


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
«ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИ-
СТЕМ ОТОПЛЕНИЯ»

для специальности:

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

Составители: Новосельцев Владимир Геннадьевич, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, доцент, к.т.н.

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

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

пр. и УМК 22/23-89

Пояснительная записка

Актуальность изучения дисциплины

Дисциплина «Гидравлическое регулирование современных систем отопления» является одной из профильных дисциплин специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна». Основной задачей изучения дисциплины является обучение студентов основным методам балансировки современных систем отопления; подбора, расчета и настройки оборудования современных систем отопления; всесторонняя подготовка специалистов согласно квалификационной характеристике в области наладки современных систем отопления.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные методики и задачи наладки современных систем отопления;

- основные методы подбора, расчета и настройки оборудования и автоматизации современных систем отопления;

уметь:

- анализировать и систематизировать техническую информацию и программное обеспечение;

- ориентироваться в специфике методов наладки современных систем отопления.

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 « Гидравлическое регулирование современных систем отопления » 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 « Гидравлическое регулирование современных систем отопления ».

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 «Гидравлическое регулирование современных систем отопления»:

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

Практический раздел ЭУМК содержит материалы для проведения лабораторных учебных занятий в виде лабораторного практикума.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы для зачета (вопросы 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 «Гидравлическое регулирование современных систем отопления», список основной и дополнительной литературы.

Рекомендации по организации работы с УМК:

- лекции проводятся с использованием персонального компьютера и мультимедийного проектора;

- при подготовке к зачету студенты могут использовать конспект лекций, техническую основную и вспомогательную литературу;

- лабораторные занятия проводятся с использованием представленных в ЭУМК методических указаний лабораторного практикума;

- зачет проводится в устном виде, вопросы для зачета приведены в разделе контроля знаний.

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Тема 1 Балансировка СВО

Тема 2 Настройка регуляторов СВО

Тема 3 Методы балансировки СВО

II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Лабораторный практикум

III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Вопросы к зачету

IV ВСПОМАГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ТЕМА 1 БАЛАНСИРОВКА СВО

1.1. Общие данные о балансировке СВО

1.2. Методы балансировки СВО

ТЕМА 2 НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРОВ СВО

ТЕМА 3 МЕТОДЫ БАЛАНСИРОВКИ СВО

3.1. Метод температурного перепада

3.2. Метод предварительной настройки клапанов

3.3. Пропорциональный метод

3.4. Компенсационный метод

3.5. Компьютерный метод

ТЕМА 1 БАЛАНСИРОВКА СВО

1.1. Общие данные о балансировке СВО

Основной целью проектирования систем отопления является создание теплового комфорта в помещениях при минимуме потребления энергоресурсов. Однако в действительности даже самые современные системы не всегда справляются с этой задачей. У 80 % плохо работающих СВО причиной является несоответствие распределения потоков воды.

Перерасход теплоносителя в отдельных частях СВО приводит к недостаточному расходу в других частях системы. Это значит, что часть помещений будет перегретой, а часть недогретой. Известно, что повышение температуры в помещении выше уровня 20°C на 1°C приводит к перерасходу тепла на 6 - 10 %, на 2°C – на 15%, на 3°C – более чем на 20%. В средней части Европы каждый градус выше уровня в 20°C увеличивает стоимость тепловой энергии не менее, чем на 8%.

Существуют несколько причин отклонений расходов от реальных величин:

1. Ошибки при проектировании, погрешности расчётов.
2. Отклонения от проекта при монтаже.
3. Появление дополнительных сопротивлений в СВО из-за появления отложений в трубопроводах, нагревательных приборах.

Для устранения недогрева удалённых помещений, можно устанавливать насос с большим напором, что приведёт к перерасходу в СВО тепла и электроэнергии. При балансировке оказывается возможным перейти на более низкую скорость насоса, что уменьшает потребление энергии и увеличивает срок службы насоса. Хорошо сбалансированная система снижает как инвестиционные, так и эксплуатационные затраты.

Балансировка СВО позволяет экономить 20-40% тепла, обеспечить хороший контроль температурного режима зданий, долговечную работу оборудования. При этом стоимость балансировочных клапанов составляет всего несколько процентов от общих затрат на СВО.

В современных СВО используют балансировочные клапаны, которые делят на две группы:

- 1 - ручные балансировочные клапаны РБК (статические регуляторы);
- 2 - автоматические балансировочные клапаны АБК (динамические регуляторы).

РБК применяют для гидравлической увязки циркуляционных колец, обеспечивая расчётные расходы теплоносителя на стояках или горизонтальных ветвях любых СВО.

АБК предназначены для установки на стояках или горизонтальных ветвях СВО с термостатическими клапанами. АБК применяются для поддержания постоянной разности давлений между подающим и обратным трубопроводами регулируемых систем, а также для обеспечения ограничения

расхода перемещаемой по трубопроводу среды. Это позволяет ТК функционировать в оптимальном режиме и исключить шумообразование.

Перед балансировкой системы производят испытание на герметичность, промывают, прочищают фильтры. Все ТК устанавливают в максимально открытое положение (только так можно определить перегревы и недогревы помещений).

Перед балансировкой системы следует проанализировать ее работоспособность и определить частные признаки и общие закономерности несоответствия требуемым температурным условиям в помещениях. К частным признакам относят перегрев или недогрев отдельных помещений. К общим закономерностям — перегрев или недогрев этажей, помещений, расположенных по различным фасадам здания, стояков и т. д.

При недогреве отдельных помещений вначале следует определить, не является ли это следствием засорения или некачественного монтажа. Как правило, закупорка образовывается в местных сопротивлениях: фитингах, клапанах и т. д.

Перегрев отдельных помещений может быть вызван только гидравлической разбалансировкой, причем в перегретых помещениях она значительно больше, чем в недогретых.

1.2. Методы балансировки СВО

При балансировке выбирают способ, который зависит от типа применяемых регуляторов: прямого или непрямого действия.

В системах с терморегуляторами прямого действия широкое распространение получили методы:

- температурного перепада;
- предварительной настройки клапанов;
- пропорциональный;
- компенсационный;
- компьютерный.

В основе методов балансировки систем с терморегуляторами прямого действия применяют два подхода. Первый осуществляют в несколько этапов. Он заключается в последовательном устранении дисбаланса по отдельным циркуляционным кольцам, начиная с основного (наиболее удаленного и нагруженного) кольца. Пройдя первый этап, его повторяют до достижения проектного потокораспределения во всех циркуляционных кольцах. Второй осуществляют в один этап. Его реализуют при компенсационном методе балансировки.

Настройку автоматических терморегуляторов непрямого действия (электронных) осуществляют статически или динамически.

[вернуться к оглавлению](#)

ТЕМА 2 НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРОВ СВО

Учитывая многообразие применяемых в системах отопления ТК, РБК и АБК различных производителей, необходимо знать, как технически на них выставляются необходимые настройки уляторах.

Разберем процедуру настройки ТК, РБК и АБК на примере оборудования фирмы ГЕРЦ Арматурен. Настройка термостатического клапана HERZ-TS-90-V со скрытой преднастройкой осуществляется с помощью специального установочного ключа фирмы ГЕРЦ синего цвета в 2 этапа. Сначала одной стороной ключа отворачивают закрывающую втулку, а затем ключ надевают другой стороной на зубчатый венец буксы и устанавливают нужную ступень преднастройки. (показать буксу и ключ ГЕРЦ). Установленную ступень преднастройки в этом ТК невозможно перенастроить без специального ключа. Настройка термостатического клапана HERZ-TS-98-FV со открытой преднастройкой осуществляется с помощью специального установочного ключа фирмы ГЕРЦ оранжевого цвета, который сразу надевается на зубчатый венец буксы. (показать ключ ГЕРЦ). Заводская настройка установлена между значениями «4» и «5», ключом выставляют необходимую настройку. Установленную ступень преднастройки в этом ТК возможно перенастроить без специального ключа.

Запорно-регулирующий вентиль для обратной подводки HERZ-RL-5 перекрывается ключом фирмы ГЕРЦ. Гидравлическая преднастройка вентиля осуществляется с помощью специального ключа-отвертки, которым, поворачивая влево, устанавливают нужное значение преднастройки по количеству оборотов ключа. Запорный вентиль для обратной подводки HERZ-RL-1 перекрывается с помощью универсального ключа или шестигранного ключа. (показать запорный вентиль с шестигранным ключом)

Проектную настройку РБК Штремакс выставляют в окошках маховика шпинделя. Для фиксации настройки необходимо: 1)удалить винт маховика, не снимая маховик со шпинделя; 2)ввернуть до упора стопорный винт преднастройки при помощи отвёртки в отверстие от крепёжного винта; 3)крепёжный винт маховика завернуть на прежнее место.

Установленное на РБК ГЕРЦ значение настройки можно зафиксировать при помощи указателя настройки. Указатель настройки в виде пластиковой бирки крепится на РБК. Выполненная настройка маркируется удалением меток около цифр полных (крупные цифры) и частичных (мелкие цифры) оборотов. Тем самым можно узнать изначально проведённую при регулировке СВО настройку, а также снова устанавливать её, не ведя записей. Настройку АБК регулятора перепада давления выставляют по индикатору на пружине регулятора путем вращения шпинделя специальным установочным ключом ГЕРЦ или вручную. При помощи обратной стороны этого же ключа выставляют требуемое положение штока в % для комби-клапана (регулятора постоянства расхода).

[вернуться к оглавлению](#)

ТЕМА 3 МЕТОДЫ БАЛАНСИРОВКИ СВО

3.1. Метод температурного перепада

Сущность метода заключается в том, что в сбалансированной СВО разность температур теплоносителя на входе и выходе всех отопительных приборов должна быть одинаковой. При отклонении расходов теплоносителя от расчетных она изменяется. Недостаточный расход теплоносителя уменьшает теплоотдачу прибора, а чрезмерный расход не приводит к ее существенному увеличению, при этом разницу температур теплоносителя принимают по расчетному значению. Его определяют по формулам или графически.

Проектор 03-01

Для более точного расчета следует учитывать остывание теплоносителя в трубопроводах.

Балансировку осуществляют до требуемого перепада температур теплоносителя настройкой ТК либо запорно-регулирующего клапана в узле обвязки отопительного прибора. Термостатический клапан в это время должен быть полностью открыт.

Процедура достижения равенства температур на всех отопительных приборах может повторяться несколько раз до достижения сбалансированности системы, т.к. настройка каждого прибора отражается на характеристиках всех остальных, даже отрегулированных приборов.

Проектор 03-02

Данный метод балансировки очень не точен, особенно в системах с низкими перепадами температур, каковыми являются системы отопления в полу. Из-за тепловой инерции системы и здания процедура балансировки требует значительного времени. Кроме того, необходимо обеспечить стационарные температурные условия как внутри помещения, так и снаружи, поэтому метод температурного перепада применяют для балансировки небольших СВО при безветренной и несолнечной погоде. Чем ниже температура наружного воздуха, тем точнее результат. Несмотря на все недостатки, данный метод является единственно возможным для балансировки теплообменных приборов в пределах стояка либо приборной ветки, если в узлах обвязки этих приборов отсутствуют регулирующие клапаны со штуцерами для отбора импульсов давления теплоносителя. При наличии таких клапанов применяют пропорциональный либо компенсационный методы балансировки.

3.2. Метод предварительной настройки клапанов

Метод основан на балансировке по гидравлическому расчету при проектировании системы до ее монтажа. Увязку циркуляционных колец осуществляют настройкой каждого регулирующего клапана и ТК. Настройку определяют по пропускной способности k_v .

У данного метода есть недостаток: он не учитывает отклонения, возникающие при монтаже СВО. Кроме того, определение потерь давления в элементах систем является сложной процедурой и не всегда соответствует реальности. Поэтому данный метод, хотя и является основополагающим при проектировании, в то же время не исключает необходимости корректировки настроек клапанов после монтажа системы.

3.3. Пропорциональный метод

Метод основан на закономерностях распределения потоков в параллельных участках СВО, возникающего при регулировании одного из них.

Суть его в том, что вначале достигается одинаковая разбалансировка стояков или ветвей (равенство отношений расходов теплоносителя фактического G к проектному $G_{пр}$). Затем регулировкой «общего» клапана обеспечивается проектный расход в модуле и в стояках.

В этом методе выполняют оптимизацию по следующим критериям:

- достижение наиболее низкого располагаемого давления в системе;
- достижение наиболее высоких внешних авторитетов клапанов.

В обоих случаях наилучшим вариантом являются минимальные потери давления в основном циркуляционном кольце системы. Для этого потери давления в регулирующем клапане также должны быть минимальными. Их принимают, исходя из точности приборов измерения перепада давления, как правило, не ниже 3 кПа.

Проектор 03-03

Основные составляющие данного метода представлены в таблице на примере одного модуля, состоящего из трех стояков с регулирующими клапанами и общего Стрелками изображено действие, которое следует произвести на клапанах: против часовой стрелки — частично открыть клапан; по часовой — частично прикрыть. Стрелка с обозначением тах означает полное открытие клапана.

Проектор 03-04

На первом этапе балансировки СВО для уменьшения потерь давления на перекачивание теплоносителя полностью открывают регулирующие клапаны модуля. Затем определяют перепад давления ΔP и расход G на каждом клапане. Сопоставляют полученные значения G с проектными расходами $G_{пр}$. У клапана 3 «основного» циркуляционного кольца соотношение $G/G_{пр}$ будет наименьшим.

		Балансировочный клапан			
		Общий	1	2	3
Действие					
Проектные значения $G_{пр}$, кг/с		0.11	0.033	0.055	0.022
Регулирование - 1 этап		-	max ↙	max ↙	max ↙
Параметр	G , кг/с	0.18	0.055	0.097	0.028
	$G/G_{пр}$	-	1.7	1.8	1.3
Регулирование - 2 этап		-	↙	↙	-
Параметр	G , кг/с	0.155	0.047	0.077	0.031
	$G/G_{пр}$	-	1.4	1.4	1.4
Регулирование - 3 этап		↙	-	-	-
Параметр	G , кг/с	0.11	0.033	0.055	0.022
	$G/G_{пр}$	-	1.0	1.0	1.0

Задача второго этапа состоит в обеспечении на клапанах 1 и 2 путем их частичного прикрывания примерно такого же отношения $G/G_{пр}$, как у клапана 3. Равенства этих отношений достигают методом последовательных приближений. При этом следует учитывать, что приемлемая невязка по перепаду давления 10...15 %, по расходу 3...4 %.

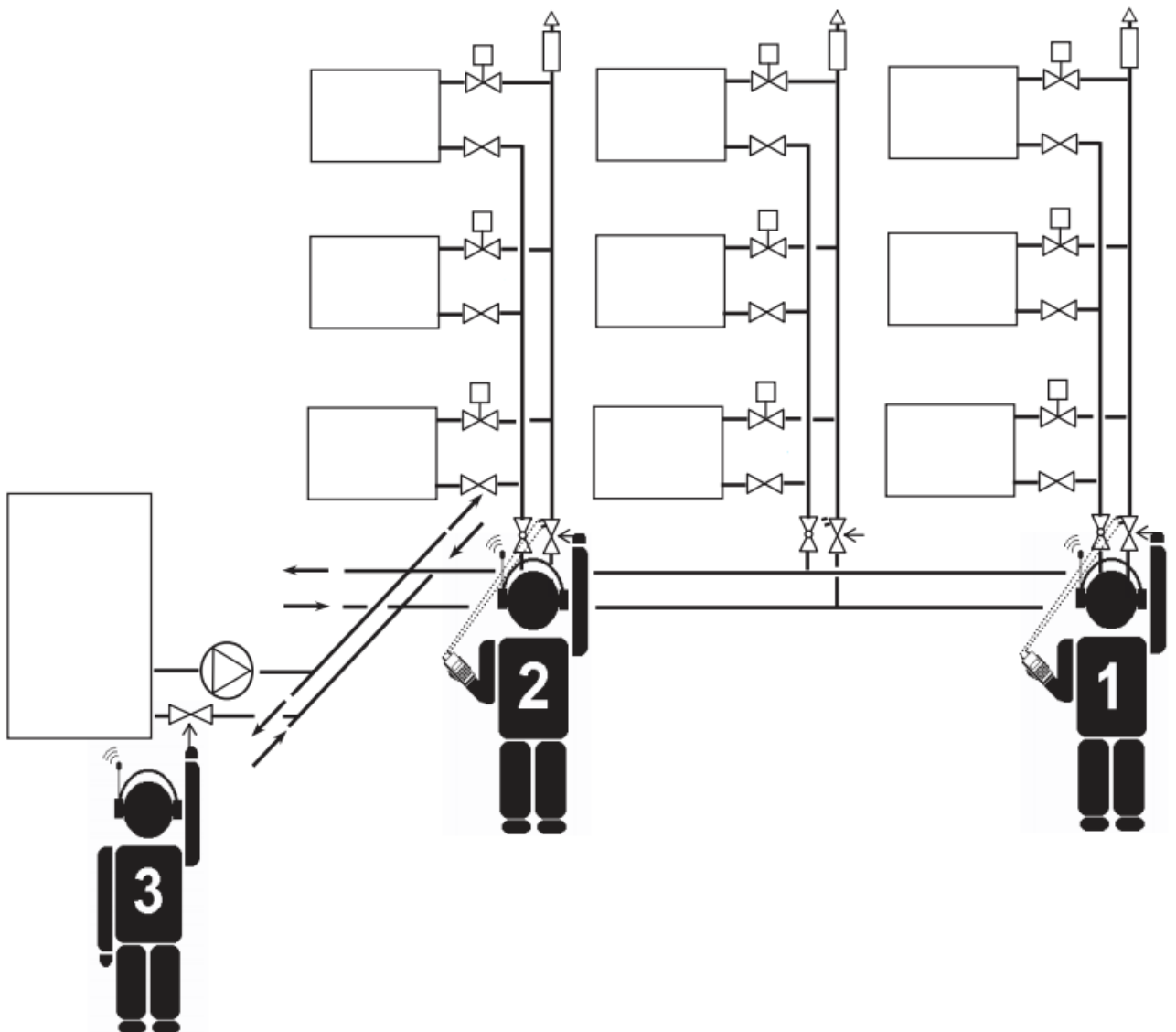
Третий этап является окончательным в балансировке модуля СВО. Регулировкой «общего» клапана модуля выставляют на нем по перепаду давления ΔP проектный расход, т. е. $G/G_{пр}=1$. По закону пропорциональности на всех клапанах модуля установится $G/G_{пр}=1$. На этом регулировка модуля закончена. Сбалансировав модуль таким методом, в конечном итоге, устраняют несоответствие реальных и проектных расходов теплоносителя в циркуляционных кольцах.

Пропорциональный метод балансировки осуществляют один либо два наладчика. Основным недостатком является необходимость многократных измерений и определений для последовательного приближения к необходимому результату

3.4. Компенсационный метод

Компенсационный метод является усовершенствованием пропорционального метода. Основное его преимущество состоит в возможности настройки значительно разветвленной системы за один этап, при этом отсутствует необходимость многократных измерений, что существенно сокращает время проведения наладочных работ. Недостатки данного метода: необходимость привлечения трех человек с радиотелефонами и применения двух измерительных компьютеров, либо других приборов измерения. Иногда наладчики используют условное перестукивание по трубам, чтобы отказаться от применения радиотелефонов. Такой способ возможен в системах с металлическими трубопроводами.

Суть метода состоит в том, что регулирующий клапан основного циркуляционного кольца устанавливают на перепад давления, равный 3 кПа. Данный клапан называют эталонным. Он, как правило, является последним. Все клапаны, подлежащие регулированию, при этом должны быть открыты.



Наладчик 3, регулируя клапан-партнер по указаниям наладчика 1, поддерживает настройку эталонного клапана на заданном уровне (перепад давления либо расход теплоносителя). Клапаном-партнером может быть общий клапан модуля (ответвления) либо общий (главный) клапан всей СВО.

На протяжении всего процесса балансировки системы первый наладчик должен следить за измерительным прибором, чтобы на эталонном клапане поддерживался установленный перепад давления. Он передает информацию третьему наладчику о появлении отклонений, возникающих в процессе действий второго наладчика, и третий наладчик компенсирует эти отклонения регулировкой клапана-партнера до достижения на эталонном клапане перепада давления, равного 3 кПа.

Второй наладчик регулирует клапаны последовательно, приближаясь к клапану-партнеру. Он переходит от одного регулирующего клапана к другому после того, как на регулируемом клапане будет достигнут номинальный расход теплоносителя, а на эталонном клапане при помощи клапана-партнера установлен перепад давления в 3 кПа.

Такой подход используют для всех остальных ответвлений.

Компенсационный метод предназначен для систем с ручными регулирующими клапанами. При использовании автоматических регуляторов перепада давления на стояках либо приборных ветках нет необходимости в такой балансировке системы. Регулировка будет осуществлена автоматически.

Необходимо отметить, что процедура балансировки СВО является длительной и дорогостоящей, поэтому при проектировании следует финансово оценить целесообразность применения балансировки системы либо автоматических регуляторов перепада давления.

3.5. Компьютерный метод

Компьютерный метод является воплощением передовых технологий и сокращает время на наладку СВО. Наладку и оптимизацию работы системы осуществляет один наладчик с многофункциональным прибором - измерительным компьютером.

Основной модуль прибора — дифференциальный манометр с цифровой индикацией давления. По разности давления в регулирующем клапане прибор определяет расход теплоносителя, выдавая необходимую настройку клапана для балансировки системы. Минимальная погрешность измерения дает возможность точного определения гидравлических параметров системы.

Для отбора импульсов давлений в приборе имеется два штуцера с быстроразъемным креплением для гибких шлангов. Аналогично присоединяют ответные концы шлангов к штуцерам регулирующих клапанов. Красный вход прибора предназначен для отбора более высокого импульса

давления, чем синий.

Встроенный модуль расходомера — обязательный элемент для балансировки СВО. Он вычисляет расход по перепаду давления в регулирующем клапане либо в измерительном узле.

Модуль вычисления предварительной настройки клапана является частью модуля расходомера. Вычисление настройки осуществляется по характеристикам клапана, хранящимся в памяти прибора.

Алгоритм вычислений измерительного компьютера основан на том, что у входа регулируемой СВО либо ее ветви поддерживается постоянное давление теплоносителя.

По измерениям определяют:

- располагаемое давление в системе (либо ее части);
- расходы теплоносителя во всех регулирующих клапанах;
- перепад давления на каждом клапане;
- температуру воды.

Память прибора сохраняет данные о давлении, перепаде давления, расходе, температуре, типе установленного клапана, его предварительной настройке и данные идентификации измерений, которые помогают обрабатывать и оценивать результаты на персональном компьютере.

Для переброски зарегистрированных данных в персональный компьютер применяют программное обеспечение, входящее в комплектацию прибора. Программное обеспечение позволяет обработать данные в виде диаграмм или таблиц, которые могут быть распечатаны.

Проектор 03-06

[вернуться к оглавлению](#)

II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторная работа №1

Лабораторная работа №2

Лабораторная работа №3

Лабораторная работа №4

Лабораторная работа №5

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Лабораторная работа №1

РАСЧЕТ И УСТАНОВКА НАСТРОЕК РЕГУЛЯТОРОВ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Цель работы: расчет настроек регуляторов ГЕРЦ при помощи программы подбора, установка настроек на регуляторах при помощи специального оборудования на примере регуляторов ГЕРЦ.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Работа выполняется на лабораторном стенде «ГЕРЦ». Для расчета настроек необходимо установить из «Play market» на телефон программу подбора «herz ts». Для определения процедуры установки настроек регуляторов используется «справочник монтажника ГЕРЦ».

Задания для выполнения:

1. Найти в каталоге компании «ГЕРЦ Арматурен», а затем на лабораторном стенде «ГЕРЦ»: термостатические клапаны HERZ TS-98-V, HERZ TS-90-V, запорно-регулирующий клапан HERZ RL-5, автоматический балансировочный клапан (регулятор перепада давлений) HERZ 4002, комби-клапан (регулятор расхода) HERZ 4006, ручные балансировочные клапаны HERZ 4216, HERZ 4217,

1. Определить в программе «herz ts» и установить настройку термостатического клапана HERZ TS-98-V при следующих исходных данных: расход через клапан $G=120$ л/ч, перепад давления на клапане $\Delta P_{\text{кл}}=8$ кПа.

2. Определить в программе «herz ts» и установить настройку термостатического клапана HERZ TS-90-V при следующих исходных данных: расход через клапан $G=70$ л/ч, перепад давления на клапане $\Delta P_{\text{кл}}=6$ кПа.

3. Определить в программе «herz ts» и установить настройку запорно-регулирующего клапана HERZ RL-5 при следующих исходных данных: расход через клапан $G=130$ л/ч, перепад давления на клапане $\Delta P_{\text{кл}}=4$ кПа.

4. Определить по диаграмме (рисунок 1) и установить настройку автоматического балансировочного клапана (регулятора перепада давлений) HERZ 4002 при следующих исходных данных: расход через клапан $G=300$ л/ч, перепад давления на клапане $\Delta P_{\text{кл}}=10$ кПа.

5. Установить расход через комби-клапан (регулятор расхода) HERZ 4006 на 50% от расчетного.

6. Установить настройку №5 на ручном балансировочном клапане HERZ 4216.

7. Установить настройку №2,5 на ручном балансировочном клапане HERZ 4217 и зафиксировать её.

8. Установить настройку №3,2 на ручном балансировочном клапане (клапане-партнере РПД) опломбировать и отметить её на бирке.

После выполнения всех заданий записать вывод.

Диаграмма ГЕРЦ

Регулятор перепада давления

Арт. № 1 4002 41

Условный диаметр DN 15

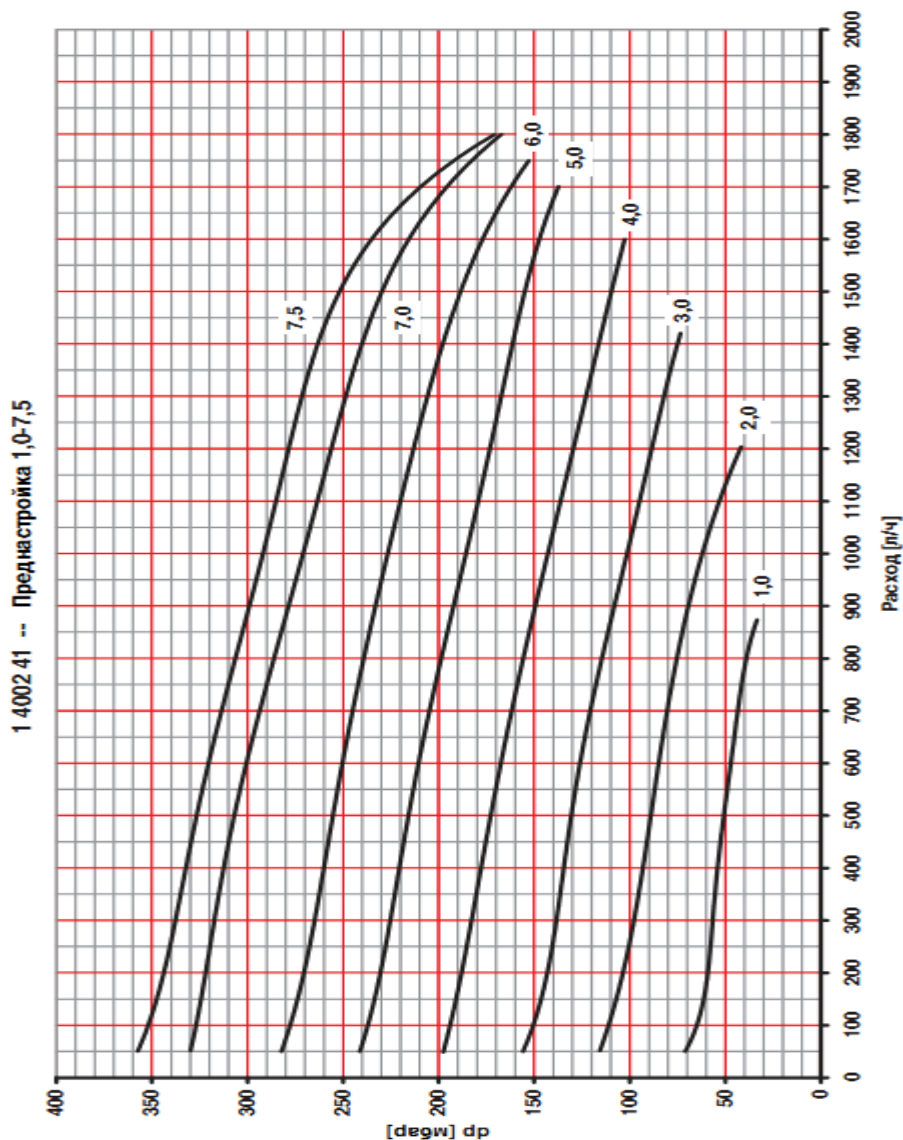


Рисунок 1. Характеристики автоматического балансировочного клапана «регулятора перепада давлений 4002» диаметром 15мм [вернуться к оглавлению](#)

Лабораторная работа №2

НАСОСНАЯ БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Цель работы: Изучение способа насосной балансировки систем водяного отопления, изучения программы управления современным насосным оборудованием на примере программы фирмы ГРУНДФОСС.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Работа выполняется на лабораторном стенде «ГЕРЦ». Для управления насосом ALPNA 3 компании ГРУНДФОСС используется программа «Grundfos GO Remote».

1. На лабораторном стенде «ГЕРЦ» студентам необходимо собрать двухтрубную тупиковую систему отопления.

2. Подключить насос. Запустить программу «Grundfos GO Remote» и изучить ее возможности по управлению насосом. Записать марку насоса, расшифровать ее с помощью каталога производителя. Изучить режимы управления, в которых может работать насос, поочередно включить их. Запустить режим удаления воздуха из насоса. Записать частоту вращения рабочего колеса насоса и количество потребляемой электрической энергии в максимальном и минимальном режимах. Изучить сущность функций насоса: защита от «сухого хода», надежного запуска, летний режим, ночной режим и кратко описать их назначение.

Выполнение балансировки:

Задача: На лабораторном стенде «ГЕРЦ» выполнить насосную балансировку двухтрубной тупиковой системы отопления. Проектные данные по расходам теплоносителя: общий расход теплоносителя – 500 л/ч, контур теплого пола – 150 л/ч, радиатор 1 и 2 – по 175 л/ч.

1. Убедиться в том, что все термостатические клапаны установлены в максимально открытое положение.

2. Установить на насосе режим работы «фиксированная скорость вращения» (режим нерегулируемого насоса) в размере 72% от максимальной производительности, записать в таблицу данных количество потребляемой электрической энергии насосом и расходы через контур теплого пола и радиаторы, а также общий расход теплоносителя в системе.

3. Выполнить насосную настройку каждого циркуляционного кольца в отдельности на соответствующий проектный расход при помощи ручных балансировочных клапанов. Полученные расходы через контур теплого пола и радиаторы занести в таблицу данных.

4. Постепенным изменением производительности насоса получить проектный общий расход в системе отопления. Полученные после балансировки расходы теплоносителя занести в таблицу данных.

5. Записать в таблицу данных количество потребляемой электрической энергии насосом при работе в сбалансированной системе. Сравнить его с расходом электрической энергии до балансировки. Проанализировать результат и сделать выводы.

Характеристика данных	Расход теплоносителя, л/ч				Настройка насоса, % от макс.	Количество потребляемой электрической энергии, Вт
	Общий	контур теплого пола	радиатор 1	радиатор 2		
1	2	3	4	5	6	7
Проектные значения расходов					-	-
Фактические значения расходов до балансировки						
Фактические значения расходов после настройки						
Фактические значения расходов после окончания балансировки						

[вернуться к оглавлению](#)

Лабораторная работа №3

БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОМА

Цель работы: Изучение балансировки систем водяного отопления индивидуальных домов с использованием насоса ALPHA 3 компании ГРУНДФОС и программы «Grundfos GO Balance».

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В Республике Беларусь балансировка индивидуальных домов практически не выполняется, что приводит к некомфортной температуре воздуха в некоторых помещениях и слишком большому расходу теплоты в таких домах. Чаще используется температурный метод, как не требующий специального оборудования и навыков.

Наиболее интересным способом балансировки индивидуальных домов представляется наладка при помощи суперсовременных насосов, например, ALPHA 3 компании ГРУНДФОС. Он имеет много функций, среди которых функция балансировки системы водяного отопления при помощи «Grundfos GO Balance», устанавливаемой на смартфон. В программу последовательно вводятся данные о всех помещениях дома, отопительных приборах и др. При помощи насоса программа производит необходимые измерения необходимых расходов воды через каждый отопительный прибор и определяет настройки термостатических или балансировочных клапанов с возможностью сохранения или распечатки подробного отчета.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Задача: На лабораторном стенде «ГЕРЦ» выполнить балансировку двухтрубной тупиковой системы отопления трех помещений индивидуального жилого дома. Размеры помещений: спальня (радиатор 2) – 15 м^2 , кухня (радиатор 1) – 17 м^2 , гостиная (контур теплого пола) – 20 м^2 . Удельные тепловые потери – 40 Вт/м^2 . Температура теплоносителя в подающем трубопроводе – 75°C . Условно принимаем, что во всех помещениях установлены стальные панельные радиаторы, а именно: спальня - тип 11 высота 500мм, длина 1300мм; кухня - тип 11 высота 500мм, длина 1400мм; гостиная – тип 22 высота 500мм, длина 2000мм. Температура воздуха в помещениях - 20°C .

Ход работы

1. Подключить насос. Запустить программу «Grundfos GO Balance» и следовать ее инструкциям.

2. После окончания балансировки записать из отчета программы расходы теплоносителя в радиаторах помещений до балансировки и после нее.

3. Записать количество потребляемой электрической энергии насосом в сбалансированной системе, а также полученные значения настроек ручных балансировочных клапанов.

4. Сформулировать и записать выводы по работе. Проанализировать распределение расходов по отопительным приборам после балансировки.

[вернуться к оглавлению](#)

Лабораторная работа №4

БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ (СВО) С АВТОМАТИЧЕСКИМИ БАЛАНСИРОВОЧНЫМИ КЛАПАНАМИ (АБК)

Цель работы: Изучение балансировки двухтрубных СВО с АБК; моделирование режимов работы СВО с ручными и автоматическими балансировочными клапанами.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В современных СВО используют балансировочные клапаны, которые делят на две группы: ручные балансировочные клапаны РБК (статические регуляторы) и автоматические балансировочные клапаны АБК (динамические регуляторы).

РБК применяют для гидравлической увязки циркуляционных колец, обеспечивая расчётные расходы теплоносителя на стояках или горизонтальных ветвях любых СВО. АБК предназначены для установки на стояках или горизонтальных ветвях СВО с термостатическими клапанами. АБК в двухтрубных СВО применяются для поддержания постоянной разности давлений между подающим и обратным трубопроводами регулируемых систем. Это позволяет термостатическим клапанам функционировать в оптимальном режиме и исключить шумообразование.

Пропорциональный и компенсационный методы предназначены для СВО с РБК. При использовании АБК нет необходимости в такой балансировке системы - регулировка будет осуществлена автоматически.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Работа выполняется на лабораторном стенде «ГЕРЦ». Для управления насосом ALPHA 3 компании GRUNDFOS используется программа «Grundfos GO Remote».

Задача 1: На лабораторном стенде «ГЕРЦ» выполнить балансировку двухтрубной тупиковой СВО. Проектные данные по расходам теплоносителя: контур теплого пола – 175 л/ч, радиатор 1 – 225 л/ч, радиатор 2 – 200 л/ч.

Ход работы.

1. Подключить насос. Установить в программе «Grundfos GO Remote» на насосе режим работы «фиксированная скорость вращения» 100%.

2. Записать в таблицу данных 1 расходы через контур теплого пола и контуры радиаторов до процедуры балансировки.

3. Выставить на АБК проектные расходы. Полученные расходы теплоносителя и настройки АБК записать в таблицу опытных данных 1.

Таблица опытных данных 1

Характеристика данных	контур теплого пола	контур радиатора 1	контур радиатора 2
Расход теплоносителя до балансировки, л/ч			
Расход теплоносителя после балансировки, л/ч			
Настройка АБК			

Задача 2: На лабораторном стенде «ГЕРЦ» выполнить моделирование работы СВО в динамических режимах.

1) СВО с РБК при увеличении давления до ветвей контуров радиаторов.

Ход работы.

1. Перекрыть капиллярные трубки на РБК-партнерах, занести расходы теплоносителя в таблицу 2
2. сымитировать увеличение давления на радиаторах закрытием ветви теплого пола, наблюдая на ротаметрах радиаторов расходы, занести их в таблицу 2.
3. сымитировать увеличение давления на радиаторе 1 закрытием ветви радиатора 2, зафиксировать расход на ротаметре радиатора 1, занести его в таблицу 2.

Таблица опытных данных 2

СВО с РБК	Расход теплоносителя, л/ч		
	контур теплого пола	контур радиатора 1	контур радиатора 2
Начальный расход теплоносителя, л/ч			
Имитация увеличения давления опыт 1	закрыт		
Имитация увеличения давления опыт 2	закрыт		закрыт

2) СВО с АБК при увеличении давления до ветвей контуров радиаторов.

Ход работы.

1. открыть все контуры, занести расходы теплоносителя в таблицу 3.
2. сымитировать увеличение давления на радиаторах закрытием ветви теплого пола, наблюдая на ротаметрах радиаторов расходы, занести их в таблицу 3.
3. сымитировать увеличение давления на радиаторе 1 закрытием ветви радиатора 2, зафиксировать расход на ротаметре радиатора 1, занести его в таблицу 3.

Таблица опытных данных 3

СВО с АБК	Расход теплоносителя, л/ч		
	контур теплого пола	контур радиатора 1	контур радиатора 2
Начальный расход теплоносителя, л/ч			
Имитация увеличения давления опыт 1	закрыт		
Имитация увеличения давления опыт 2	закрыт		закрыт

3) СВО с АБК при изменении расходов внутри ветвей при срабатывании ТК.

Ход работы.

1. открыть все контуры, занести расходы теплоносителя в таблицу 4.
2. симитировать закрытие ТК на ветвях теплого пола (установить расход 100л/ч) и радиатора 1 (установить расход 125л/ч), занести расход радиатора 2 в таблицу 4.
3. симитировать увеличение давления на радиаторах закрытием ветви теплого пола, наблюдая на ротаметрах радиаторов расходы, занести их в таблицу 4.
4. симитировать увеличение давления на радиаторе 1 закрытием ветви радиатора 2, зафиксировать расход на ротаметре радиатора 1, занести его в таблицу 4.

Таблица опытных данных 4

СВО с АБК	Расход теплоносителя, л/ч		
	контур теплого пола	контур радиатора 1	контур радиатора 2
Начальный расход теплоносителя, л/ч			
Частичное закрытие ТК	100	125	
Имитация увеличения давления опыт 1	закрыт		
Имитация увеличения давления опыт 2	закрыт		закрыт

Проанализировать результаты всех опытов и сделать выводы. В выводах дать ответ на вопрос: почему происходит движение штока АБК при закрытии капиллярной трубки?

[вернуться к оглавлению](#)

Лабораторная работа №5

БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫМ МЕТОДОМ

Цель работы: Изучение навыков работы с измерительным компьютером ГЕРЦ, балансировки систем водяного отопления с использованием измерительного компьютера.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Работа выполняется в лаборатории «Отопление» на лабораторном стенде с балансировочными клапанами ТА и на лабораторном стенде «ГЕРЦ» в «Лаборатории отопления ГЕРЦ». Для балансировки используется

Задача №1.

Изучить устройство и принцип работы измерительного компьютера ГЕРЦ Т550.

На лабораторном стенде с балансировочными клапанами ТА собрать двухтрубную систему водяного отопления (с подключением одного насоса – большей мощности, установив его на скорость 2) и РБК ТВV-15 NF. Выполнить измерение перепада давления и расхода теплоносителя на клапане ТВV-15 NF при настройке №10, сравнив расход с фактическим значением, определенным по ротаметру.

Подключить в систему отопления РБК STAD 15/14. Выполнить измерение перепада давления и расхода теплоносителя на нем при настройке №2,5, сравнив расход с фактическим значением, определенным по ротаметру.

Сравнить полученные данные по расходам по диаграммам РБК в каталоге производителя.

Проанализировать результаты и сделать выводы.

Задача №2.

Используя знания, полученные в предыдущих лабораторных работах, выполнить на лабораторном стенде «ГЕРЦ» выполнить балансировку двухтрубной тупиковой системы отопления с использованием измерительного компьютера ГЕРЦ Т550. Проектные данные по расходам теплоносителя: общий расход теплоносителя – 300 л/ч, контур теплого пола – 125 л/ч, радиатор 1 – 75 л/ч, радиатор 2 – 100 л/ч.

Проанализировать результаты и сделать выводы.

[вернуться к оглавлению](#)

III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Общие данные о балансировке систем водяного отопления
2. Настройка регуляторов систем водяного отопления.
3. Методы балансировки систем водяного отопления.
4. Расчет настроек регуляторов современных систем водяного отопления.
5. Оборудование для балансировки системы водяного отопления.
6. Описание балансировки системы водяного отопления методом температурного перепада.
7. Описание балансировки системы водяного отопления пропорциональным методом.
8. Описание балансировки системы водяного отопления компьютерным методом.

[вернуться к оглавлению](#)

IV ВСПОМАГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БрГТУ

_____ А.М.Омельянюк

« » _____ 2019 г.

Регистрационный № УД- _____ /уч.

Гидравлическое регулирование современных систем отопления

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 «Гидравлическое регулирование современных систем отопления» 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 наладки современных систем отопления.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать задачи и основы наладки современных систем отопления.

Уметь ориентироваться в специфике методов наладки современных систем отопления.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Гидравлическое регулирование современных систем отопления»: отопление.

В соответствии с учебными планами на изучение учебной дисциплины «Гидравлическое регулирование современных систем отопления» 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>							
4	7	120 (3 з.е.)	8	-	16	96	зачет
<i>Заочная форма получения образования</i>							
4	7	120 (3 з.е.)	2	-	4	114	зачет
<i>Заочная сокращенная форма получения образования</i>							
3	6	120 (2 з.е.)	2	-	4	114	зачет

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

2.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Общие данные о балансировке систем водяного отопления

Настройка регуляторов систем водяного отопления.

Методы балансировки систем водяного отопления: метод температурного перепада, метод предварительной настройки клапанов, пропорциональный метод, компенсационный метод, компьютерный метод.

2.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Исследование гидравлических режимов работы современных систем водяного отопления с терморегуляторами, РБК и АБК.

Расчет и выставление настроек регуляторов современных систем водяного отопления.

Балансировка системы водяного отопления методом температурного перепада.

Балансировка системы водяного отопления пропорциональным методом.

Балансировка системы водяного отопления компьютерным методом.

Изучение работы современной системы водяного отопления при различных режимах работы циркуляционного насоса.

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.	2						зачет
2	Настройка регуляторов систем водяного отопления.	2		4				зачет
3	Методы балансировки систем водяного отопления.	4		12				зачет
	Итого	8	0	16				

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	Введение. Настройка регуляторов систем водяного отопления. Методы балансировки систем водяного отопления.	2		4				зачет
	Итого	2	0	4				

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. – Киев, изд. «Такі справи», 2005. – 304 с.
2. Покотиллов В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. – Вена, 2017. – 228 с.
3. Технические каталоги продукции и материалы по оборудованию компании “ГЕРЦ Арматурен”, 2018

3.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Покотиллов В.В. Системы водяного отопления. – Вена, 2008. – 159с.
2. Логунова О.Я., И.В.Зоря. Водяное отопление. – Изд-во “Лань”, 2019.– 274 с.

[вернуться к оглавлению](#)