25мм – 8м<sup>3</sup>/ч.

Рассчитаем фактические потери давления на полностью открытом клапане:

$$\Delta P_\phi = \left( \frac{G_{гвс}^{летн}}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{3,44}{8} \right)^2 = 0,19 \text{ бар}$$

Составляем марку клапана (см. каталог «ТЕПЛОСИЛА») – TRV-25-8-101.

#### 4. Подбираем регулятор перепада давления узла ввода и учета.

Определим расчетные потери давления:

$$\Delta P_{РПД} = \Delta P_p - \Delta P_{py} - \Delta P_{дон}, \text{ бар},$$

где  $\Delta P_p$  – располагаемый перепад давления на вводе (разность давлений в подающем и обратном трубопроводах теплосети на вводе в тепловой пункт – 0,6-0,35МПа=0,25МПа=2,5бар), бар;

$\Delta P_{py}$  – перепад давления, поддерживаемый двухходовым клапаном на регулируемом участке, бар.

Регулирование теплоносителя через клапан зависит как от его пропускной способности, так и от участка системы, на котором клапан вызывает изменение давления теплоносителя. Этот участок называют регулируемым. Он включает трубопроводы с установленными приборами и оборудованием. Например, в системе отопления таким участком является либо вся система, либо ее часть, в которой автоматически поддерживается постоянный перепад давления.

Перепад давления, поддерживаемый двухходовым клапаном на регулируемом участке  $\Delta P_{py}$ , определяется по формуле:

$$\Delta P_{py} = \frac{\Delta P_{\phi}}{k_{зан2}} + \Delta P_{py1}, \text{ М}^3 / \text{ч},$$

где  $\Delta P_{py1}$  – потери давления в арматуре и оборудовании на регулируемом участке (в данном примере это потери в системе отопления и на фильтре, расположенном в узле отопления), бар

$k_{зан2}$  – коэффициент запаса (по рекомендациям «ТЕПЛОСИЛА» равен 0,7);

$\Delta P_{дон}$  – потери давления в арматуре и оборудовании вне регулируемого участка (в данном примере это потери на фильтре и теплосчетчике, расположенных в узле ввода), бар.

Выполним подбор фильтра, расположенного в узле отопления. Подбираем фильтр НП ООО «Гран-Система-С» (приложение 1) фланцевый по диаметру трубопровода  $D_y=40$  мм с  $K_{vs}=40.9$  м<sup>3</sup>/ч.

Найдем перепад давления на фильтре по формуле:

$$\Delta P_{\text{фильтр}} = \left( \frac{G_{om}}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{5,16}{40,9} \right)^2 = 0,16 \text{ бар}.$$

Перепад давления, поддерживаемый двухходовым клапаном блока отопления на регулируемом участке  $\Delta P_{py}^{om}$ :

$$\Delta P_{py}^{om} = \frac{\Delta P_{\phi}}{k_{зан2}} + \Delta P_{py1} = \frac{\Delta P_{\phi}}{k_{зан2}} + \Delta P_{\text{фильтр}} + \Delta P_{\text{сво}} = \frac{0,68}{0,7} + 0,16 + 0,3 = 1,43 \text{ бар}.$$

Перепад давления, поддерживаемый двухходовым клапаном блока горячего водоснабжения на регулируемом участке  $\Delta P_{py}^{звс}$ :

$$\Delta P_{py}^{звс} = \frac{\Delta P_{\phi}}{k_{зан2}} + \Delta P_{py1} = \frac{\Delta P_{\phi}}{k_{зан2}} + \Delta P_{\text{теплообм}} = \frac{0,19}{0,7} + 0,17 = 0,44 \text{ бар}.$$

Подбор регулятора перепада давления ведем, учитывая сопротивления блока отопления, так как  $1,43 > 0,44$  бар.

*Для того, чтобы правильно увязать контуры систем теплопотребления между собой, необходимо, чтобы перепады давлений этих контуров были равны между собой  $\Delta P_{py}^{om} = \Delta P_{py}^{звс}$ . Для этой цели увязку часто выполняют установкой ручного балансировочного клапана на контур системы теплопотребления с меньшим перепадом давления (в данном случае на контур горячего водоснабжения). Это решение по ряду причин является не рекомендуемым. Лучшим вариантом для чёткого поддержания требуемых параметров регулирования в каждом контуре является установка двух регуляторов перепада давления – по одному на каждый контур. Учитывая, что в стандартных схемах ГК «Теплосила», установлен один регулятор перепада давления, в рамках курсовой работы возможно проектирование индивидуального теплового пункта также с одним регулятором перепада давления.*

Выполним подбор фильтра, расположенного в узле ввода. Подбираем фильтр производства НП ООО «Гран-Система-С» фланцевый по диаметру трубопровода  $D_y=32$  мм с  $K_{vs}=26,2$  м<sup>3</sup>/ч.

Найдем перепад давления на фильтре по формуле:

$$\Delta P_{\text{фильтр}} = \left( \frac{G_{\text{общ}}}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{4,81}{26,2} \right)^2 = 0,34 \text{ бар}.$$

Выполним подбор теплосчетчика, расположенного в узле ввода. Принимаем к проектированию теплосчётчик ультразвуковой производства НП ООО «Гран-Система-С» марки «Струмень ТС-07-К7». По расходу теплоносителя  $G_{\text{общ}} = 4,81$  м<sup>3</sup>/ч принимаем по данным производителя (приложение 2) диаметр расходомера теплосчётчика равным 25 мм, номинальный расход расходомера  $q_n=3,5$  м<sup>3</sup>/ч, максимальный расход расходомера  $q_n=7$  м<sup>3</sup>/ч. Перепад давления при  $G_{\text{общ}} = 4,81$  м<sup>3</sup>/ч по данным производителя (приложение 3) составляет  $\Delta P_{\text{сч}} = 100$  мБар = 0,1 бар.

Определим расчетные потери давления для подбора регулятора перепада-

да давления:

$$\Delta P_{РПД} = \Delta P_p - \Delta P_{py}^{om} - \Delta P_{фильтр} - \Delta P_{теплосч} = 2,5 - 1,43 - 0,34 - 0,1 = 0,63 \text{ бар}.$$

Определим диаметр условного прохода регулятора перепада давления по формуле:

$$D_y = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{G_{общ}}{V}}, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где  $V$  – скорость воды в выходном сечении регулирующей арматуры, м/с

$$D_y = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{4,81}{3}} = 23,8 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр регулятора перепада давления 25мм.

Рассчитаем максимальную пропускную способность  $K_{vs}$ .

$$K_{vs} = k_{зан} \cdot \left( \frac{G_{общ}}{\sqrt{\Delta P_{РПД}}} \right), \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где  $k_{зан}$  – коэффициент запаса (по рекомендациям «ТЕПЛОСИЛА» регуляторов перепада давления равен 1,2).

$$K_{vs} = 1,2 \cdot \left( \frac{4,81}{\sqrt{0,63}} \right) = 7,3 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

По каталогу «ТЕПЛОСИЛА» подбираем регулятор перепада давления по ближайшему большему значению  $K_{vs}$  для диаметра 25мм – 8м<sup>3</sup>/ч.

Составляем марку регулятора перепада давления (см. каталог «ТЕПЛОСИЛА») – RDT-1.1-25-8.

5. Выполняем **проверку на кавитацию** регулятора перепада давления и двухходовых регулирующих клапанов.

Допустимый перепад давлений  $\Delta P_{пред}$ , на полностью открытом регуляторе определяется по формуле:

$$\Delta P_{пред} = Z \cdot (P_{вх} - P_{нас}), \text{ бар}$$

где,  $Z$  – коэффициент начала кавитации (определяется по [4] для каждого регулятора);

$P_{вх}$  – давление теплоносителя перед регулятором, бар;

$P_{нас}$  – давление насыщенных паров воды, принимаемое в зависимости от температуры воды перед регулятором, бар.

Температура воды, °С	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
Р <sub>нас</sub> , бар	-0,69	-0,61	-0,53	-0,42	-0,3	0,15	0,01	0,21	0,43	0,69	0,99	1,34	1,7

Регуляторы давления не должны работать при  $\Delta P > \Delta P_{\text{пред}}$  из-за опасности возникновения кавитации в них, что приведет к быстрому износу регулирующего органа [4]. Если в результате расчета получили  $\Delta P > \Delta P_{\text{пред}}$ , то следует рассмотреть возможность установки регулятора давления «до себя» на обратном трубопроводе для увеличения давления в системе или установки регулирующей арматуры на обратном трубопроводе в область более низких температур.

Выполняем проверку регулятора перепада давления ( $P_{\text{вх}}=P_{\text{п}}=0,6$  мПа=6 бар по заданию,  $P_{\text{нас}}=0,99$  бар при  $T_{\text{п}}=120^{\circ}\text{C}$ ).

$$\Delta P_{\text{пред}}=0,6 \cdot (6-0,99)=3 \text{ бар}$$

Производим сравнение  $\Delta P_{\text{РПД}}$  и  $\Delta P_{\text{пред}}$ :  $0,63 < 3$ , следовательно регулятор перепада давления будет работать без кавитации.

Выполняем проверку двухходового клапана блока отопления ( $\Delta P_{\text{вх}} = P_{\text{п}} - \Delta P_{\text{РПД}} - \Delta P_{\text{фильтр}} - \Delta P_{\text{теплосч}} = 6 - 0,63 - 0,34 - 0,1 = 4,93 \text{ бар}$ ).

$$\Delta P_{\text{пред}}=0,6 \cdot (4,93-0,99)=2,36 \text{ бар}$$

Производим сравнение  $\Delta P_{\text{ф}}$  (взято из п.1) и  $\Delta P_{\text{пред}}$ :  $0,68 < 2,36$ , следовательно двухходовой клапан блока отопления будет работать без кавитации.

Выполняем проверку двухходового клапана блока горячего водоснабжения ( $\Delta P_{\text{вх}} = P_{\text{п}} - \Delta P_{\text{РПД}} - \Delta P_{\text{фильтр}} - \Delta P_{\text{теплосч}} = 6 - 0,63 - 0,34 - 0,1 = 4,93 \text{ бар}$ ).

$$\Delta P_{\text{пред}}=0,6 \cdot (4,93-0,99)=2,36 \text{ бар}$$

Производим сравнение  $\Delta P_{\text{ф}}$  (взято из п.3) и  $\Delta P_{\text{пред}}$ :  $0,19 < 2,36$ , следовательно двухходовой клапан блока отопления будет работать без кавитации.

6. Подбираем **смесительный насос**. Методика подбора смесительного насоса на перемычке приведена в п.3.4.1[5]. Насос подбирается по расходу и давлению.

Расчетный расход насоса:  $G_{\text{н}} = G_{\text{от}} - G_{\text{от}}^{\text{ТС}} = 5,16 - 2,06 = 3,1 \text{ м}^3 / \text{ч}$ . По таблицам для гидравлического расчета стальных трубопроводов определим диаметр трубопровода на перемычке –  $d_{\text{у}}=32 \text{ мм}$  ( $d_{\text{нар}} 38 \text{ мм}$ , толщина стенки 2,8мм).

Расчетное давление насоса определяем по формуле:

$$P_n = \Delta P_{CBO} + \Delta P_{обр.кл.} + \Delta P_{фильтр}, \text{кПа},$$

где  $\Delta P_{обр.кл.}$  – потери давления в обратном клапане, установленном перед насосом, кПа

$\Delta P_{фильтр} = 0,16 \text{бар}$  -потери давления на фильтре, расположенном в узле отопления, определенные ранее.

Подбираем обратный клапан латунный пружинный муфтовый производства компании «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия) диаметром 32мм (по диаметру трубопровода перемычки) и пропускной способностью  $K_{vs}=47,5 \text{ м}^3/\text{ч}$  (приложение 4).

Потери давления на клапане составляют:

$$\Delta P_{обр.кл.} = \left( \frac{G_n}{K_{vs}} \right)^2 = \left( \frac{3,1}{47,5} \right)^2 = 0,004 \text{бар}.$$

Потерями на обратном клапане можно пренебречь в силу их незначительности.

Следует отметить, что в рассматриваемом узле отопления используется сдвоенный насос (рисунок 3). Установка обратного клапана после насосного агрегата не является необходимой, учитывая имеющийся в конструкции сдвоенного насоса обратный клапан.

Расчетное давление насоса:

$$P_n = 0,3 + 0,16 = 0,46 \text{бар}.$$

Подберем насос немецкого концерна WILLO. Для этого воспользуемся онлайн-программой [6] Wilo-Select <https://www.wilo-select.com/Region.aspx> (указать страну – Belarus во вкладке, после загрузки программы выбрать вкладку гидравлический выбор). В программе напор задается в метрах, в нашем случае  $0,46 \text{бар} = 4,6 \text{м}$  ( $1 \text{бар} = 10 \text{м}$ ). Ввод данных показан на рисунке 9. Подбираем насос Yonos MAXO-D 32/0,5-7 PN6/10. Лист данных с характеристиками насоса представлен на рисунке 10.

В случае применения смесительно-циркуляционного насоса подбор осуществляется на аналогичные расчетные параметры расхода и давления. При подборе циркуляционного насоса в независимой схеме отопления расчетным расходом является расход в системе отопления, а расчетное давление определяется сложением суммарных гидравлических потерь в системе отопления и потерь давления в теплообменнике. При подборе подпиточного насоса в независимой схеме отопления, расчетный расход определяется из условия заполнения 20% объема воды в системе отопления за час, а расчетное давление определяется из условия поддержания статического давления в системе отопления не ниже 0,05 мПа с учетом давления в обратной магистрале тепловой сети. [1]

Выбор насоса с собственными заданными параметрами: область применения и перекачиваемая среда

Настройки (0)

Выбрать язык

> Запустить новый выбор

Русский

**1/4**

**Области применения**

- Отопление, кондиционирование, охлаждение
  - Отопление
  - Насосы с мокрым ротором
    - Высокоэффективные насосы
    - Одинарные насосы
    - Сдвоенные насосы
  - Стандартные насосы
- Насосы с сухим ротором
  - Установка для отвода конденсата
- Кондиционирование, охлаждение
- Напольное отопление
- Гелио- и геотермические установки
- Питательное горячее водоснабжение
- Водоснабжение
- Загрязненные и сточные воды
- Использование процессов
- Особое применение

**3/4**

**Серии**

Выделить все  
Отменить выделение  
(Текущий выбор: 5 Серии)

- Stratos-D
- Stratos-ZD
- Stratos MAXO-D
- Yonos MAXO-D
- Yonos PICO-D

**4/4**

**Вводимые данные**

Не использовать заданные значения  
 Показать расчетные строки  
 Показать все виды рабочей среды

Расчетная рабочая точка: A1

▼ Показать больше опций

**Тип переключения**

Тип установки<sup>1</sup>: Сдвоенный насос Главный-Резервный

**Рабочие параметры**

Обозначение рабочей точки: A1

Производительность<sup>1</sup>: 3,1 m<sup>3</sup>/h

Напор<sup>1</sup>: 4,6 m

**Исходные данные**

Жидкость<sup>1</sup>: Вода

Температура<sup>1</sup>: 70 °C

Плотность<sup>1</sup>: 977,7 kg/m<sup>3</sup>

Вязкость<sup>1</sup>: 0,4054 mm<sup>2</sup>/s

Опции LCC

Настройки: - Стандартный -

**2/4**

**Фильтр**

Привод: 50 Hz

Число полюсов: Любой

Рисунок 9 - Пример введенных данных в программе Wilo-Select

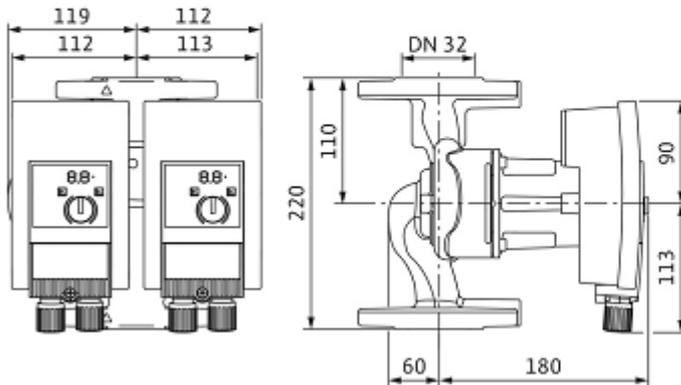
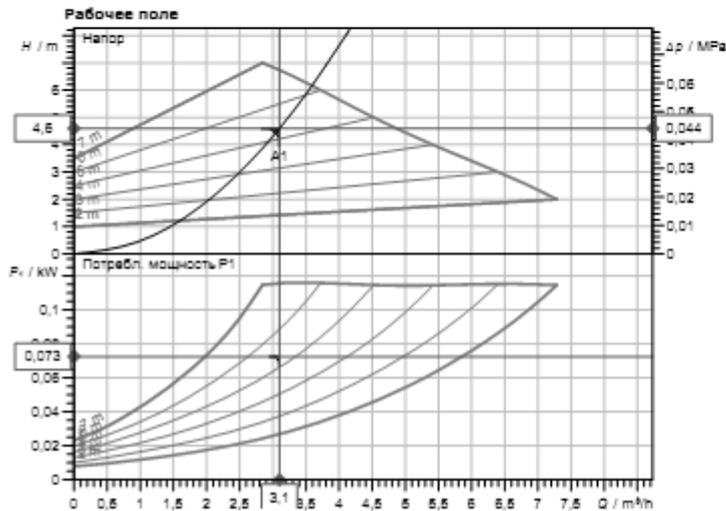
**Технические данные**

Glandless standard high-efficiency pump  
Yonos MAXO-D 32/0,5-7 PN6/10

Имя проекта Проект без имени 2019-08-13 09:37:20.347

Номер проекта  
Место установки  
Номер позиции клиента

Дата 13.08.19



**Задать рабочие параметры**

Производительность 3,10 m³/h  
Напор 4,60 m  
Перекачиваемая жидкость Вода 100 %  
Температура перекачиваемой жидкости 40 °C  
Плотность 977,70 kg/m³  
Кинематич. вязкость 0,41 mm²/s

**Гидравлические данные (Рабочая точка)**

Производительность 3,10 m³/h  
Напор 4,60 m  
Потребл. мощность P1 0,07 kW

**Данные продукта**

Glandless standard high-efficiency pump  
Yonos MAXO-D 32/0,5-7 PN6/10  
Режим работы dp-v  
Мак. рабочее давление 1 MPa  
Температура перекачиваемой жидкости 40 °C ... + 110 °C  
Макс. Температура окр. Среды 40 °C  
Минимальный подпор при 50 / 95 / 110 °C 3 m / 10 m / 16 m

**Данные мотора**

Цилиндрический мотор-редуктор Электронно-коммутируе  
Индекс энергоэффективности (EEI) ≤ 0,23  
Подключение к сети 1~ 230 V / 50 Hz  
Допустимый перепад напряжения ±10 %  
макс. частотой вращения; 3700 1/min  
Потребл. мощность P1 0,12 kW  
Потребление тока 1 A  
Вид защиты IPX4D  
Insulation class F  
Emitted interference EN 61800-3;2004+A1;20  
Interference resistance EN 61800-3;2004+A1;20  
Резьбовой ввод для кабеля 2 x M20x1.5

**Присоединительные размеры**

Патрубок на стороне всасывания DN 32, PN6/10  
Патрубок с напорной стороны DN 32, PN6/10  
Габаритная длина 220 mm

**Материалы**

Корпус насоса S 1301, EN-GJL-250  
Рабочее колесо PPE/PS-GF30  
Вал 1.4122, X39CrMo17-1  
Материал подшипников Металлографит

**Данные для заказа**

Вес, прим. 10,4 kg  
Номер позиции 2160585

Рисунок 10 – Лист данных с характеристиками насоса

## Литература

1. Тепловые пункты: ТКП 45-4.02-183-2009. - Минск, 2010.
2. Тепловые сети: ТКП 45-4.02-322-2018 – Минск, 2018.
3. Сайт ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.teplo-sila.com](http://www.teplo-sila.com).
4. Технический каталог продукции компаний ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА», 2019
5. Покотилов, В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. – Вена, 2017. – 228 с.
6. Программа Wilo-Select Online [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wilo-select.com>

## Приложения

### Приложение 1

Характеристики фильтров производства НП ООО «Гран-Система-С»



<b>DN</b> мм	<b>D</b> мм	<b>D1</b> мм	<b>L</b> мм	<b>H</b> мм	<b>n отв.</b> шт.	<b>d</b> мм	<b>Диаметр</b> <b>ячейки</b> <b>сетки</b> мм	<b>Kvs</b> м <sup>3</sup> /час	<b>Масса</b> кг
15	95	65	130	85	4	14	1	5,76	2,0
20	105	75	150	85	4	14	1	10,4	2,5
25	115	85	160	102	4	14	1	16	2,6
32	140	100	180	125	4	14	1	26,2	3,6
40	150	110	200	147	4	18	1,5	40,9	8,5
50	165	125	230	158	4	18	1,5	64	10,4
65	185	145	290	178	4	18	1,5	108,2	14,2
80	200	160	310	213	8	18	1,5	161,6	23,0
100	220	180	350	241	8	18	1,5	252,5	25,0
125	250	210	400	223	8	18	1,5	394,5	35,5
150	285	240	400	295	8	22	1,5	573,1	58,5
200	340	295	600	368	12	22	2	1018	97,0
250	405	355	730	480	12	26	2	1617	191,0
300	460	410	850	515	12	26	2	1820	232,0

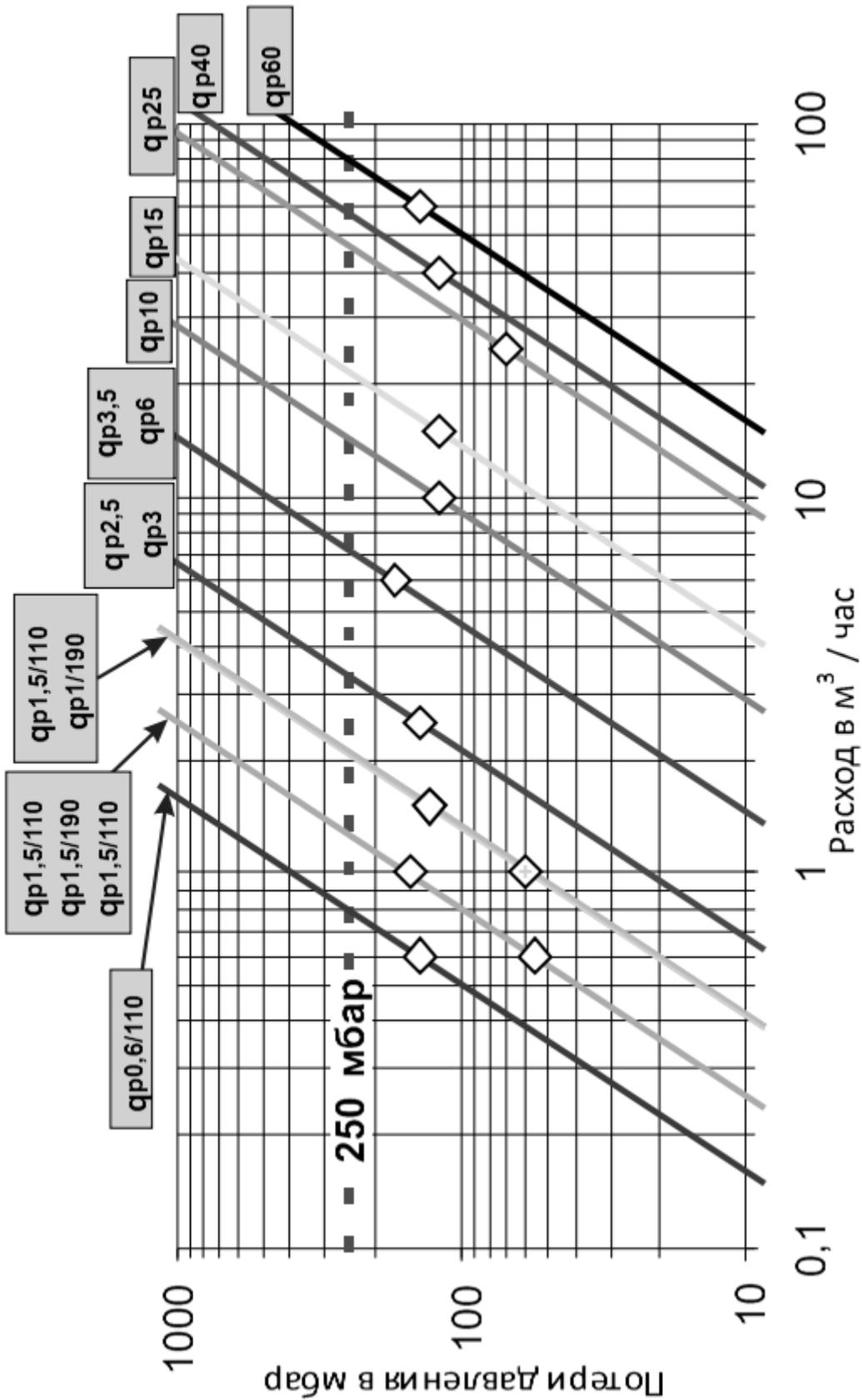
## Приложение 2

Характеристики расходомеров теплосчётчика марки «Струмень ТС-07-К7»  
производства НП ООО «Гран-Система-С»

Ду	Типсоединения		Максимальный расход $q_s$	Постоянный (номинальный) расход $q_p$	Минимальный расход $q_i$
	муфта	фланец			
мм			м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /ч	м <sup>3</sup> /ч
15	+		1,2	0,6	0,012
	+		3	1,5	0,03
20	+	+	5	2,5	0,05
25	+	+	7	3,5	0,07
	+	+	12	6	0,12
40	+	+	20	10	0,2
50		+	30	15	0,3
65		+	50	25	0,5
80		+	80	40	0,8
100		+	120	60	1,2

### Приложение 3

Потери давления ультразвуковых расходомеров теплосчётчика марки «Струмень ТС-07-К7» производства НП ООО «Гран-Система-С»



## Приложение 4

Характеристики обратных клапанов латунных пружинных муфтовых производства компании «ГЕРЦ Арматурен» (Австрия)

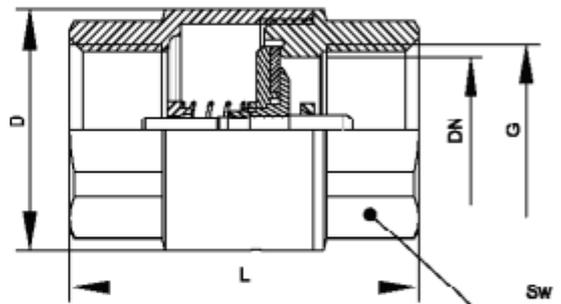
ГЕРЦ - Обратный клапан



# ГЕРЦ - Пружинный обратный клапан

Нормаль 1 2622 1X, Издание 1115

### Размеры



Номер заказа	PN [бар]	DN	G [мм]	L [мм]	D [мм]	Sw [мм]	Kvs [м³/ч]	Weight [кг]
1 2622 11	25	15	1/2"	49	31	25	10,5	0,132
1 2622 12	25	20	3/4"	53	37	31	18	0,187
1 2622 13	25	25	1"	58	46	39	29	0,270
1 2622 14	16	32	1 1/4"	65	56	48	47,5	0,455
1 2622 15	16	40	1 1/2"	69	68	55	75	0,670
1 2622 16	16	50	2"	77	85	68	117	1,075

[вернуться к оглавлению](#)

### III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

#### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Центральные тепловые пункты.
2. Индивидуальные тепловые пункты.
3. Блочные тепловые пункты
4. Закрытые и открытые системы теплоснабжения.
5. Зависимое присоединение систем теплоснабжения.
6. Независимое присоединение систем теплоснабжения.
7. Присоединение систем отопления к тепловым сетям. Зависимая схема со смесительным насосом на перемычке
8. Присоединение систем отопления к тепловым сетям. Зависимая схема со смесительным насосом подающем или обратном трубопроводе
9. Присоединение систем отопления к тепловым сетям. Независимая схема
10. Присоединение систем ГВС к тепловым сетям: параллельная схема.
11. Присоединение систем ГВС к тепловым сетям: двухступенчатая смешанная схема.
12. Присоединение систем ГВС к тепловым сетям: двухступенчатая последовательная схема.
13. Оборудование тепловых пунктов
14. Пластинчатые теплообменники тепловых пунктов
15. Подбор пластинчатых теплообменников тепловых пунктов
16. Спиралетрубчатые теплообменники тепловых пунктов
17. Коммерческий учет теплопотребления
18. Автоматические регуляторы тепловых пунктов: регуляторы перепада давлений
19. Автоматические регуляторы тепловых пунктов: регуляторы давления «до себя» и «после себя».
20. Регуляторы систем отопления тепловых пунктов
21. Регуляторы систем ГВС тепловых пунктов
22. Циркуляционные насосы тепловых пунктов
23. Повысительные насосы тепловых пунктов
24. Защита от сухого хода насосов тепловых пунктов
25. Дополнительное оборудование ИТП: грязевики, оборудование для подпитки систем отопления.
26. Компьютерные программы для проектирования тепловых пунктов и подбора оборудования

[вернуться к оглавлению](#)

## **IV ВСПОМАГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

Учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор БрГТУ

\_\_\_\_\_ А.М.Омельянюк

«    » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Регистрационный № УД- \_\_\_\_\_ /уч.

## **Автоматизированные тепловые пункты**

**Учебная программа для специальности:**

1-70 04 02 Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного  
бассейна

2019 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта  
(название образовательного стандарта)

ОСРБ 1- 70 04 02-2013, утв. Постановление Министерства образования  
Республики Беларусь № 88 от 30.08.2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.Г.Новосельцев, заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиля-  
ции, к.т.н., доцент  
(И.О.Фамилия, должность, степень, звание)

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ТГВ  
(название кафедры-разработчика программы)

(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_);

Методической  
комиссией факультета инженерных систем и экологии  
(название факультета)

(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_);

Председатель Ан.А.Волчек  
(ФИО,подпись)

Советом Брестского государственного технического университета  
(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_)

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Автоматизированные тепловые пункты» является одной из профильных дисциплин специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна». Основной задачей изучения дисциплины является всесторонняя подготовка специалистов согласно квалификационной характеристике в области изучения работы современных автоматизированных тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать устройство и способы регулирования современных автоматизированных тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения.

Уметь подбирать современное оборудование автоматизированных тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Автоматизированные тепловые пункты»: отопление.

В соответствии с учебными планами на изучение учебной дисциплины «Автоматизированные тепловые пункты» отводится:

Курс	Се- местр	Общее ко- личество часов по плану (з.е.)	Аудиторных часов			Само- стоя- тель- ная работа	Форма те- кущей атте- стации
			Лек- ции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные занятия		
<i>Дневная форма получения образования</i>							
3	6	60 (2 з.е.)	16	16	-	28	зачет
3	6	40 (1 з.е.)				40	Курсовая работа
<i>Заочная форма получения образования</i>							
4	7	60 (2 з.е.)	4	4	-	52	зачет
4	7	40 (1 з.е.)				40	Курсовая работа
<i>Заочная сокращенная форма получения образования</i>							
2	4	60 (2 з.е.)	4	4	-	52	зачет
2	4	40 (1 з.е.)				40	Курсовая работа

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 2.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

**Введение.** Нормативные документы РБ по тепловым пунктам (ТП).

**Общие сведения о ТП.** Индивидуальные тепловые пункты. Блочные тепловые пункты.

**Присоединение систем теплоснабжения к тепловым сетям.** Присоединение систем водяного отопления к тепловым сетям. Присоединение систем горячего водоснабжения к тепловым сетям. Присоединение систем вентиляции к тепловым сетям.

**Подбор оборудования ИТП.**

**Компьютерные программы для подбора оборудования ИТП.**

## 2.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Проектирование теплового пункта.

Разработка схем узлов ввода.

Разработка схем узлов отопления.

Разработка схем узлов горячего водоснабжения.

Разработка схем узлов вентиляции.

Составление спецификации ИТП.

Подбор оборудования ИТП (теплообменника, счетчика воды, насосов, регуляторов и т.д.).

## 2.6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

*Дневная форма получения образования*

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Общие сведения о ТП	2	2					зачет
2	Присоединение систем теплоснабжения к тепловым сетям	8	6					зачет
3	Подбор оборудования ИТП. Компьютерные программы для подбора оборудования ИТП.	6	8					зачет
	<b>Итого</b>	16	16	0				

*Заочная и заочная сокращенная формы получения образования*

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введ Введение. Общие сведения о ТП. Присоединение систем теплоснабжения к тепловым сетям	2	2					зачет
	Подбор оборудования ИТП. Компьютерные программы для подбора оборудования ИТП.	2	2					зачет
	<b>Итого</b>	4	4	0				

### 3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. Тепловые сети: ТКП 45-4.02-322-2018 – Минск, 2018.
7. Тепловые пункты: ТКП 45-4.02-183-2009. - Минск, 2010.
8. Технический каталог продукции компаний ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА», 2019

#### 3.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт ГРУППЫ КОМПАНИЙ «ТЕПЛОСИЛА» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.teplo-sila.com](http://www.teplo-sila.com).
2. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. – Киев, изд. «Такі справи», 2005. – 304 с.
3. Покотиллов В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. – Вена, 2017. – 228 с.
4. Покотиллов В.В. Системы водяного отопления. – Вена, 2008. – 159с.
5. Логунова О.Я., И.В.Зоря. Водяное отопление. – Изд-во “Лань”, 2019.– 274 с.

[вернуться к оглавлению](#)