

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра теплогасоснабжения, вентиляции и гидромеханики

Д. В. Гребнев, Б.М. Легких

ИЗУЧЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ:

методические указания к лабораторным работам

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Оренбург

2017

УДК 697.3/5(076.5)
ББК 38.762я7
Г79

Рецензент - доцент, кандидат технических наук, В.В. Демидочкин

Гребнев Д.В.
Г 79 Изучение гидравлических режимов в системах теплоснабжения: методические указания к лабораторным работам /Д.В. Гребнев, Б.М. Легких; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2017. - 25 с.

Основное содержание: изучение лабораторного стенда; изучение гидравлических режимов тепловой сети; приобретение навыков регулирования гидравлических процессов.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Гидравлика», «Теплоснабжение», «Диагностика, наладка и эксплуатация систем теплоснабжения».

УДК 697.3/5(076.5)
ББК 38.762я7

© Гребнев Д.В.,
Легких Б.М., 2017
© ОГУ, 2017

Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа №1.....	6
2 Лабораторная работа №2.....	9
3 Лабораторная работа №3.....	13
4 Лабораторная работа №4.....	17
Список использованных источников.....	22
Приложение А.....	24
Приложение В.....	25

Введение

Гидравлический режим тепловых сетей - режим, определяющий давления в теплопроводах при движении теплоносителя (гидродинамического) и при неподвижной воде (гидростатического). Вода, обладающая большой плотностью, оказывает значительное гидростатическое давление на трубы и оборудование, поэтому при расчетах тепловых сетей его необходимо вычислить и сравнить с допустимыми значениями. При необходимости следует изменять гидравлический режим либо применять более прочные трубы и оборудование.

Данные методические указания позволяют студентам закрепить теоретические знания, ознакомиться с возможными методами регулирования гидравлических процессов. Стенд по изучению гидравлических режимов наглядно отображает изменение давления в тепловой сети, в зависимости от заданных параметров. В реальной тепловой сети - информация, о происходящих изменениях, фиксируется только соответствующими приборами.

В зависимости от заданного рельефа местности, для удовлетворения требований гидравлического режима, можно определить, в каком случае необходимо устанавливать подкачивающие насосные и дроссельные станции на подающем и обратном трубопроводах.

В процессе решения поставленных задач организуется индивидуальная, парная и групповая работа, осуществляется работа с документами и различными источниками информации. Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Учебный процесс относится к сложным видам деятельности, поэтому мотивов для обучения множество, но все они образуют единую систему с общей целью - по-

вышение эффективности обучения. Лабораторные занятия, как и другие виды практических занятий, являются связующим элементом между теоретической работой обучающихся на лекциях, и применением знаний на практике. Эти занятия помогают закрепить теоретический материал и практическую работу.

1 Лабораторная работа № 1. Ознакомление с устройством лабораторного стенда по изучению гидравлических режимов тепловой сети

Цель работы: ознакомиться с устройством лабораторного стенда, получить навыки оформления отчетной документации по проведенным исследованиям.

Задачи: научить студента умению применять полученные теоретические знания и получить практические навыки (В-5).

Описание стенда:

- стенд состоит из 18 насосов, 9 расходомеров марки Солис и 18 счетчиков воды SAYANY, запорной регулировочной арматуры и электротехнического оборудования (приложение А, рисунок А.1);

- данный стенд позволяет исследовать гидравлические режимы моделей ТС (перепады давления, расходы) наглядно.

1 Стенд включает в себя:

а) модель источника теплоснабжения (регулируемая емкость);

б) повысительную (подпиточную) линию, на которой установлен повысительный насос 2 с байпасом, переключатель для подключения основного кольца тепловой сети, а также линии подпитки для независимых схем подключения потребителей;

в) основное циркуляционное кольцо (магистраль), на которой установлены: циркуляционный насос 1, повысительный 7 и понизительный 8 насосы (ПВНС и ПННС), вентиль для регулирования сопротивления основного кольца.

К основному циркуляционному кольцу подключены три блока, каждый из которых включает в себя три схемы присоединения потребителей тепловой энергии:

- зависимая схема (через элеватор);

- независимая схема (через теплообменник);

- зависимая схема с возможностью различного включения насосов на

подающем, обратном трубопроводах и переключателе. Имеется также смесительно-разделительный 3-х ходовой клапан с поворотной заслонкой.

- г) приборы учета расхода:
- счетчики SAYANY;
 - счетчики-расходомеры Солис.

От модели источника теплоснабжения при включенном повысительном насосе, теплоноситель движется по двум основным направлениям:

- в основное циркуляционное кольцо (подающая и обратная линии);
- на подпитку в независимую схему.

При включении циркуляционного насоса 1 теплоноситель приходит в движение и на подключенных схемах потребителей появляется перепад давлений (уровней жидкости). При повышении уровня жидкости в измерительной трубке выше допустимого предела (выше высоты стенда), жидкость через переливную линию возвращается на модель источника теплоты.

Сама модель источника теплоты снабжена указательной трубкой, которая врезана в магистраль до повысительного насоса.

2 Возможности регулировки:

а) регулировка производительности насоса (прямая регулировка):

- регулирование байпасом;
- регулирование частоты вращения рабочего колеса насоса через электрический переключатель, который имеет три положения;

б) регулировка сопротивления:

- регулировка сопротивления основного циркуляционного кольца осуществляется вентильными установками на подающей и обратной магистралях после циркуляционного насоса и до и после каждой насосной станции;
- регулировка систем потребителя осуществляется вентилями, установленными на подающем и обратном трубопроводах, вентилями регулирующими сопротивление потребителей.

На каждой схеме подключения потребителей установлены шаровые краны 41-47 для возможности отключения данной схемы.

Согласно цели, поставленной в данной работе необходимо ознакомиться с устройством лабораторного стенда. Для защиты лабораторной работы необходи-

мо оформить отчет.

Отчет должен содержать:

- цель и задачи работы;
- описание лабораторного стенда;
- сравнительный анализ технических характеристик, установленного оборудования и существующих аналогов;
- выводы по результатам проведенного анализа.

2 Лабораторная работа № 2. Построение пьезометрического графика для зависимой схемы подключения потребителей

Цель работы: изучить основные закономерности и связи между напорами, расходами, сопротивлениями сети в случае подключения потребителя по зависимой схеме; экспериментально изучить основные возможности регулирования давления в сети, получить навыки оформления отчетной документации по проведенным исследованиям.

1 Основные положения:

- при выборе положения пьезометрического графика необходимо исходить из следующих условий:

а) давление (напор) в любой точке обратной магистрали не должно быть выше допустимого рабочего давления в местных системах, для новых систем отопления (с конвекторами) рабочее давление 0,1 МПа (10 м. вод. ст.), для систем с чугунными радиаторами 0,5 - 0,6 МПа (50-60 м. вод. ст.);

б) давление в обратном трубопроводе должно обеспечить залив водой верхних линий приборов местных систем отопления;

в) давление в обратной магистрали, во избежание образования вакуума не должно быть ниже 0,05 - 0,1 МПа (5 - 10 м. вод. ст.);

г) давление на всасывающей стороне сетевого насоса не должно быть меньше 0,05 МПа (5 м. вод. ст.);

д) давление в любой точке падающего трубопровода должно быть выше давления вскипания при максимальной (расчетной) температуре теплоносителя;

е) располагаемый напор в конечной точке сети должен быть равен или больше расчетной потери напора на абонентском вводе при расчетном пропуске теплоносителя.

Зависимая схема со смешением воды, применяется в том случае, когда в системе требуется $t_z < t_i$ и допускается гидростатическое давление, имеющееся в наружном и обратном трубопроводе, где t_z - температура в системе отопления, t_i - температура в тепловой сети.

Преимущества: простота конструкции и обслуживания, снижение стоимости системы отопления.

Для нормальной работы элеватора требуется разность давлений в подающем и обратном трубопроводах 0,08 - 0,15 МПа.

Недостатком схемы подключения является прекращение независимой циркуляции воды от тепловой сети в СО и замораживании её при аварийном отключении тепловой сети.

2 Экспериментальные данные:

- работа проводится на стенде по изучению режимов тепловой сети;
- для данной работы используются все 3 блока стенда, в каждом из которых потребители подключены только по одной зависимой схеме (см. рисунок 1);
- в работе необходимо построить пьезометрический график для данной сети, исходя из известных потерь напора потребителей и заданного рельефа местности.

В качестве потребителей рассматриваются:

- а) 7-этажное здание (21м) АН=2,5м;
- б) 9-этажное здание (27м) АН=3,0м;
- в) 7-этажное здание (21м) АН=2,2м.

Температурный график 130-70 °С. Марка приборов М140АО

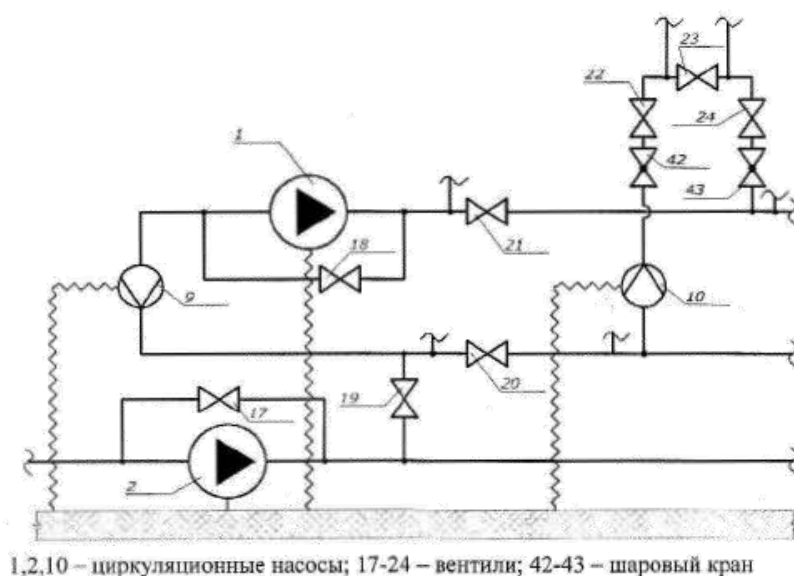


Рисунок 1 - Зависимая схема присоединения системы отопления

3 Последовательность выполнения работы:

- выбираем отметку начала отсчета напора, т.е. отметку самого нижнего потребителя, проводим линию нулевых напоров;
- строим линию статического давления, т.к. у потребителей установлены приборы М140АО, предел прочности которых определяется высотой водяного столба в 60 м, то от линии нулевых напоров поднимаемся вверх на 55 м и строим ЛСД;
- открываем вентиль запитки сети 19 и шаровые краны на зависимых схемах присоединения потребителей 42, 43 (см. рисунок 1);
- включаем повысительный насос 2, при достижении уровня воды в трубках ЛСД закрываем вентиль запитки сети 19, выключаем насос 2;
- включаем циркуляционный насос 1, регулируем потери напора у потребителей, добиваясь требуемых условий (вентили 22-24);
- разбиваем сеть на участки с переменным расходом (расчетными точками), замеряем длины этих участков, принимая масштаб 100:1. В расчетных точках замеряем напор (М 1:1), переводим в паскали. По расходомерам 9, 10 определяем расход на участках, заносим в таблицу 1;
- на основании полученных данных строим пьезометрический график;
- в таблице 2 производим расчет тепловой сети. Определяем потери давления на участках, находим удельные потери давления по формуле

$$\frac{\Delta P}{l} = R + \sum \xi, \quad (1)$$

где ΔP - потери давления на участке, Па;

l - длина участка, м;

R - удельные потери давления на трение, Па/м;

$\sum \xi$ - удельные потери давления в местных сопротивлениях, Па/м;

- принимая потери давления в местных сопротивлениях в размере 30 % от общих потерь, находим удельные потери на трение;

- по известным расходу и удельным сопротивлениям по справочнику подбираем диаметры трубопроводов.

Результаты эксперимента вводим в таблицы 1, 2.

Таблица 1 - Результаты эксперимента

Номер точки замера	Давление, Па		Расход, кг/ч	
	$P_{\text{под}}$	$P_{\text{под}}$	$G_{\text{под}}$	$G_{\text{обр}}$
1	2	3	4	5
1				
2				
3				
4				
5п				
6п				
7п				

Таблица 2 - Расчетные значения

Номер участка	Потери давления, ΔP , Па	Расход, G , кг/ч	Длина участка, l , м	$\Delta P/l$, Па/м	R , Па/м	Диаметр, d , мм
1	2	3	4	5	6	7
Подающий трубопровод						
1-2						
2-3						
3-4						
Обратный трубопровод						
1'-2'						
2'-3'						
3'-4'						
Потребитель						
5-5'						
6-6'						
7-7'						

Согласно цели, поставленной в данной работе, необходимо изучить основные закономерности и связи между напорами, расходами, сопротивлениями сети в случае подключения потребителя по зависимой схеме. Для защиты лабораторной работы необходимо оформить отчет.

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- описание зависимой схемы подключения потребителей;
- рисунок данной схемы;
- пьезометрический график тепловой сети;
- результаты эксперимента (см. таблицу 1);
- результаты расчетов (см. таблицу 2);
- выводы о закономерности и связи между напорами, расходами, сопротивлениями сети в случае подключения потребителя по зависимой схеме, по результатам проведенного эксперимента.

3 Лабораторная работа № 3. Построение пьезометрического графика тепловой сети при независимой схеме подключения потребителей

Цель работы: изучить основные закономерности и связи между напорами, расходами, сопротивлениями сети в случае подключения потребителя по независимой схеме; экспериментально изучить основные возможности регулирования давления в сети, получить навыки оформления отчетной документации по проведенным исследованиям.

1 Основные положения:

- при выборе положения пьезометрического графика необходимо исходить из следующих условий:
 - а) давление (напор) в любой точке обратной магистрали не должно быть выше

допускаемого рабочего давления в местных системах, для новых систем отопления (с конвекторами) рабочее давление 0,1 МПа (10 м. вод. ст.), для систем с чугунными радиаторами 0,5 - 0,6 МПа (50 - 60 м. вод. ст.);

б) давление в обратном трубопроводе должно обеспечить залив водой верхних линий приборов местных систем отопления;

в) давление в обратной магистрали, во избежание образования вакуума не должно быть ниже 0,05 - 0,1 МПа (5 - 10 м. вод. ст.);

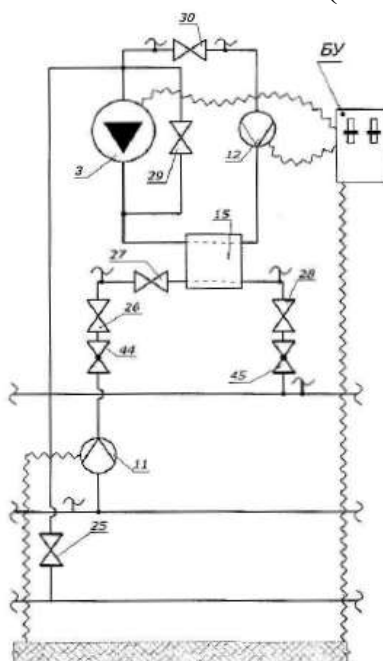
г) давление на всасывающей стороне сетевого насоса не должно быть меньше 0,05 МПа (5 м. вод. ст.);

д) давление в любой точке падающего трубопровода должно быть выше давления вскипания при максимальной (расчетной) температуре теплоносителя;

е) располагаемый напор в конечной точке сети должен быть равен или больше расчетной потери напора на абонентском вводе при расчетном пропуске теплоносителя.

2 Экспериментальные данные:

- работа проводится на стенде по изучению режимов тепловой сети. Для данной работы используются все 3 блока стенда, в каждом из которых потребители подключены только по одной независимой схеме (см. рисунок 2).



3 – циркуляционный насос; 11-12 – расходомеры; 25-30 – вентили; 44-45 – шаровый кран; БУ – блок управления

Рисунок 2- Независимая схема присоединения системы отопления

В работе необходимо построить пьезометрический график для данной сети, исходя из известных потерь напора у потребителей и заданного рельефа местности. Температурный график 130-70 °С, в качестве отопительных приборов принимаются чугунные радиаторы марки М-140-АО.

3 Последовательность выполнения работы:

- выбираем отметку начала отсчета напора, т.е. отметку самого нижнего потребителя, проводим линию нулевых напоров;
- строим линию статического давления (55 м);
- открываем вентили запитки сети 19 и подпитки независимых контуров 25, шаровые краны на независимых схемах присоединения потребителей 44, 45;
- включаем повысительный насос 2, при достижении уровня воды в трубках ЛСД закрываем вентили 19, 25, выключаем насос 2;
- включаем циркуляционный насос 1, циркуляционные насосы 3 в каждой независимой схеме у потребителя;
- регулируем потери напора у потребителя, добиваясь требуемых условий (вентили 26-30);
- разбиваем сеть на участки с переменным расходом (расчетными точками), замеряем длины этих участков, принимая масштаб 100:1. В расчетных точках замеряем напор (М 1:1), переводим в паскали. По расходомерам 9, 11, 12 определяем расход на участках, заносим в таблицу 3;
- на основании полученных данных строим пьезометрический график.

В таблице 4 производим расчет тепловой сети, по справочнику подбираем диаметры трубопроводов.

Таблица 3 - Результаты эксперимента

Номер точки замера	Давление, Па		Расход, кг/ч	
	$P_{\text{под}}$	$P_{\text{обр}}$	$G_{\text{под}}$	$G_{\text{обр}}$
1	2	3	4	5
1				
2				

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
3				
4				
5п				
6 незав				
7п				
8 незав				
9п				
10 незав				

Таблица 4 - Расчетные значения

Номер участка	Потери давления, ΔP , Па	Расход, G, кг/ч	Длина участка, l, м	$\Delta P/l$, Па/м	R, Па/м	Диаметр, d, мм
1	2	3	4	5	6	7
Подающий трубопровод						
1-2						
2-3						
3-4						
Обратный трубопровод						
1'-2'						
2'-3'						
3'-4'						
Потребитель						
5-5'						
7-7'						
9-9'						
Независимый контур						
6-6'						
8-8'						
10-10'						

Согласно цели, поставленной в данной работе необходимо изучить основные закономерности и связи между напорами, расходами, сопротивлениями сети в случае подключения потребителя по независимой схеме. Для защиты лабораторной работы

необходимо оформить отчет.

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- описание независимой схемы подключения потребителей;
- рисунок данной схемы;
- пьезометрический график тепловой сети;
- результаты эксперимента (см. таблицу 3);
- результаты расчетов (см. таблицу 4);
- выводы о закономерности и связи между напорами, расходами, сопротивлениями сети в случае подключения потребителя по независимой схеме, по результатам проведенного эксперимента.

4 Лабораторная работа № 4. Построение пьезометрического графика тепловой сети при зависимой схеме подключения потребителей с насосным побуждением

Цель работы: построение пьезометрического графика, определение расходов, потерь давления, диаметров. Экспериментально изучить основные возможности регулирования давления в сети, получить навыки оформления отчетной документации по проведенным исследованиям.

1 Основные положения:

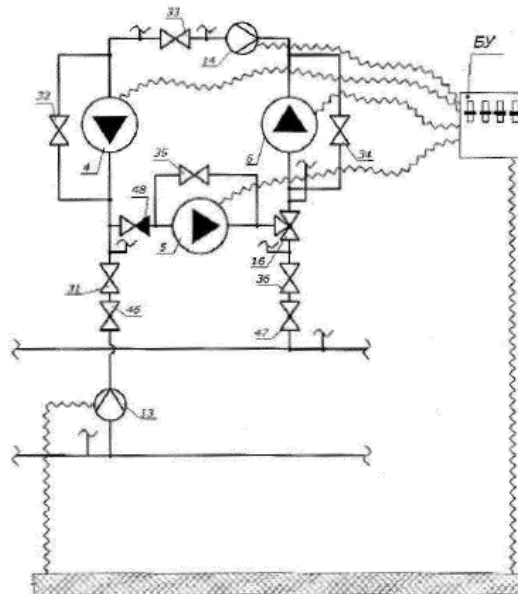
- при выборе положения пьезометрического графика необходимо исходить из следующих условий:

а) давление (напор) в любой точке обратной магистрали не должно быть выше допускаемого рабочего давления в местных системах, для новых систем отопления (с конвекторами) рабочее давление 0,1 МПа (10 м. вод. ст.), для систем с чугунными радиаторами 0,5 - 0,6 МПа (50 - 60 м. вод. ст.);

- б) давление в обратном трубопроводе должно обеспечить залив водой верхних линий приборов местных систем отопления;
- в) давление в обратной магистрали, во избежание образования вакуума не должно быть ниже 0,05 - 0,1 МПа (5 - 10 м. вод. ст.);
- г) давление на всасывающей стороне сетевого насоса не должно быть меньше 0,05 МПа (5 м. вод. ст.);
- д) давление в любой точке падающего трубопровода должно быть выше давления вскипания при максимальной (расчетной) температуре теплоносителя;
- е) располагаемый напор в конечной точке сети должен быть равен или больше расчетной потери напора на абонентском вводе при расчетном пропуске теплоносителя.

2 Экспериментальные данные:

- работа проводится на стенде по изучению режимов тепловой сети;
- для данной работы используются все 3 блока стенда, в каждом из которых потребители подключены только по одной зависимой схеме с насосным побуждением (см. рисунок 3).



4-6 - циркуляционные насосы; 11-14 - расходомеры; 16- 3-х ходовой клапан; 31-36 - вентили; 46-48 - шаровый кран; БУ - блок управления.

Рисунок 3 - Зависимая схема присоединения системы отопления с насосным побуждением

В работе необходимо построить пьезометрический график для данной сети, исходя из известных потерь напора у потребителей и заданного рельефа местности. Температурный график 130-70 °С, в качестве отопительных приборов принимаются чугунные радиаторы марки М-140-А0.

Последовательность выполнения работы:

- выбираем отметку начала отсчета напора, т.е. отметку самого нижнего потребителя, проводим линию нулевых напоров;
- строим линию статического давления (55 м);
- открываем вентиль запитки сети 19 и шаровые краны на зависимых схемах присоединения потребителей 46, 47;
- включаем повысительный насос 2, при достижении уровня воды в трубках ЛСД закрываем вентиль 19, выключаем насос 2;
- включаем циркуляционный насос 1;
- регулируем потери напора у потребителя, добиваясь требуемых условий, с помощью: вентилях 31-36, насосов 4-6, 3-х ходового клапана 16. Таким образом, используя разнообразные методы регулировки сети, в данной схеме можно подобрать различные гидравлические и тепловые (в реальных условиях) режимы;
- разбиваем сеть на участки с переменным расходом (расчетными точками), замеряем длины этих участков, принимая масштаб 100:1. В расчетных точках замеряем напор (М 1:1), переводим в паскалы. По расходомерам 9, 13, 14 определяем расход на участках, заносим в таблицу 5.

Таблица 5 - Результаты эксперимента

Номер точки замера	Давление, Па		Расход, кг/ч	
	$P_{\text{под}}$	$P_{\text{обр}}$	$G_{\text{под}}$	$G_{\text{обр}}$
1	2	3	4	5
1				
2				
3				

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
4				
5кв				
6п				
7кв				
8п				
9кв				
10п				

На основании полученных данных строим пьезометрический график.

Производим расчет тепловой сети, по справочнику [2] подбираем диаметры трубопроводов, результаты заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчетные значения

Номер участка	Потери давления, ΔP , Па	Расход, G, кг/ч	Длина участка, l, м	$\Delta P/l$, Па/м	R, Па/м	Диаметр, d, мм
1	2	3	4	5	6	7
Подающий трубопровод						
1-2						
2-3						
3-4						
Обратный трубопровод						
1'-2'						
2'-3'						
3'-4'						
Квартальные сети						
5-6						
6'-5'						
7-8						
8'-7'						
9-10						
10'-9'						
Потребитель						
6-6'						
8-8'						
10-10'						

Согласно цели, поставленной в данной работе необходимо изучить основные закономерности и связи между напорами, расходами, сопротивлениями сети в случае подключения потребителя по зависимой схеме с насосным побуждением. Для защиты лабораторной работы необходимо оформить отчет.

Отчет должен содержать:

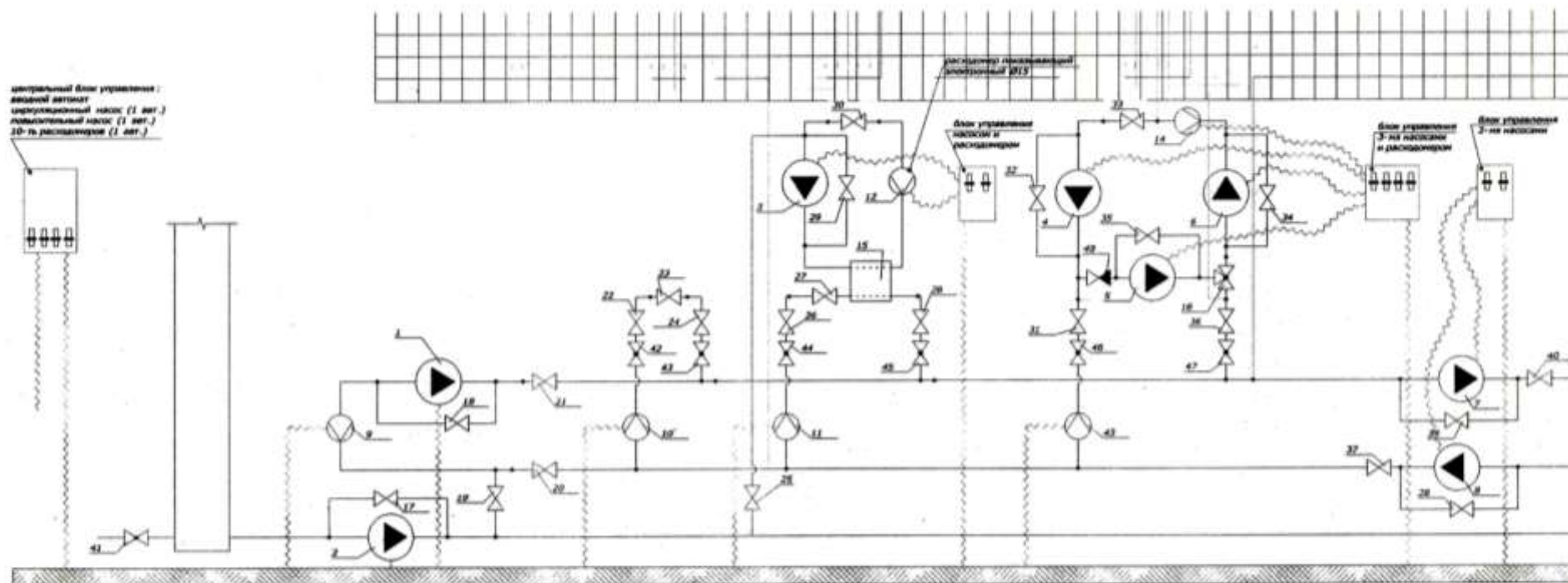
- цель работы;
- описание зависимой схемы подключения потребителей;
- рисунок данной схемы;
- пьезометрический график тепловой сети;
- результаты эксперимента (см. таблицу 5);
- результаты расчетов (см. таблицу 6);
- выводы о закономерности и связи между напорами, расходами, сопротивлениями сети в случае подключения потребителя по зависимой схеме с насосным побуждением, по результатам проведенного эксперимента.

Список использованных источников

1. Матиящук, С.В. Система договорных отношений по электро- и теплоснабжению в условиях развития когенерации: Монография / С.В.Матиящук. - М.:НИЦ ИНФРА-М,2013 -238с.: 60x88 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (Научная мысль; Право). (o) ISBN 978-5-16-006590.
2. Кудинов, А.А. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: монография / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 342 с.: 60x90 1/16. - (Научная мысль) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011155.
3. Кудинов, А.А. Основы централизованного теплоснабжения / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 176 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-16-103513-9 (online).
4. Поливода, Ф. А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности / Ф.А. Поливода. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 170 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Обложка) ISBN 978-5-16-011830-7.
5. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Уч. пос. / А.М. Протасевич. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 286 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-005515-2.
6. Жмакин, Л. И. Тепломассообменные процессы и оборудование в легкой и текстильной промышленности : учеб. пособие / Л.И. Жмакин. — М. : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - www.dx.doi.org/10.12737/20523.
7. Комков, В. А. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве: Учебное пособие / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 204 с.: 60x90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com). - (СПО). (п) ISBN 978-5-16-006849-7.
8. Немкин, П. В. Экономический механизм развития жилищно-коммунального комплекса крупных городов России: Монография / П.В. Немкин, В.С. Чекалин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 124 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль; Экономика). (обложка) ISBN 978-5-16-009333-8.

9. Манюк, В. И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей / В. И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж.- М.: Стройиздат, 1988. - 432 с.
10. Богословский, В.Н. Внутренние санитарно-технические устройства: в 3 ч.. Ч. 1 Отопление/ В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава.-М.:Стройиздат, 1990. - 344 с. - ISBN 5-274-00523-3 (Ч.1).
11. Сотникова, О. А. Теплоснабжение: учеб. пособие / О. А. Сотникова, В. Н. Мелькумов . - М. : Ассоц. строит, вузов, 2007. - 296 с. - Библиогр.: с. 287-290. - ISBN 978-5-93093-374-1
12. Хрусталева Б. М. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. /Под ред. Проф. Б.М. Хрусталева- М.: Изд-во АСВ, 2008. - 784 с., 183 ил.

Приложение А (справочное)



1-8 – циркуляционные насосы; 9-14 – расходомеры; 15 – муфта теплообменника; 16 – 3-х ходовой клапан; 17-40 – вентили; 41-47 – шаровые краны; 48 – обратный клапан

Рисунок А.1 – Схема участка лабораторного стенда

Приложение Б (справочное)

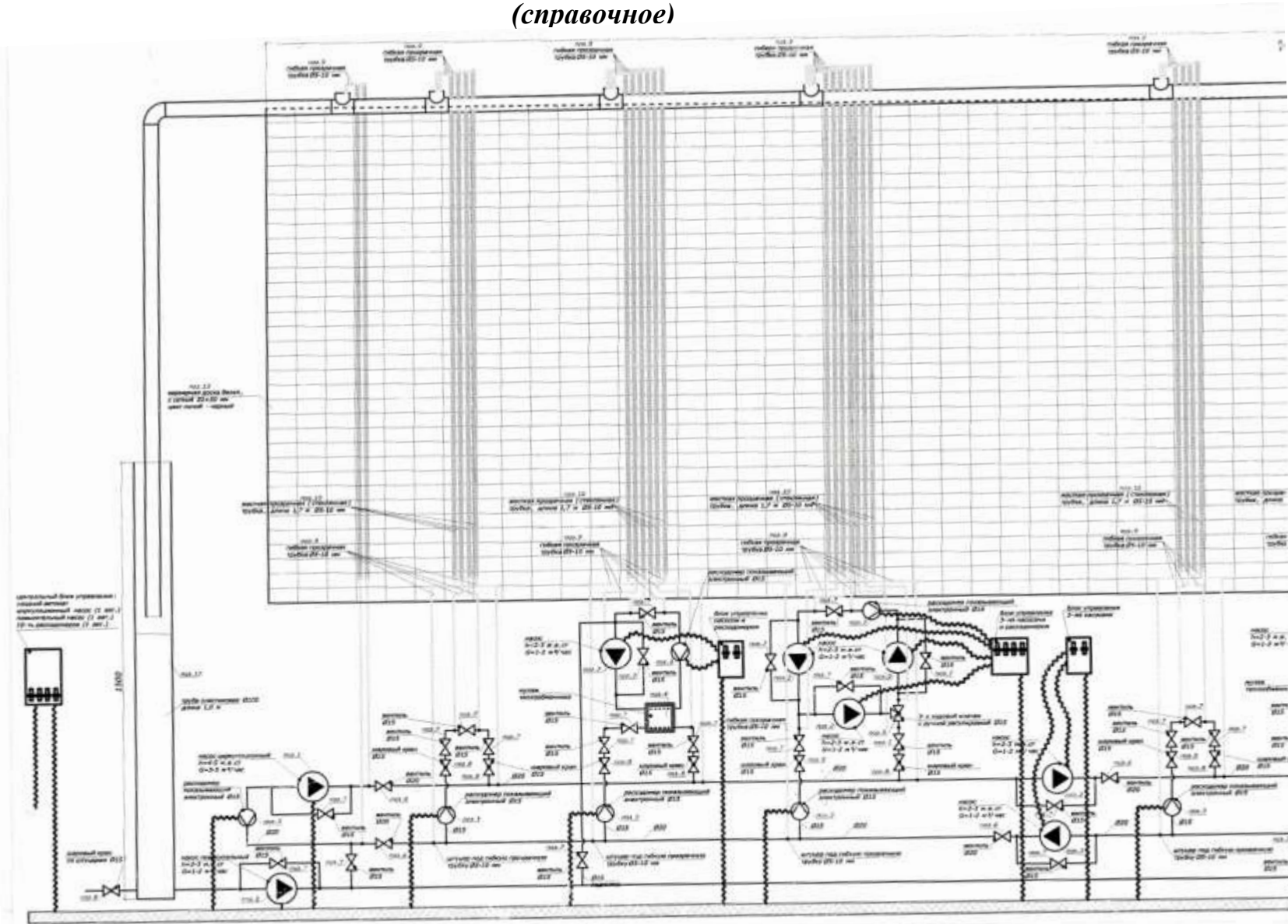


Рисунок Б.1 - Принципиальная схема комплекса «Изучение гидравлических режимов и гидравлической устойчивости тепловых сетей, работы узлов присоединения систем отопления зданий к тепловым сетям»