

Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В., Волкова Г.А., Шпендик Н.Н.

## БАЛАНСИРОВКА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

*Брестский государственный технический университет. Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции; кафедра водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов.*

Основная цель систем отопления — создание теплового комфорта в помещениях при минимуме потребления энергоресурсов. В действительности даже самые современные системы отопления не всегда справляются с этой задачей. Существуют несколько причин отклонений расходов от реальных величин:

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

Перерасход теплоносителя в отдельных частях системы водяного отопления приводит к недостаточному расходу в других частях системы. Это значит, что часть помещений будет перегретой, а часть недогретой. Хорошо сбалансированная система снижает как инвестиционные, так и эксплуатационные затраты. Балансировка системы водяного отопления позволяет экономить 20-40% тепла, обеспечить хороший контроль температурного режима зданий, долговечную работу оборудования [1]. В этой работе рассмотрены особенности балансировки систем водяного отопления применительно к условиям Республик Беларусь.

**Используемые методы балансировки.** Методы балансировки, в основном, основаны на закономерностях распределения потоков в параллельных участках систем водяного отопления, возникающих при регулировании одного из них. В системах отопления широкое распространение получили методы температурного перепада, предварительной настройки клапанов, пропорциональный, компенсационный.

Пропорциональный метод. Пропорциональный метод основан на закономерностях распределения потоков в параллельных участках системы водяного отопления, возникающих при регулировании одного из них. Суть его в том, что вначале достигается одинаковая разбалансировка стояков или ветвей. Затем регулировкой «общего» клапана обеспечивается проектный расход в стояках или ветвях. На первом этапе балансировки системы водяного отопления для уменьшения потерь давления на перекачивание теплоносителя полностью открывают регулирующие клапаны ветви (стояка). Затем определяют перепад давления  $\Delta P$  и расход  $G$  на каждом клапане. Сопоставляют полученные значения  $G$  с проектными расходами  $G_{пр}$ . У клапана «основного» циркуляционного кольца соотношение  $G/G_{пр}$  будет наименьшим.

Задача второго этапа состоит в обеспечении на остальных клапанах путем их частичного прикрывания примерно такого же отношения  $G/G_{пр}$ , как у клапана «основного» циркуляционного кольца. Равенства этих отношений достигают методом последовательных приближений.

Третий этап является окончательным в балансировке ветви (стояка) системы водяного отопления. Регулировкой «общего» клапана модуля выставляют на нем по перепаду давления  $\Delta P$  проектный расход, т.е.  $G/G_{пр}=1$ . По закону пропорциональности на всех клапанах модуля установится  $G/G_{пр}=1$ . На этом регулировка ветви (стояка)

закончена. Сбалансировав ветви (стояки) 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 [1-3].

#### Элементы систем отопления для осуществления балансировки.

Для осуществления балансировки в современных системах отопления используют балансировочные клапаны, которые делят на две группы:

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

Ручные балансировочные клапаны применяют для гидравлической увязки циркуляционных колец, обеспечивая расчётные расходы теплоносителя на стояках или горизонтальных ветвях любых систем отопления. Все вышеуказанные методы применимы, как правило, для систем (или ветвей) с ручными балансировочными клапанами.

Автоматические балансировочные клапаны предназначены для установки на стояках или горизонтальных ветвях СВО с термостатическими клапанами. Автоматические балансировочные клапаны 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 термостатическим клапанам функционировать в оптимальном режиме и исключить шумообразование [1-3].

В Республике Беларусь новый норматив, вступивший в действие в сентябре 2020 года [4] определил область применения балансировочной арматуры в системах отопления. В соответствии с ним (п. 6.4.20) в вертикальной системе на стояках, а в горизонтальной — на ветках следует обеспечивать соответствующими автоматическими балансировочными клапанами один из следующих видов автоматического регулирования параметров теплоносителя:

а) стабилизация перепада давления с или без ограничения максимального расхода теплоносителя в системе с переменным гидравлическим режимом (двухтрубная);

б) стабилизация расхода в системе с постоянным гидравлическим режимом (однотрубная, двухтрубная);

в) ограничение максимального расхода со стабилизацией или с регулировкой температуры теплоносителя на выходе из стояка или ветки в системе с переменным гидравлическим режимом, которая имеет замыкающие или обводные участки в узлах обвязки отопительных приборов.

Регулирующую арматуру, указанную в перечислениях а), б), в), разрешается не предусматривать в системах многоквартирного жилого здания или с одной веткой или одним стояком. Таким образом, область применения систем отопления с ручными балансировочными клапанами в новом строительстве сократилась. Однако большое количество существующих систем отопления либо имеют ручные балансировочные клапаны либо не имеют балансировочной арматуры.

В настоящем исследовании рассматривалась балансировка пропорциональным методом. Для исследования выбрана наиболее применяемая в настоящее время в Республике Беларусь двухтрубная тупиковая система отопления с термостатическими и балансировочными клапанами. Исследования выполнялись на лабораторном стенде, содержащем ручные и автоматические балансировочные клапаны. Для определения

расходов теплоносителя в контурах использовались ротаметры. Данные по расходам теплоносителя в несбалансированной системе приняты следующие: фактический общий расход теплоносителя – 400 л/ч, проектные расходы: контур теплого пола – 100 л/ч, радиатор 1 – 125 л/ч, радиатор 2 – 175 л/ч.

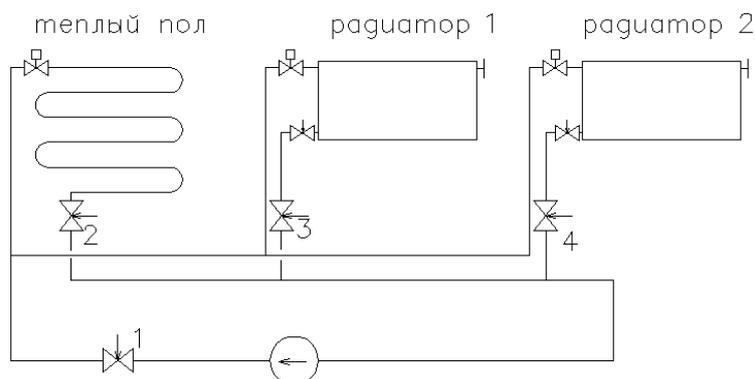


Рисунок 1 – Схема балансируемой системы отопления (1-4 – балансировочные клапаны для увязки циркуляционных колец)

### Методика выполнения исследований.

1. Все термостатические и ручные балансировочные клапаны устанавливаются в максимально открытое положение.

2. На насосе в режиме работы «фиксированная скорость вращения» (режим нерегулируемого насоса) устанавливается производительность для достижения проектного расхода в системе, записывается в таблицу данных №1 количество потребляемой электрической энергии насосом и расходы через контур теплого пола и радиаторы, а также общий расход теплоносителя в системе.

3. При балансировке пропорциональным методом высчитывается соотношение  $G/G_{пр}$  по всем контурам, а затем «основное» циркуляционное кольцо (с наименьшим  $G/G_{пр}$ ). Определяются необходимые расходы исходя из этого соотношения, и заносятся их в таблицу данных №2. Попеременной регулировкой клапанов на двух контурах, кроме контура «основного» циркуляционного кольца, выставляются полученные расходы. Фактические расходы через контур теплого пола и контуры радиаторов заносятся в таблицу данных №2.

Вариант 1. Регулировкой «общего» балансировочного клапана выставляется в системе отопления проектный расход. Фактические расходы через контур теплого пола и контуры радиаторов заносятся в таблицу данных №2. Определяется соотношение  $G/G_{пр}$  по всем контурам для оценки полученной погрешности расходов результата балансировки. При этом следует учитывать, что приемлемая невязка по перепаду давления 10...15%, по расходу 3...4%.

Вариант 2. Открывается полностью «общий» балансировочный клапан. Постепенным изменением производительности насоса выставляется проектный общий расход в системе отопления.

### Результаты и обсуждение.

Все экспериментальные данные сведены в таблицу данных.

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение напора насоса без балансировки системы водяного отопления значительно увеличивает расход электроэнергии, потребляемой насосом (в рассматриваемом случае на 37%) и приводит к перегреву несбалансированных контуров (в рассматриваемом случае расходы в контурах увеличились в 1.1-1.2 раза выше необходимых значений).

2. При балансировке пропорциональным или компенсационным методом возможно перейти на более низкую скорость насоса, что уменьшает потребление энергии и увеличивает срок службы насоса..

3. Сравнение количества потребляемой электрической энергии насосом в сбалансированной пропорциональным методом системе водяного отопления по вариантам 1 и 2, а также до балансировки показывает, что регулировка насосом по сравнению с регулировкой общим клапаном имеет преимущество за счет сокращения расхода электроэнергии (в рассматриваемом случае на 16%).

Таблица 1. Таблица данных балансировки

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	400	100	125	175	-	-
Фактические значения расходов до балансировки	500	190	165	145	70	19
Увеличение напора без балансировки	605	230	200	175	83	30
Балансировка пропорциональным методом						
Настройки балансировочных клапанов	-	0,6	0,95	4,7	-	-
Фактические значения расходов после окончания балансировки	400	100	125	175	68	16

**Заключение.** Исследования показали недостатки увеличения напора насоса (или замены существующего на насос с бóльшим напором) для достижения необходимого расхода в элементах системы с недостаточным расходом без балансировки: перегрев других частей системы водяного отопления и повышенный расход электрической энергии, потребляемой циркуляционным насосом. Балансировка пропорциональным или компенсационным методом позволяет получить оптимальные условия работы системы водяного отопления и уменьшить потребление тепловой и электрической энергии, увеличить срок службы циркуляционного насоса.

*Список использованных источников:*

1. Пырков, В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. – Киев, изд. «Такі справи», 2010. – 304 с.
2. Торреджанни, Р. Балансировка систем отопления и охлаждения. Практическое руководство. – изд. компании Giacomini S.p.A., 2018. – 173 с.
3. Покотилов, В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. – Вена, 2017. – 228 с.
4. СН 4.02.03-2019 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Минск, 2020.