

УДК 671.1 (107,697.03:5(107))

Гилязов Д.Г. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: posohin@kgasu.ru

Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Исследование гидравлических сопротивлений приборных узлов из медных труб с трехходовыми и проходными термостатическими клапанами**Аннотация**

В современных зданиях применяют вертикальные и горизонтальные системы отопления с использованием унифицированных приборных узлов с обвязкой из медных труб и современной запорно-регулирующей арматурой. В работе экспериментально определяются потери давления в приборных узлах однетрубных систем отопления при различных позициях регулирования расхода теплоносителя трехходовыми и проходными клапанами.

Ключевые слова: приборный узел, медные трубы, термостатический клапан, проходной клапан, приведенный коэффициент местного сопротивления.

В современных зданиях применяют как вертикальные, так и горизонтальные системы отопления. Для эффективной работы этих систем должны быть использованы высокотехнологичные тепловое и насосное оборудования, терморегулирующая арматура и трубы с длительным сроком службы, к которым относятся медные трубы. Кроме того, эти системы должны быть индустриальными, с унифицированными приборными узлами и терморегулирующими клапанами. Применение унифицированных узлов упрощает расчет и ускоряет процесс изготовления трубных заготовок и сборки указанных систем.

Расчет современных приборных узлов с зарубежными термостатическими клапанами по отечественным справочникам либо невозможен, либо не описывает всех исходных данных, позволяющих с пониманием вести необходимые расчеты методом характеристик сопротивления. Выходом из создавшегося положения могут быть экспериментальные исследования, которые позволили бы получить суммарные характеристики унифицированных приборных узлов.

Гидравлическое сопротивление унифицированных приборных узлов складывается из отдельных сопротивлений прямых участков труб, местных сопротивлений элементов узла и сопротивлений термостатических клапанов при различных позициях регулирования.

Потери давления в приборных узлах можно определить по формуле:

$$\Delta P_{\text{узла}} = S_{\text{узла}} \cdot G^2, \quad (1)$$

где G – расход воды, кг/ч;

$S_{\text{узла}}$ – характеристика гидравлического сопротивления узла, учитывающая потери давления как на трение, так и в местных сопротивлениях, Па/(кг/ч)², которая включает в себя характеристики сопротивлений подводов к приборам и замыкающего участка, поэтому их длины не следует учитывать при определении длины этаже-стояка.

Согласно [1]:

$$S_{\text{узла}} = P_{\text{уд}} \cdot \left(\frac{l}{d_B} \cdot l + \sum z \right) = P_{\text{уд}} \cdot z_{\text{пр}}, \quad (2)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения.

Для медных труб при турбулентном движении, согласно [2, 3]:

$$l = \left\{ \frac{0,5 \left[\frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b) \lg \frac{3,7 \cdot d_B}{K_\gamma}}{\lg \operatorname{Re}_\phi - 1} \right]}{\lg \frac{3,7 \cdot d_B}{K_\gamma}} \right\}^2. \quad (3)$$

Здесь $\operatorname{Re}_\phi = \frac{d_B \cdot V}{u}$ – фактическое число Рейнольдса;

$b = 1 + \frac{\lg \operatorname{Re}_\phi}{\lg \operatorname{Re}_{\kappa\phi}}$ – число подобия режимов течения воды;

$\operatorname{Re}_{\kappa\phi} = \frac{500 d_B}{K_\gamma}$ – число Рейнольдса, соответствующее началу квадратичной области

гидравлических сопротивлений при турбулентном движении воды;

$K_\gamma = 1,0 \cdot 10^{-5}$ – коэффициент эквивалентной (равномерно-зернистой) шероховатости, м;

u – кинематическая вязкость воды, $\text{м}^2/\text{с}$. При температуре воды 70°C $u \cdot 10^6 = 0,415$, $\text{м}^2/\text{с}$;

l – длина трубопровода, м;

d_B – внутренний диаметр трубы, м;

Z_{np} – приведенный коэффициент местного сопротивления приборного узла;

Z – коэффициент местного сопротивления;

$P_{y\phi}$ – удельное гидродинамическое давление, возникающее при расходе воды 1 кг/ч , $\text{Па}/(\text{кг/ч})^2$, которое определяется как:

$$P_{y\phi} = \frac{G}{3600^2 \cdot 2p^2 \cdot r \cdot d_B^4} \quad (4)$$

Если при гидравлических расчетах систем отопления принять плотность воды – r постоянной, то в автомодельной области, где имеет место устойчивый турбулентный режим, значения $P_{y\phi}$, $\frac{l}{d_B}$ и S могут быть определены как постоянные для заданного диаметра труб:

d_B , мм	13	15	20
$P_{y\phi}$, $\text{Па}/(\text{кг/ч})^2$	$22,86 \cdot 10^{-4}$	$12,8 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$
l/d_B , 1/м	4,6	1,52	1,188
S , $\text{Па}/(\text{кг/ч})^2$	$105,14 \cdot 10^{-4}$	$19,456 \cdot 10^{-4}$	$4,753 \cdot 10^{-4}$

где S – характеристика сопротивления участка трубопровода.

Учитывая тот факт, что приборный узел состоит из нескольких близко расположенных фасонных частей и терморегулирующей арматуры, приведенный коэффициент местного сопротивления Z_{np} узла определяется экспериментальным путем.

Значения Z_{np} приборных узлов однотрубных систем отопления из медных труб при различных позициях регулирования расхода теплоносителя с использованием трехходовых и проходных клапанов получены экспериментальным методом в лаборатории ТГВ КГАСУ, результаты представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

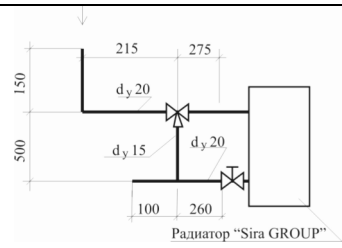
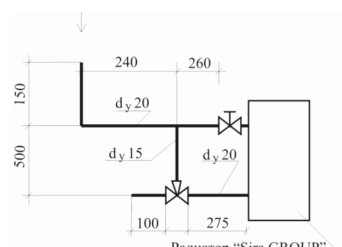
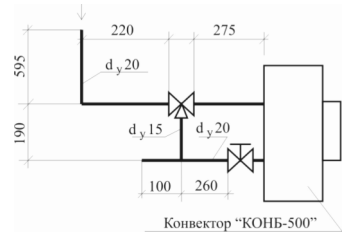
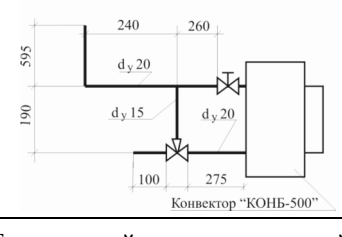
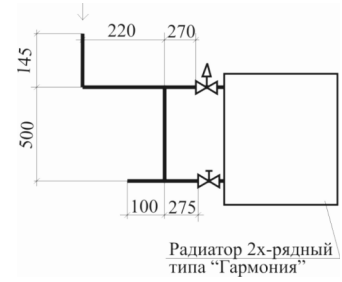
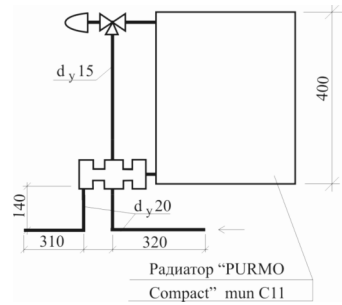
	Эскиз унифицированного узла	Z_{np} при различных позициях регулирования трехходового термостатического клапана типа «МХОЗ 3/4 KV4»							Номера
		0	1	3	5	7	9	10	
		0	15	30	45	60	75	90	Градусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		23,2	26,0	28,0	30,0	26,0	22,5	15,5	
2*		32,3	32,8	33,7	38,0	26,5	18,4	17,14	
3		21,1	23,0	24,0	36,0	22,5	19,0	13,0	
4*		27,43	30,0	31,65	37,49	36,7	20,65	16,66	
*- Трехходовой термостатический клапан работает как смесительный, а в остальных случаях – как распределительный клапан									

Таблица 2

1	Эскиз унифицированного узла	Z_{np} при различных позициях регулирования проходного клапана с термостатической головкой ГЕРЦ-ДИЗАЙН «МИНИ»						
		*	1	2	3	4	5	Номера
		6,5	12	16	20	24	28	Градусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	 Рadiator 2x-рядный типа "Гармония"	7,56	7,5	7,3	6,9	6,3	5,5	
2*	 Рadiator "PURMO Compact" mun C11	183,9	174,88	99,22	83,2	70,5	65,37	
*- Термостатический клапан TS-90 угловой, специальный 1/2×15. Гарнитуры подключения ГЕРЦ-2000. Узел подключения с байпасом 1/2×G3/4 (номер заказа 1717301).								

Из таблицы 1 видно, что приведенный коэффициент местного сопротивления приборного узла – ζ_{np} зависит от степени открытия трехходового термостатического клапана и от конструкции отопительного прибора. ζ_{np} имеет большое значение в том случае, когда ручка трехходового термостатического клапана находится в положении 5, соответствующем 45 градусам.

В этом положении трехходовой термостатический клапан выполняет как распределительную, так и смесительную функции. Однако, значение приведенного коэффициента местного сопротивления приборного узла ζ_{np} становится больше в том случае, когда настройка клапана соответствует выполнению смесительной функции, что должно быть учтено при определении потерь давления в приборных узлах из медных труб.

Таким образом, на основе проведенных исследований представляется возможность определить потери давления в унифицированных приборных узлах с трехходовыми и проходными термостатическими клапанами фирмы «Herz».

Список литературы

1. Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканами А.Н. и др. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. ч. 1 Отопление / Под редакцией И.Г. Староверова и Ю.И. Миллера – 4-е изд. переработ. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
2. СП 40-108-2004. Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий из медных труб. – М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 31 с.
3. Ганс Росс. Гидравлика систем водяного отопления, 5-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 365 с.

Gulyazov D.G. – candidate of technical sciences, associate professor
E-mail: posohin@kgasu.ru

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor
Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Study of hydraulic resistance of heating appliances made of copper tubes with three-way faucets and thermostatic valves

Resume

Modern heating systems have ever-changing thermal conditions during operation. New standards of design, solutions, materials and construction of pipes and shut-off and control valves used today in heating systems are developing these complex dynamic systems. In these circumstances the experts and designers must possess a variety of data and specific applications of modern control valves used in standardized units from pipes of different materials and properties. The calculating method for one-pipe heating systems based on the characteristics of the unit's resistance is not adequately provided with the experimental data and can be used only for steel pipes. Meanwhile, various types of pipes have different mechanical, hydraulic and operational characteristics, which have different effects on the processes of hydrodynamics and the distribution of heat flow in the heating system. A significant influence on these processes is provided by using of thermostatic valves of various designs and heating appliances of foreign firms.

The present paper performs the results of experimental determination of the reduced resistance coefficient of heating appliances with the copper pipes. The test results are given at the different positions of flow controlling armatures with using of three-way valves and one-way valves, produced by the «Hertz» company. These data are important for designers and experts in the field of heating.

Keywords: heating appliance, copper pipes, thermostatic valve, pass valve, reduced coefficient of local resistance.

References

1. Bogoslovskij V.N., Krupnov B.A., Skanavi A.N. and others. Internal sanitary-engineering systems. In three parts. Part 1. Heating / Edited by I.G. Staroverov and Y. Miller, 4-th ed., enlarged and revised edition. – Moscow: Stroiizdat, 1990. – 344 p.
2. SP 40-108-2004. Design and installation of internal water supply and heating systems made of copper pipes. – Moscow: FGUCPP, 2005. – 31 p.
3. Hans Ross. Hydraulics of water heating systems. 5-th ed. – St.-Petersburg: Peter, 2009. – 365 p.