

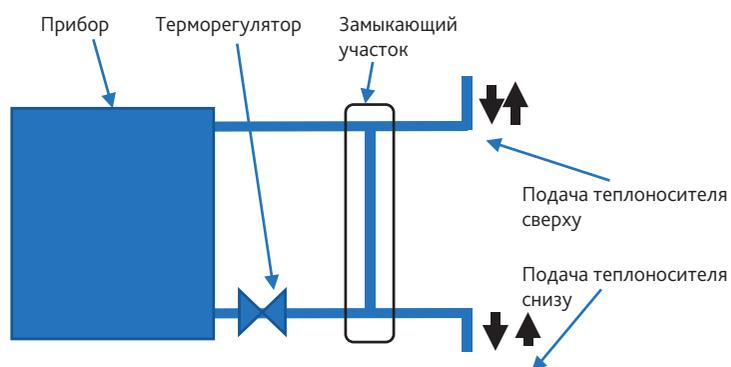
Экспериментальные исследования радиаторных узлов однотрубной системы отопления

М. Тимофеев, заместитель технического директора, начальник испытательной лаборатории «Данфосс»
Ф. Шаповалов, инженер-испытатель «Данфосс»

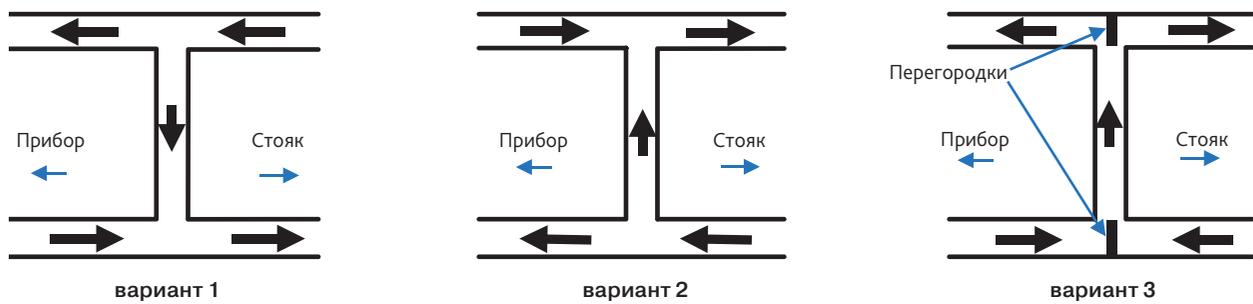
Проведены исследования с целью определения влияния таких факторов, как направление движения и расход теплоносителя через стояк, температурный напор, конструкция замыкающего участка, пропускная способность регулирующей арматуры на теплоотдачу радиаторного узла и коэффициент затекания теплоносителя в отопительный прибор в однотрубной системе отопления.

Исследования проведены на примере радиаторного узла, состоящего из отопительного прибора, смещенного замыкающего участка (байпаса) и регулирующей арматуры. Схема радиаторного узла с различными вариантами подачи теплоносителя представлена на рис. 1.

Рассматривались три варианта организации движения теплоносителя (радиаторные узлы с различными схемами движения теплоносителя), представленные на рис. 2. Замыкающие участки



■ Рис. 1. Схема узла обвязки отопительного прибора



■ Рис. 2. Варианты организации движения теплоносителя по замыкающим участкам

изготовлены из ВГП-труб. Горизонтальные элементы – DN20, вертикальные (байпас) – DN15.

- Вариант 1. Подача теплоносителя сверху.
- Вариант 2. Подача теплоносителя снизу.
- Вариант 3. Экспериментальный. С целью разделения потоков в горизонтальные трубы в местах приварки вертикального элемента сварены перегородки. Подача теплоносителя снизу.

Испытательный стенд

Испытательный стенд (рис. 3) состоял из отопительного прибора, замыкающих участков, показанных на рис. 2 (устанавливались поочередно), двух расходомеров и балансировочного клапана. Вместо терморегулятора устанавливалась сборка,

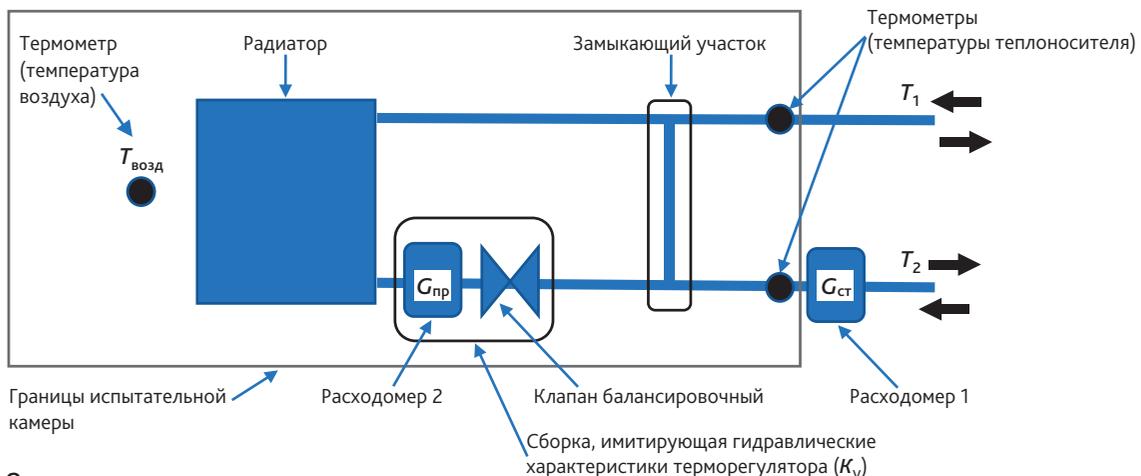
состоящая из балансировочного клапана и расходомера 2, имеющая возможность настройки на пропускную способность $K_v=2,14$ и $4,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ при помощи изменения настройки балансировочного клапана. Таким образом имитировалась пропускная способность терморегулятора при 2К. В качестве отопительного прибора рассматривался семисекционный биметаллический радиатор с межсекевым расстоянием 500 мм.

Стенд был помещен в испытательную камеру, отвечающую требованиям ГОСТ 53583, в которой поддерживалась температура воздуха $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Теплоотдача радиаторного узла определялась исходя из разности температур теплоносителя на входе ($T_{\text{вх}}$) и выходе ($T_{\text{вых}}$) из стенда и расходов, определяемых по показаниям расходомера 1 ($G_{\text{ст}}$). Расход

теплоносителя через прибор ($G_{\text{пр}}$) определялся по показаниям расходомера 2, коэффициент затекания теплоносителя в радиатор рассчитывался как отношение показаний расходомера 1 к показаниям расходомера 2. Температура теплоносителя на входе и выходе из испытательного стенда (T_1 и T_2) определялась при помощи погружных термометров, температура воздуха ($T_{\text{возд}}$) в испытательной камере определялась в точке, расположенной на центральной оси камеры на высоте $0,75 \text{ м}$ от пола.

Испытания проведены при диапазоне расходов теплоносителя на входе в стенд ($G_{\text{ст}}$) $100\text{--}360 \text{ кг/час}$ и температурных напорах $30, 50$ и $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Температурный напор рассчитывался по формуле

$$\Delta T = (T_1 + T_2) / 2 - T_{\text{возд}}$$



■ Рис. 3. Схема испытательного стенда

Результаты испытаний

Теплоотдача

Следует уточнить, что в данных экспериментах определена теплоотдача всего радиаторного узла, включающего помимо отопительного прибора элементы его обвязки: замыкающий участок, балансировочный клапан, расходомер, трубопроводы.

Результаты экспериментов по определению теплоотдачи радиаторного узла при пропускной способности терморегулятора 2,14 кг/ч в графическом виде представлены на рис. 4.

Наибольшая теплоотдача соответствует верхней подаче теплоносителя (вариант 1), наименьшие значения теплоотдачи имеют место при нижней подаче теплоносителя (вариант 2). Вариант 3 с нижней подачей теплоносителя и перегородками занимает среднее положение.

Теплоотдача при нижней подаче теплоносителя (вариант 2) при параметрах, принятых в ГОСТ 53583 для определения номинального теплового потока (расход 360 кг/ч, температурный напор 70 °С), на 26 % ниже, чем при варианте подачи теплоносителя сверху (вариант 1).

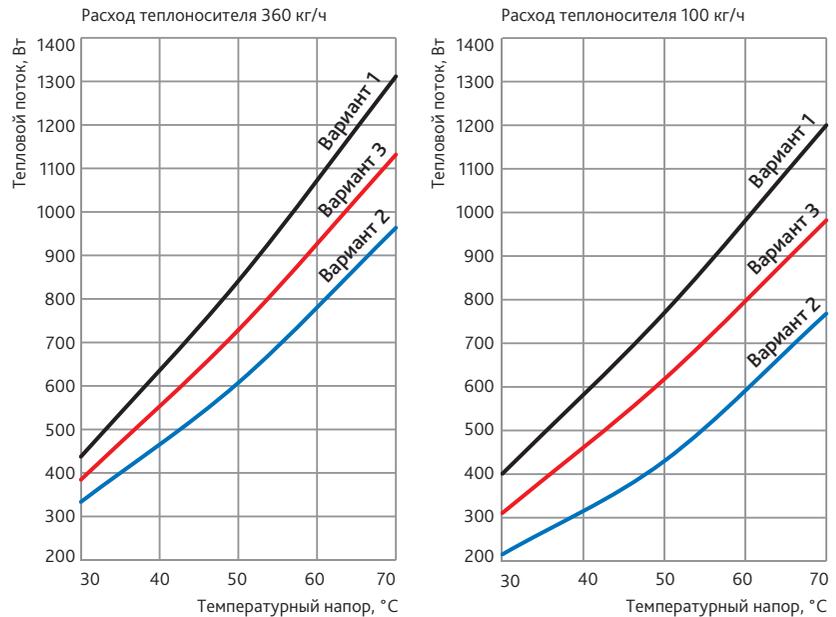
В варианте 3 (применение перегородок в замыкающем участке) теплоотдача на 14 % ниже, чем при верхней подаче теплоносителя, но тем не менее выше на 17 %, чем при варианте с нижней подачей теплоносителя, но без перегородок (вариант 2).

Коэффициент затекания

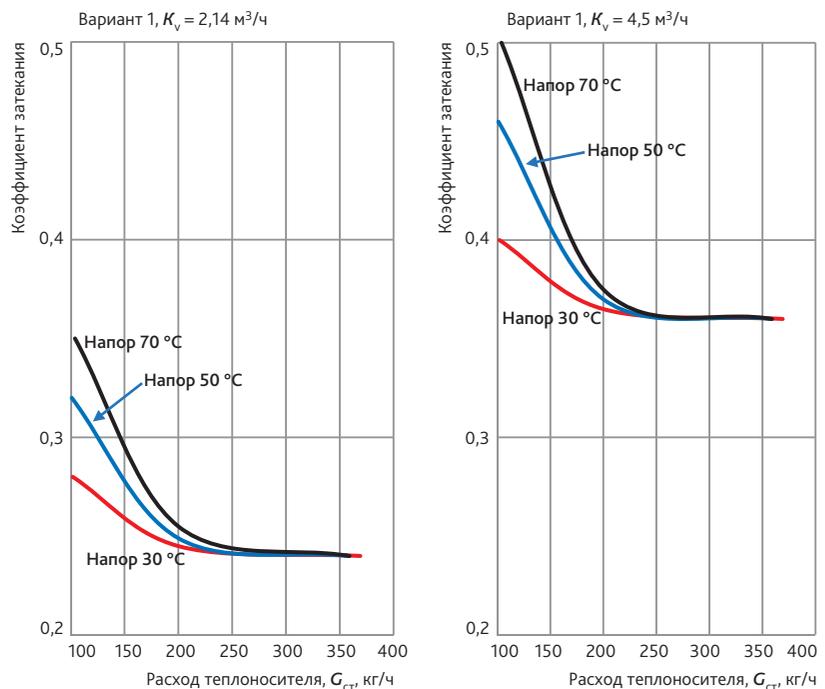
Результаты экспериментов по определению коэффициентов затекания теплоносителя в отопительный прибор в графическом виде представлены на рис. 5, 6, 7.

Коэффициент затекания зависит от расхода, температурного напора, направления движения теплоносителя по замыкающему участку и пропускной способности терморегулятора.

При верхней подаче теплоносителя в отопительный прибор (варианты 1 и 3) с увеличением расхода теплоносителя через стояк коэффициент затекания уменьшается, при нижней (вариант 2) – увеличивается.



■ Рис. 4. Зависимость теплоотдачи от температурного напора при расходах теплоносителя 360 и 100 кг/ч при различных вариантах исполнений замыкающих участков и пропускной способности терморегулятора $K_v = 2,14 \text{ м}^3/\text{ч}$



■ Рис. 5. Зависимость коэффициента затекания от расхода теплоносителя при пропускных способностях терморегулятора $K_v = 2,14$ и $4,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ для различных температурных напоров при верхней подаче теплоносителя (вариант 1)

При расходах теплоносителя более 200 кг/ч коэффициенты затекания примерно равны для вариантов 1 и 2 с верхней и нижней подачей теплоносителя и не зависят от температурного напора.

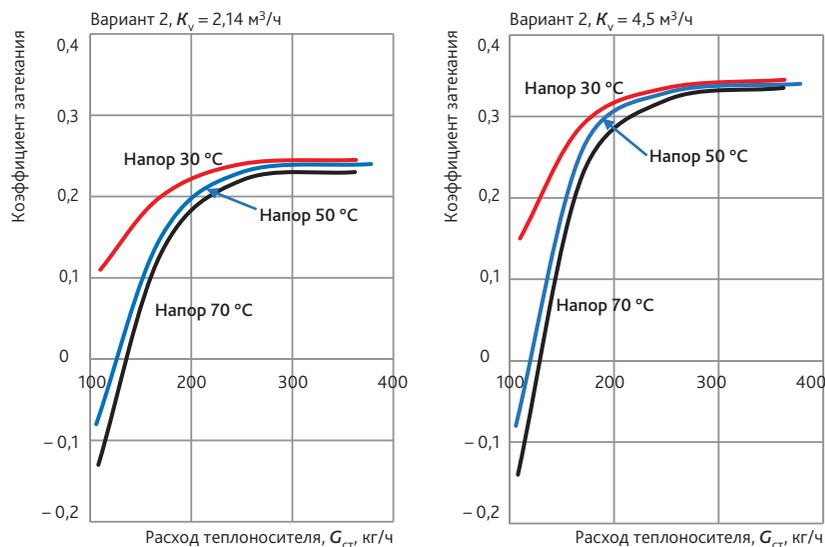
При нижней подаче теплоносителя, но при установке перегородок для разделения потоков в замыкающем участке (вариант 3), коэффициент затекания при этих же расходах теплоносителя ниже примерно в два раза.

При малых расходах теплоносителя (менее 130 кг/ч) и подаче его снизу (вариант 2) наблюдается прекращение движения теплоносителя через прибор и его обратное движение (отрицательные коэффициенты затекания).

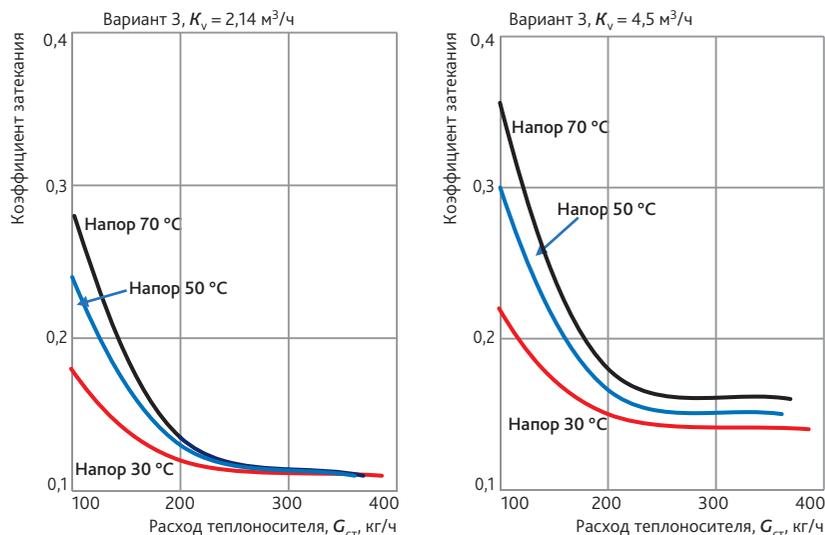
Пропускная способность терморегулятора (K_v) во всех исследованных вариантах оказывает влияние на коэффициент затекания. Так, при расходах теплоносителя более 250 кг/ч увеличение K_v примерно в два раза приводит к увеличению коэффициента затекания для вариантов 1 и 2 в 1,5 раза, для варианта 3 – в 1,3–1,4 раза.

Подводя итоги, можно отметить следующее.

- Теплоотдача радиаторного узла при верхней подаче теплоносителя по стояку существенно выше, чем при вариантах с нижней подачей.
- При малых расходах теплоносителя по стояку заметно влияние гравитационного движения теплоносителя по контуру «отопительный прибор – замыкающий участок». При этом при подаче теплоносителя в верхний патрубок отопительного прибора направление этого движения совпадает с направлением основного движения, при подаче в нижний – имеет противоположное направление. Это особенно заметно при высоких температурах теплоносителя. В случае подачи теплоносителя



■ Рис. 6. Зависимость коэффициента затекания от расхода теплоносителя при пропускных способностях терморегулятора $K_v = 2,14$ и $4,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ для различных температурных напоров при нижней подаче теплоносителя (вариант 2)



■ Рис. 7. Зависимость коэффициента затекания от расхода теплоносителя при пропускной способности терморегулятора $K_v = 2,14$ и $4,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ для различных температурных напоров при нижней подаче теплоносителя (вариант 3)

в нижний патрубок отопительного прибора при определенных сочетаниях расходов и температурных напоров отопительный прибор не участвует в отоплении помещения из-за отсутствия поступления теплоносителя в него.

- В качестве способа увеличения теплоотдачи при нижней подаче теплоносителя по стояку можно рекомендовать установку перегородок в замыкающем участке, позволяющих организовать подачу теплоносителя

в верхний патрубок отопительного прибора. Изменяя геометрию замыкающего участка, можно повысить коэффициент затекания, что должно привести к увеличению теплоотдачи.

- Коэффициент затекания теплоносителя в отопительный прибор существенно зависит от пропускной способности терморегулирующей арматуры. Ее увеличение в два раза приводит к возрастанию коэффициента затекания до 1,5 раза.