



РАЗВИТИЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА БАЛАНСИРОВКИ ДЛЯ КОЛЛЕКТОРНЫХ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

В.Г. НОВОСЕЛЬЦЕВ¹,
Д.В. НОВОСЕЛЬЦЕВА¹,
В.В. ЛУКША¹,
В.А. ХАЛЕЦКИЙ¹,

¹Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь,
e-mail: vgnovoseltsev@yandex.ru

***Резюме.** Во многих странах в жилищном строительстве повсеместно применяются горизонтальные квартирные системы водяного отопления. Распространенным способом присоединения горизонтальной квартирной системы отопления к системе отопления является использование узла с распределителем (распределительным коллектором). В статье рассмотрен вопрос усовершенствования и упрощения пропорционального способа балансировки для коллекторных горизонтальных квартирных систем водяного отопления.*

Исследования показали, что предлагаемый авторами метод для балансировки узлов подключения систем отопления квартир к распределительному коллектору проще и требует меньше времени на осуществление балансировки системы отопления. Упрощение балансировки будет способствовать увеличению точности при балансировке систем отопления и повышению эффективности работы системы отопления в целом.

***Ключевые слова:** система водяного отопления, балансировка, пропорциональный метод, компенсационный метод, циркуляционный насос.*

Введение

Для обеспечения оптимальной работы системы водяного отопления применяется балансировка. Балансировка системы водяного отопления позволяет экономить 20-40% тепла, обеспечить хороший контроль температурного режима зданий, долговечную работу оборудования [1]. Автоматические балансировочные клапаны применяются для поддержания постоянной разности давлений между подающим и обратным трубопроводами регулируемых систем, что способствует оптимальному функционированию системы отопления и исключает шумообразование на термостатических клапанах [2].

Во многих странах в новом жилищном строительстве повсеместно применяются горизонтальные поквартирные системы водяного отопления (в Республике Беларусь такие системы стали обязательны с 2013 года). При проектировании отопления жилых зданий предусматривается регулирование и учет потребляемой теплоты каждым отдельным потребителем в здании (то есть каждой квартирой). Для этого счетчик расхода теплоты (теплосчетчик) устанавливается для каждой квартиры.

Целью данного исследования является рассмотрение перспектив повышения эффективности балансировки для горизонтальных поквартирных систем водяного отопления.

Применяемые проектные решения поэтажных распределителей.



Распространенным способом присоединения отопительных приборов горизонтальной квартирной системы отопления к системе отопления является использование распределителя (распределительного коллектора), который как бы разделяет систему отопления на две системы: систему теплоснабжения распределителей (между тепловым пунктом и распределителями) и систему отопления от распределителей (между распределителем и отопительными приборами). В жилых зданиях у отопительных приборов устанавливают автоматический регуляторы (термостатические клапаны), обеспечивающие поддержание заданной температуры в каждом помещении и экономию подачи тепла за счет использования внутренних теплоизбытков (бытовые тепловыделения, солнечная радиация).

Существует два наиболее распространенных варианта узла присоединения поэтажных распределителей к системам отопления квартир.

Вариант 1. На вводе каждого из распределителей проектируется автоматический регулятор перепада давления в паре с запорным вентиляем (клапаном-партнером) для подсоединения капиллярной трубки. От распределителя на ответвлениях к каждой квартире устанавливается ручной балансировочный клапан, фильтр, теплосчетчик и запорная арматура.

Вариант 2. На вводе в каждую квартиру проектируется автоматический регулятор перепада давления в паре с запорным вентиляем (клапаном-партнером) для подсоединения капиллярной трубки. От распределителя на ответвлениях к каждой квартире устанавливается фильтр, теплосчетчик и запорная арматура.

В [3] проанализированы варианты 1 и 2 и показано, что установка автоматического регулятора перепада давления на поэтажный контур более рациональна и с точки зрения точности регулирования, и с точки зрения капитальных вложений в общую стоимость оборудования.

Используемые методы балансировки. В системах водяного отопления широкое распространение получил пропорциональный метод балансировки. Основным недостатком является необходимость многократных измерений и определений для последовательного приближения к необходимому результату [4].

Следует отметить, что по наблюдениям авторов имеются случаи балансировки систем отопления специалистами, не владеющими основами способов балансировки, что приводит к недостаточно эффективной работе системы отопления. Таким образом, упрощение способов балансировки будет способствовать устранению этой проблемы и повышению эффективности работы системы отопления в целом.

В настоящем исследовании рассматривалась двухтрубная горизонтальная тупиковая система отопления с термостатическими и балансировочными клапанами. Исследования выполнялись на лабораторном стенде «ГЕРЦ» кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Брестского государственного технического университета (Республика Беларусь, г.Брест) (рисунок 1).

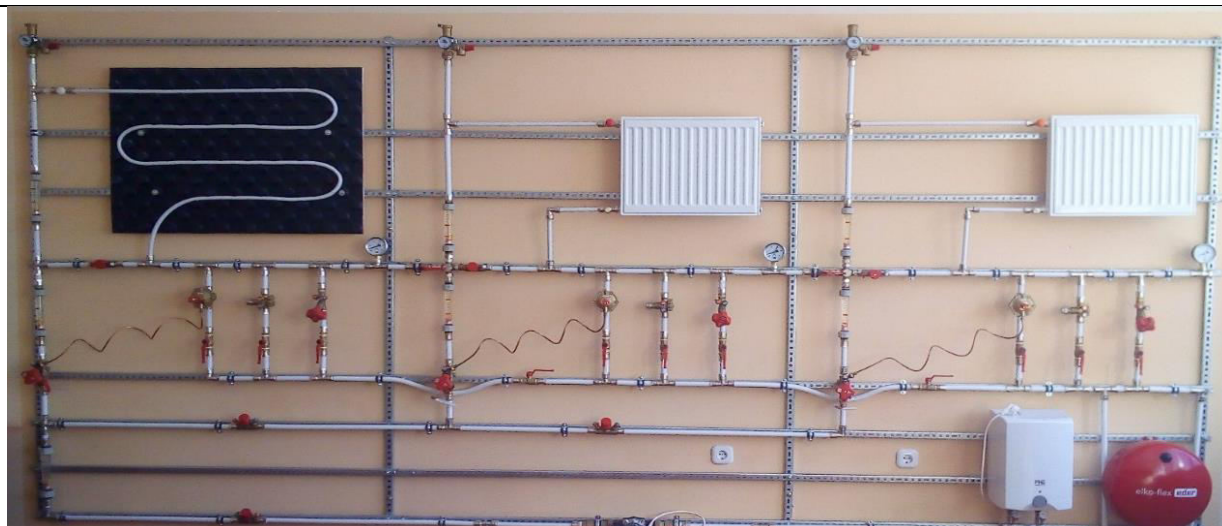


Рисунок 1. Экспериментальный стенд «ГЕРЦ»

На лабораторном стенде выполнена балансировка двухтрубной тупиковой системы отопления пропорциональным методом, схема системы показана на рисунке 3. Данные по расходам теплоносителя в несбалансированной системе (расход в контуре теплого пола и расходы в радиаторах 1 и 2) задавались для 241 различных вариантов. Таким образом, был симулирован узел подключения систем отопления квартир к распределительному коллектору, где роль клапанов для увязки квартир выполняют клапаны 2-4, а клапана-партнера – клапан 1.

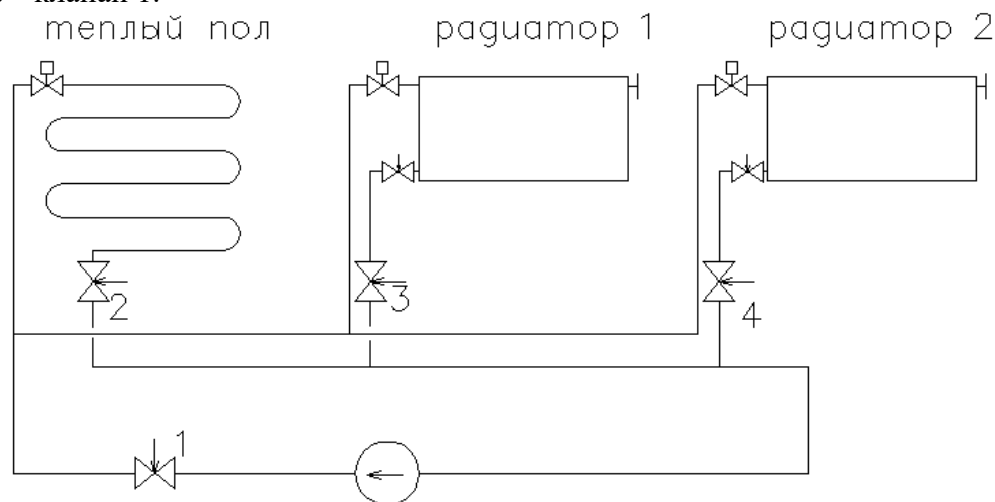


Рисунок 2. Схема балансируемой системы отопления (1, 2 и 3 – ручные балансировочные клапаны для увязки циркуляционных колец, 4 – общий клапан)

Методика выполнения исследований.

Балансировка пропорциональным методом

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 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. 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.

4. Регулировкой «общего» балансировочного клапана 4 выставляется в системе отопления проектный расход. Фактические расходы через контур теплого пола и контуры радиаторов заносятся в таблицу данных. Определяется соотношение $G/G_{пр}$ по всем контурам для оценки полученной погрешности расходов результата балансировки. Вместо регулировки клапаном 4 более можно использовать изменение частоты вращения рабочего колеса насоса.

Балансировка предлагаемым авторами упрощенным методом

Пункты 1 и 2 аналогичны предыдущему эксперименту.

3. При балансировке упрощенным методом регулировкой «общего» балансировочного клапана выставляется в системе отопления расход для контура с самым большим расчетным расходом. Закрываются все контуры кроме одного, принимаемого за настраиваемый и регулировкой ручного балансировочного клапана, служащего для увязки циркуляционных колец (2, 3 и 4 на схеме) выставляется расход теплоносителя в контуре. Следующий алгоритм выполняется для оставшихся контуров: настраиваемый контур закрывается и открывается следующий 241 рого аналогично регулировкой ручного балансировочного клапана выставляется расход теплоносителя в контуре и т.д.

4. Открываются все контуры и регулировкой «общего» балансировочного клапана выставляется в системе отопления проектный расход. Фактические расходы через контур теплого пола и контуры радиаторов заносятся в таблицу данных. Вместо регулировки клапаном 4 более можно использовать изменение частоты вращения рабочего колеса насоса.

Результаты. Все экспериментальные данные сведены в таблицу данных.

Таблица 1

Таблица данных балансировки

| Характеристика данных | Расход теплоносителя, л/ч (Настройки балансировочных клапанов) | | | | 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 | 375 | 150 | 125 | 100 | - | - |
| Фактические значения расходов до балансировки | 580 | 230 (6) | 195 (6) | 125 (6) | 80 | 26 |
| Балансировка пропорциональным методом | | | | | | |
| Фактические значения расходов после окончания балансировки клапаном 4 | 375 | 150 (1,65) | 125 (1,4) | 100 (2,2) | 80 | 24 |
| Фактические значения расходов после окончания балансировки регулировкой насоса | 375 | 150 (1,65) | 125 (1,4) | 100 (2,2) | 62 | 13 |
| Балансировка предлагаемым авторами упрощенным методом | | | | | | |
| Фактические значения расходов после окончания | 375 | 150 (1,4) | 125 (1,1) | 100 (1,2) | 80 | 24 |



| | | | | | | |
|--|-----|-----------|-----------|-----------|----|----|
| балансировки клапаном 4 | | | | | | |
| Фактические значения расходов после окончания балансировки регулировкой насоса | 375 | 150 (1,4) | 125 (1,1) | 100 (1,2) | 65 | 15 |

Анализируя полученные данные можно сделать следующие выводы:

1. Предлагаемый авторами метод проще и требует меньше времени на осуществление балансировки системы отопления.

2. Сравнение количества потребляемой электрической энергии насосом в сбалансированной пропорциональным методом системе водяного отопления, а также предлагаемым упрощенным методом показывает, что эта разница не значительна и в обоих случаях приводит к экономии электрической энергии, потребляемой насосом.

Заключение. Упрощение способов балансировки будет способствовать увеличению точности при балансировке систем отопления и повышению эффективности работы системы отопления в целом. Предлагаемый авторами метод для балансировки узлов подключения систем отопления кв. 242 эспредельному коллектору проще и требует меньше времени на осуществление балансировки системы отопления.

Сравнение количества потребляемой электрической энергии насосом в сбалансированной пропорциональным методом системе водяного отопления, а также предлагаемым авторами упрощенным методом показывает, что эта разница не значительна и в обоих случаях приводит к экономии электрической энергии, потребляемой насосом.

Список цитированных источников:

- [1] В. Г. Новосельцев, Д. В. Новосельцева. Изучение эффективности методов балансировки систем водяного отопления // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф, Строительство. Прикладные науки. – 2021. – № 16. – С. 94–98.
- [2] Покотилев, В.В. Регулирующие клапаны автоматизированных систем тепло- и холодоснабжения. – Вена, 2017. – 228 с.
- [3] Usykov S.M., Starikova T.S. Evaluation of hydraulic control of the circuit of individual system of heating. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2021. No. 3. Pp. 27–35. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-6-3-27-35.
- [4] Пырков, В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. – Киев, изд. «Такі справи», 2010. – 304 с