

**Устройство и принцип действия автономной системы отопления.**

*Цель работы:* Ознакомление со схемой, устройством и техническими характеристиками лабораторной модели автономной системы отопления. Ознакомление с оборудованием, запорной и регулирующей арматурой, средствами измерений и возможных вариантов конфигураций отопительных систем.

Для обеспечения стандартных условий комфорта в отапливаемых помещениях в соответствии с требованиями норм и их функциональным назначением, необходимо иметь достаточно ясные представления как о традиционных методах и средствах достижения комфортных состояний, так и тенденциях их совершенствования и развития.

Инженерная задача создания комфортных условий в обогреваемых помещениях может быть сформирована как требование достижения теплового баланса между источниками поступления тепла в помещении (отопительные приборы, оборудование, солнечная радиация) и потерь тепла через ограждающие конструкции, с инфильтрацией воздуха через оконные проемы и с вентиляционным воздухом.

Под комфортными условиями подразумеваются такие значения параметров внутренней среды обитаемого помещения (в первую очередь температуры) при которых внутренние системы регуляции организма испытывают минимальные напряжения.

Инженерная система, обеспечивающая поступление тепла в обогреваемое помещение, сбалансированное с потерями его в окружающую среду при комфортных значениях внутренних температур, называется системой отопления.

В систему отопления входят отопительные приборы с соединительными трубопроводами и запорно-регулирующей арматурой, образующими по способу соединения определенную стандартную конфигурацию. Любая конфигурация образуется одним из возможных взаимных способов соединения отопительных приборов. При параллельном подключении отопительных приборов система отопления называется двухтрубной, при последовательном подключении - одноконтурной.

Условия работы отопительных приборов при разных схемах подключения будут неодинаковыми, и это обстоятельство учитывается при проектировании системы отопления, а в последующем при монтаже и наладке.

Основным элементом системы отопления является отопительный прибор (конвектор, радиатор и др.). Существует номенклатура отопительных приборов, включающая множество различных по конструктивному исполнению, дизайну, удельными и номинальными техническими характеристиками приборов. Это обстоятельство важно в том отношении, что в процессе проектирования и в дальнейшем процессе наладки

отопительной системы номенклатурный перечень отопительных приборов облегчает и обеспечивает принятие грамотного решения, в котором отопительный прибор является замыкающим элементом.

Для изучения устройства, режимов работы и теплофизических процессов в системах отопления, предлагается экспериментальная установка, включающая в себя все основные элементы стандартной автономной системы отопления.

В составе опытной установки основными элементами являются: теплогенератор **1** с устройством регулирования температуры, расширительный бак **2**, устройства обеспечивающие безопасность **3, 4, 5**, два отопительных прибора **12**, автоматический регулятор температуры **6** теплоносителя на входе в систему отопления, циркуляционный насос **22**. Отопительные приборы и элементы оборудования соединены трубопроводами и запорно-регулирующей арматурой в схему, позволяющую гибко видоизменять конфигурацию системы в зависимости от постановки задачи лабораторного эксперимента. На рис.1 представлена общая принципиальная схема опытной установки.

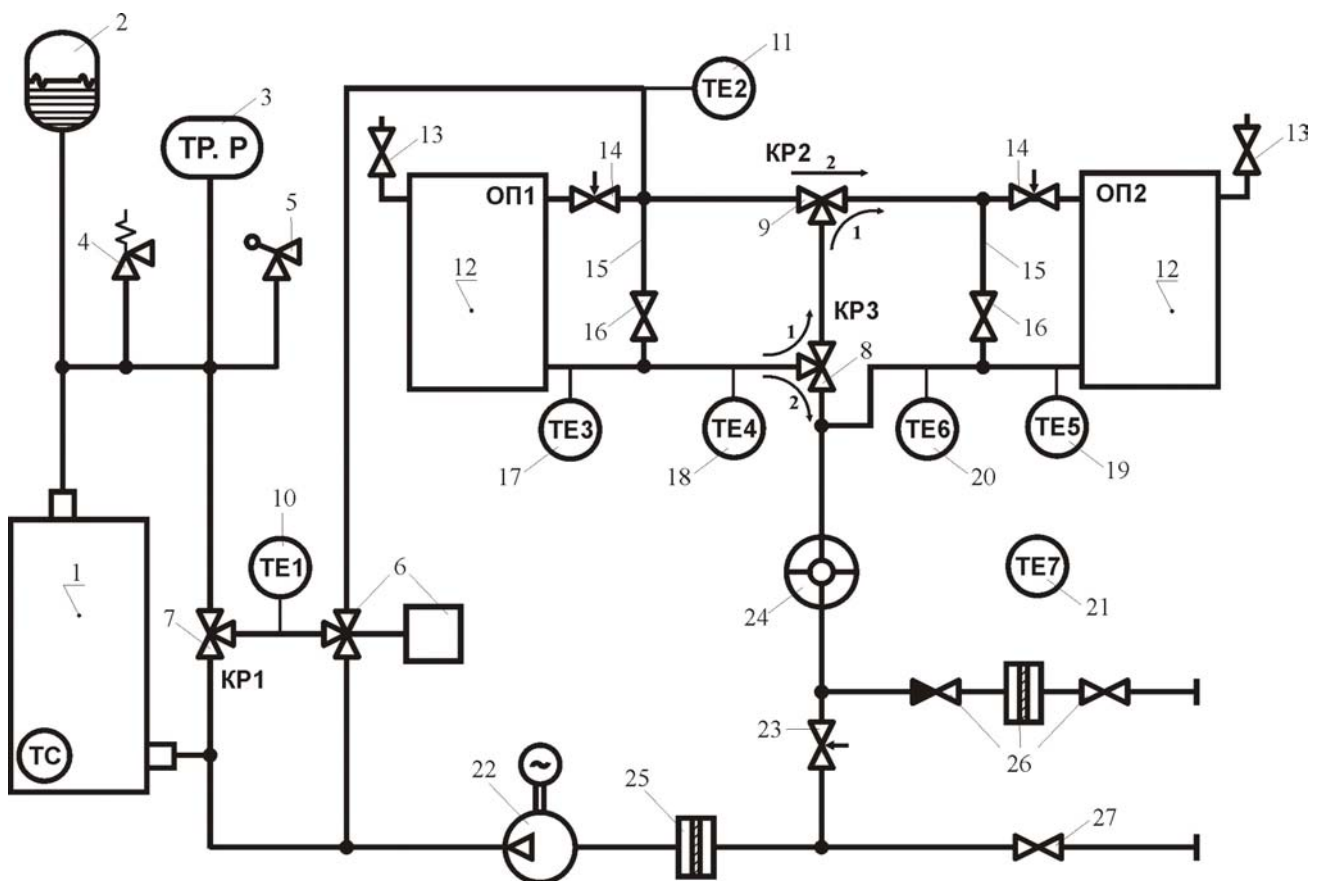


Рис. 1 Гидравлическая схема автономной системы отопления

- 1 - теплогенератор с устройством регулирования температуры;
- 2 - расширительный бак:

- 3 - манометрический термометр и манометр для измерения температуры теплоносителя на выходе теплогенератора и давления в системе;
- 4 - предохранительный клапан на 1,5 ати, для аварийного сброса давления из системы;
- 5 - автоматический паровоздушный клапан поплавкового типа для удаления воздуха из системы;
- 6 - автоматический регулятор температуры теплоносителя на входе отопительных приборов смесительного типа с электроприводом;
- 7 - трехходовой смесительный кран КР1 для ручной установки температуры теплоносителя на входе автоматического регулятора;
- 8 - трехходовой переключающий кран КР3, устанавливающий отопительный прибор ОП1 в схему последовательного (положение 2) или одиночного (положение 1) подключения;
- 9 - трехходовой переключающий кран КР2, устанавливающий отопительный прибор ОП2 в схему последовательного (положение 1) или одиночного (положение 2) подключения;
- 10 - датчик температуры ТЕ1 теплоносителя на входе автоматического регулятора 6;
- 11 - датчик температуры ТЕ2 теплоносителя на выходе автоматического регулятора 6 и на входе отопительного прибора ОП1;
- 12 - отопительные приборы ОП1 и ОП2;
- 13 - краны «Маевского» для удаления воздуха из отопительных приборов.
- 14 - регуляторы расхода отопительных приборов ОП1 и ОП2;
- 15 - шунтирующие переключки отопительных приборов ОП1 и ОП2;
- 16 - отключающие краны переключек отопительных приборов ОП1 и ОП2;
- 17 - датчик температуры ТЕ3 теплоносителя на выходе отопительного прибора ОП1;
- 18 - датчик температуры ТЕ4 смеси рабочего и шунтирующего потоков теплоносителя на выходе отопительного прибора ОП1;
- 19 - датчик температуры ТЕ5 теплоносителя на выходе отопительного прибора ОП2;
- 20 - датчик температуры ТЕ6 смеси рабочего и шунтирующего потоков теплоносителя на выходе отопительного прибора ОП2;
- 21 - датчик температуры ТЕ7 окружающего воздуха;
- 22 - циркуляционный насос;
- 23 - регулятор общего расхода теплоносителя;
- 24 - счетчик расходомер общего расхода теплоносителя;
- 25 - фильтр;
- 26 - узел заполнения системы (заправочный вентиль, обратный клапан, фильтр);
- 27 - сливной кран со шлангом;
- 28 - датчик температуры ТЕ8 на выходе теплогенератора;
- 29 - датчик температуры ТЕ9 на выходе автоматического регулятора температуры 6 теплоносителя в контуре отопительных приборов.

Основными характеристиками любой системы отопления являются номинальная тепловая мощность и температурный график.

Рабочее давление, конструктивные особенности, типы используемых отопительных приборов, рабочий объем системы отопления, схема подключения являются производными параметрами.

В зависимости от этих характеристик формируются требования к отдельным элементам системы. Так, необходимый объем расширительного бака определяется в основном рабочим объемом системы отопления. Необходимая производительность циркуляционного насоса определяется номинальной мощностью системы отопления, температурным графиком системы или отдельного ее контура и удельной теплоемкостью теплоносителя.

*Задание:*

1. Рассчитайте значение расходов теплоносителя для следующих исходных параметров:

- Номинальная мощность 20 Квт;
- Температурные графики 95 – 70, 60 – 45 и 35 – 30 °С;
- Удельная теплоемкость теплоносителя  $C_p \approx 4,1819$  [Дж/г · °С].

2. Измерьте производительность циркуляционного насоса используемого в стенде при различных скоростях вращения насоса. Измерения можно производить на «холодном» стенде.

*Порядок выполнения:*

1. Включите стенд без включения теплогенератора (автоматы 1, 3, 4).
2. Включите ПЭВМ и запустите управляющую программу.
3. Установите кран КР1 в положение рукояткой вверх.
4. Установите кран КР2 в положение 1, а кран КР3 в положение 2.
5. В результате будет подключен отопительный прибор №1.
6. Закройте отключающие краны перемычек **16**
7. Установите регуляторы **14** на отопительных приборах и регулятор общего расхода **23** на полное открытие (против часовой стрелки до упора).
8. Переключатель скорости на циркуляционном насосе установите в положение 1
9. Определите расход теплоносителя по приращению показаний счетчика расходомера **24** за 5 минут и рассчитайте секундный расход
10. Запишите секундный расход теплоносителя с экрана монитора и сравните результаты.
11. Проведите эти измерения для остальных значений скорости вращения циркуляционного насоса.
12. Сравните полученные значения расхода с расчетными для различных температурных графиков и сделайте выводы о достаточности или недостаточности производительности конкретного циркуляционного насоса для системы отопления оговоренной выше.

*Контрольные вопросы:*

1. Дайте определение понятию «Комфорт».
2. В чем различие между автономной системой отопления и системой центрального отопления?
3. Какие разновидности отопительных приборов получили наибольшее распространение в системах водяного отопления?
4. Как соединяются отопительные приборы:
  - а) в прямоточной однотрубной системе;
  - б) в двухтрубной системе;
  - в) в однотрубной системе с замыкающими участками?
5. Способы организации нескольких контуров с различными температурными графиками в автономных системах с одним теплогенератором?
6. Назначение циркуляционного насоса?

## Часть 2

### **Подготовка к работе, заполнение системы отопления теплоносителем, запуск в работу гидравлического контура и системы измерений.**

*Цель работы:* Приобретение знаний и умений по подготовке к работе и обслуживанию автономной системы отопления. Ознакомление с режимными условиями функционирования стенда и отдельных его узлов во взаимодействии друг с другом, подготовке и приведению стенда и средств измерения в рабочее состояние.

Назначение отопительной установки – обогрев помещений, т.е. создание и поддержание условий комфорта в холодный период года. Санитарные нормы предписывает осуществлять переключения отопительной системы с летнего периода на зимний при переходе температуры наружного воздуха через значение  $t_n = +8 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Подготовка системы отопления к работе должна включать ряд профилактических и при необходимости ремонтных мероприятий для обеспечения надежной ее работы в отопительный период. Одним из обязательных мероприятий при подготовке системы является проверка ее на плотность. Проверка на плотность осуществляется посредством гидропрессовки системы. Гидропрессовка производится после заполнения системы теплоносителем, если перед этим было произведено ее опорожнение. При централизованном теплоснабжении заполнение производится деаэрированной водой из обратной магистрали. При индивидуальном теплогенераторе система может быть заполнена от источника недеаэрированной воды.

Современные автономные системы отопления как правило не соединены с атмосферой и работают при повышенном давлении. В процессе эксплуатации системы изменяется температура теплоносителя и следовательно его объем. Для обеспечения нормальных условий работы в автономных системах используются расширительный бак с газовой подушкой. Он способен принимать в себя расширившийся теплоноситель, поддерживая примерно постоянным давление в системе.

При заполнении контура теплоносителем вначале вытесняется весь воздух из системы. Дальнейшее поступление теплоносителя приведет к перемещению мембраны и уменьшению объема воздушной подушки, что в свою очередь приведет к повышению давления в воздушной подушке и системе. Начальное давление в воздушной подушке должно быть ниже рабочего давления в системе отопления. В рабочем состоянии расширительный бак должен быть частично заполнен теплоносителем (в пределах 0,2 - 0,7 от объема).

Заполнение должно производиться через низшую точку гидравлического контура. Перед заполнением следует открыть воздушные выпускные краны. При нормальном режиме заполнения весь воздух из системы должен быть полностью вытеснен. Процесс заполнения считается

законченным, когда через воздушные выпускные краны начинает вытекать вода без воздушных пузырьков, после чего воздушные выпускные краны перекрываются.

После заполнения гидравлического контура водой в системе должно быть создано избыточное давление за счет подачи теплоносителя в расширительный бак и сжатия воздушной подушки бака. Постоянство давления в контуре является достаточным признаком плотности гидравлического контура системы отопления.

После заполнения отопительной системы теплоносителем необходимо произвести контрольные открытия и закрытия запорно-регулирующей арматуры и убедиться по контрольному манометру в плотности гидравлического контура. (проверка предохранительного клапана).

#### *Задание:*

1. Подготовьте к работе и обслуживанию автономную систему отопления. Заполните систему теплоносителем.
2. Холодные испытания системы.
3. Испытания системы при включенном теплогенераторе.

#### *Порядок выполнения:*

1. Залейте 15 – 20 литров теплоносителя в сосуд для его хранения и установите сосуд на полу рядом со стендом.
2. Убедитесь в наличии и надежном креплении заземляющего проводника на корпусе насоса заправки.
3. Опустите насос на специальном подвесе в сосуд с теплоносителем. Корпус насоса не должен касаться дна сосуда.
4. Наденьте заправочный шланг на штуцер заправочного крана (26) и затяните его прилагающимся хомутом.
5. Включите сетевую вилку насоса в одиночную розетку на задней стенке панели стенда.
6. Убедитесь в том, что шланг предохранительного клапана введен в сосуд для сбора воды, и сосуд пуст.
7. Вставьте сливной шланг в сосуд для хранения теплоносителя, и убедитесь в том, что кран для слива теплоносителя закрыт.
8. Убедитесь в том, что все выключатели на пульте управления находятся в выключенном (нижнем) положении.
9. Включите сетевую вилку стенда в розетку с защитным проводником. Розетка должна быть рассчитана на ток 15 А.
10. Включите устройство защитного отключения УЗО (автомат 1) и нажмите кнопку «Тест». Если УЗО исправно, то оно должно отключить стенд от сети. Снова включите УЗО.
11. Заполните систему теплоносителем:
  - a) отверните на пару оборотов заглушку паровоздушного клапана;
  - b) отверткой под прямой шлиц («плоской» отверткой) отверните на пол оборота краны «Маевского» **13** на обоих отопительных приборах;

- с) откройте кран заправки **26** (рукоятка должна находиться в горизонтальном положении);
  - д) установите краны КР1 в среднее положение, КР2 в положение 1 и КР3 в положение 2, что соответствует последовательному подключению отопительных приборов;
  - е) наблюдая за давлением в системе по манометру **3**, включите насос заправки **28** автоматом 5 (нумерация слева направо на пульте управления – см п.4);
  - ф) в начале подъема давления выключите насос заправки **28**.
  - г) автоматом 3 (нумерация слева направо на пульте управления – см п.4) включите циркуляционный насос **22**, чтобы перегнать пузырьки воздуха в верхние точки системы;
  - х) по мере вытеснения воздуха из системы снова включите насос заправки до появления брызг теплоносителя из кранов «Маевского»;
  - и) закройте краны «Маевского» на отопительных приборах;
  - й) включите насос заправки и поднимите давление в системе до 0,08 Мпа (0,8 ати);
  - к) поочередно приоткрывая краны «Маевского» на отопительных приборах сливайте в любой удобный сосуд теплоноситель до появления устойчивой струйки теплоносителя;
  - л) включите насос заправки и поднимите рабочее давление до срабатывания предохранительного клапана, но не более чем до 0,2 Мпа (2,0 ати);
  - м) предохранительный клапан должен сработать при давлении 0,15 Мпа;
  - н) убедившись в исправности предохранительного клапана установите рабочее давление в пределах от 0,08 до 0,14 Мпа, для этого приоткрыв немного сливной кран **27**, слейте избыток теплоносителя в сосуд;
  - о) приоткрыв сливной кран **27** слейте в мерный сосуд теплоноситель из расширительного бака (давление в системе должно уменьшиться до нуля);
  - р) оцените степень заполнения расширительного бака теплоносителем в рабочем состоянии;
  - с) снова включите насос заправки и установите рабочее давление в системе;
  - т) Закройте заправочный кран **26**, и отключите из розетки вилку заправочного насоса.
12. Холодные испытания системы заканчиваются включением циркуляционного насоса. Следует убедиться, что изменение положения дроссельного регулирующего органа **23** вызывает изменения показаний расходомера.
13. После завершения подготовительных мероприятий на холодном стенде можно включить теплогенератор. Теплогенератор может работать в безрасходном режиме. Температурный режим при этом определяется заданием для позиционного регулятора температуры.



Первые отключения нагревательного элемента теплогенератора свидетельствует о достижении заданной температуры теплоносителя. Значение температуры теплоносителя контролируется по показаниям манометрического термометра 3.

Стенд готов к проведению лабораторных опытов.

Записать переходной процесс разгона теплогенератора.

Детализировать переключения при заполнении.

*Контрольные вопросы:*

1. В чем различие между понятиями «прочность» и «плотность» гидравлического контура системы отопления?

2. Какую функцию в системе отопления выполняет расширительная емкость?

3. Как могут повлиять на работу отопительной системы воздушные пробки в гидравлическом контуре?

4. Как удалить воздух из контура отопительной системы?