

Лабораторная работа 2

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Целью лабораторной работы является получение студентами навыков по наладке систем водяного отопления и составления таблиц настройки регулирующих клапанов.

Основные понятия

В последние годы для индивидуального регулирования теплоотдачи отопительных приборов систем водяного отопления применяются термостатические клапаны – устройства, обеспечивающие автоматическое изменение расхода теплоносителя через прибор. Термостатический клапан состоит из регулирующего крана и специальной термоголовки – единой конструкции, работающей, как регулятор прямого действия.

Принцип работы регулятора прямого действия основан на изменении объема среды, заполняющей встроенный в термоголовку баллон (сильфон), при повышении или понижении ее температуры. Изменение объема среды – термореактивного материала (например газе) непосредственно вызывает перемещение клапана регулятора в потоке теплоносителя.

В некоторых конструкциях регуляторов сильфон частично наполнен легкоиспаряющейся жидкостью. Если давление паров жидкости в сильфонной камере изменяется, то возникающее растяжение или сжатие сильфона вызывает перемещение клапана регулятора.

Термоклапаны выпускаются с пониженным (для однотрубных систем отопления) и повышенным (для двухтрубных систем) гидравлическим сопротивлением. Конструкция последних, как правило, обеспечивает не только эксплуатационное, но и монтажное регулирование систем.

Конструкция этих клапанов позволяет изменять проходное сечение за счёт изменения положения штока, либо ручным воздействием, либо с помощью термостатической головки или иного механизма. В расчёте это учитывается

изменением величины проводимости клапана $\sigma_{\text{кл}}$, кг/(ч·Па^{0,5}), или, как её принято называть и обозначать в каталогах справочниках фирм-производителей, пропускной способности k_v , (м³/ч)/бар^{0,5}. Именно эта характеристика используется при проектировании системы отопления, так как она позволяет определить диапазон количественного регулирования теплоотдачи отопительного прибора и степень воздействия на гидравлический режим работы системы отопления в целом.

Пропускную способность любого элемента системы отопления k_v , (м³/ч)/бар^{0,5}, обычно определяют по формуле:

$$k_v = G \sqrt{\frac{\rho}{1000 \Delta P}},$$

где G — объёмный расход теплоносителя через элемент системы отопления, м³/ч; ρ — плотность теплоносителя, кг/м³; ΔP — разница давления на элементе, бар.

Размерности расхода и давления в данной формуле не соответствуют отечественной практике гидравлического расчёта и принятой системе СИ, что требует дополнительных преобразований при их применении. Однако в данной главе приведены формулы из литературных источников.

Для упрощения расчётов также используется следующая формула определения пропускной способности k_v , (м³/ч)/бар^{0,5}:

$$k_v = 0,316 \frac{G}{\sqrt{\Delta P}},$$

где G — массовый расход теплоносителя через элемент системы отопления, кг/ч; ΔP — потеря давления в элементе, Па.

Важно отметить, что пропускную способность полностью открытого клапана принято обозначать k_{vs} , (м³/ч)/бар^{0,5}.

Пропускная способность клапана является расчётной величиной и в практике монтажных, наладочных и эксплуатационных работ не используется. При настройке пропускной способности клапана используют величину

настройки $n_{\text{кл}}$, которая гравирована на самом клапане. Величина настройки должны выбираться ещё на стадии проектирования и соответствовать расчётной пропускной способности клапана. Данная величина выбирается либо по справочным данным фирм-производителей, либо по соответствующим зависимостям и указывается в проектной документации для каждого клапана.

В конструкции некоторых ТСК предусмотрена так называемая «преднастройка». Преднастройка осуществляется встроенным в конструкцию ТСК дросселем, положение которого устанавливается в процессе наладки, но рассчитывается уже на стадии проектирования. Задача преднастройки — ограничить возможность регулирования термостатического клапана и «увязать» гидравлические кольца системы отопления в расчётном режиме. Т. е., исключить возможность существенного повышения расхода теплоносителя через прибор потребителя, которое может привести к разбалансировке системы и исключить установку дополнительных дросселей. Доступ к регулированию этого дросселя потребителю, как правило, закрыт и обеспечивается за счёт специальных ключей.

Описание лабораторной установки

Для проведения лабораторной работы используется стенд, разработанной по схеме, представленной на рисунке 1.

Лабораторный стенд представляет собой контур вертикальной насосной системы водяного отопления, с нижней разводкой, с тупиковым движением теплоносителя. Подключение стояков первого стояка системы выполнен по проточно-регулируемой схеме, второго стояка – по двухтрубной схеме.

Представленный лабораторный стенд подключен к источнику теплоты (местной котельной) с собственным циркуляционным насосом.

Для определения расхода теплоносителя на участках системы используется измерительный компьютер ГЕРЦ Т550. Данный компьютер представляет собой электронный прибор для измерения перепада давления со встроенным датчиком давления для измерений на балансировочных клапанах с

непосредственным указанием перепада давления и расхода. Диапазон измерений 0-10 бар, макс. давление 12 бар. Перед работой с прибором необходимо ознакомиться с инструкцией по его эксплуатации.

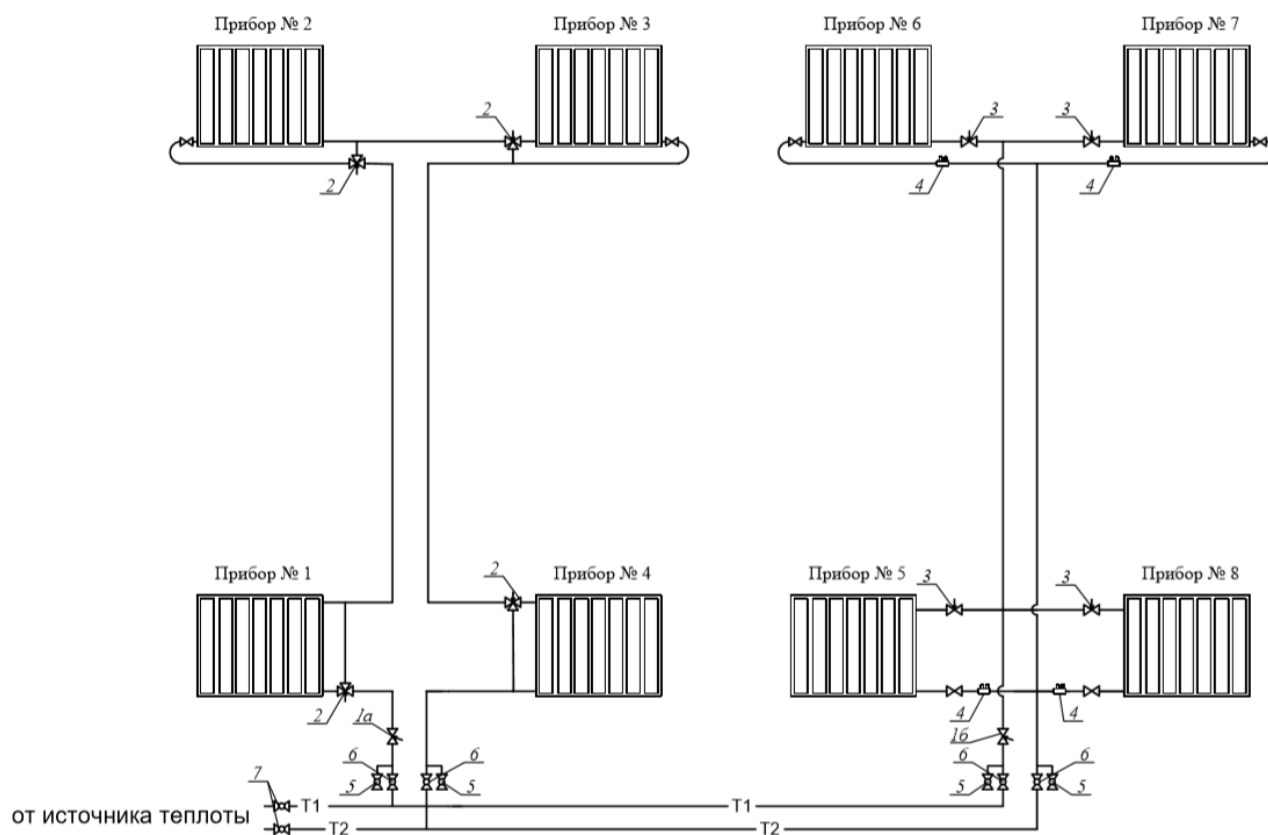


Рис. 1. Схема лабораторного стенда

Измерительный компьютер Т550, в данной работе, способен измерять расход теплоносителя на балансировочных клапанах 1а, 1б, а также на измерительных диафрагмах 4.

Проведение работы

При работе с лабораторным стендом выполняется следующая последовательность работы:

1. Проверяется, чтобы запорные шаровые краны на стояках 5, балансировочные клапаны 1а и 1б, клапаны у отопительных приборов, а также термокраны 2 и 3 были в полностью открыты. При этом сливные краны 6, а также запорные шаровые краны 7 находились в закрытом положении.

2. Ответственный по лаборатории приводит в рабочее состояние источник теплоты. После этого следует полностью открыть запорные шаровые краны 7.

3. Измерительным компьютером Т550, согласно инструкции по эксплуатации, последовательно делаются замеры расхода теплоносителя, проходящего через:

- балансировочные клапаны 1а и 1б: $G_{б.к.1}$ и $G_{б.к.2}$, кг/ч, соответственно;
- измерительные диафрагмы 4: $G_{пр.5}$, $G_{пр.6}$, $G_{пр.7}$, $G_{пр.8}$, кг/ч, соответственно у приборов № 5, 6, 7 и 8.

Все данные записать в журнал наблюдений.

4. Подключить компьютер Т550 к балансировочному клапану 1а. С помощью вращения маховика клапана установить расход теплоносителя, проходящего через клапан, равный 100 кг/ч. Записать в журнал наблюдений положение маховика клапана $n_{б.к.1}$ и выставленный расход $G_{б.к.1}$, кг/ч.

5. Подключить компьютер Т550 к балансировочному клапану 1б. С помощью вращения маховика клапана установить расход теплоносителя, проходящего через клапан, равный 120 кг/ч. Записать в журнал наблюдений положение маховика клапана $n_{б.к.2}$ и выставленный расход $G_{б.к.2}$, кг/ч.

6. Подключить компьютер Т550 к измерительной диафрагме 4 у отопительного прибора № 5. С помощью вращения маховика клапана 3 у отопительного прибора установить расход теплоносителя, проходящего через измерительную диафрагму 4, равный 30 кг/ч. Записать в журнал наблюдений положение маховика клапана $n_{пр.5}$ и выставленный расход $G_{пр.5}$, кг/ч.

7. Повторить действия п. 6 последовательно для измерительных диафрагм приборов № 6, 7 и 8.

8. Повторить действия п. 3.

9. Повторить действия п. 4-8 до тех пор, пока отклонение необходимого расхода теплоносителя через измерительные диафрагмы и клапаны не будет отличаться более чем на 5 %.

Обработка результатов

1. Невязка по расходу Δ , %, определяется по формуле:

$$\Delta = 100 \frac{G_{\text{тр}} - G_{\text{фак}}}{G_{\text{тр}}},$$

где $G_{\text{тр}}$ – требуемый расход теплоносителя на расчетном участке, кг/ч, определяется согласно Таблице 1, или заданию преподавателя; $G_{\text{фак}}$ – фактический расход, определенный согласно показанию измерительного компьютера Т550.

Таблица 1

Требуемый расход теплоносителя на участках

Участок	Обозначение величины	Требуемое значение, кг/ч
Клапан 1а	$G_{б.к.1}$	100
Клапан 1б	$G_{б.к.2}$	120
Прибор № 5	$G_{пр.5}$	30
Прибор № 6	$G_{пр.6}$	30
Прибор № 7	$G_{пр.7}$	30
Прибор № 8	$G_{пр.8}$	30

Журнал наблюдений

Таблица 1

Определение потери давления в замкнутом гидравлическом контуре

[illegible]

[illegible]