



УДК 697.1

Гилязов Д.Г. – кандидат технических наук, доцент

Валиуллин М.А. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: posohin@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБОРНЫХ УЗЛОВ ИЗ МЕДНЫХ ТРУБ

АННОТАЦИЯ

В жилых и общественных зданиях применяют системы отопления с использованием медных труб. При расчете таких систем необходимо иметь сведения о гидравлических характеристиках унифицированных современных приборных узлов. В работе экспериментально определяются гидравлические характеристики приборных узлов систем отопления с обвязкой из медных труб и современной запорно-регулирующей арматурой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: приборные узлы из медных труб, приведенный коэффициент местного сопротивления, дросселирование, термостатический клапан.

Gulyazov D.G. – candidate of technical sciences, associate professor

Valiullin M.A. – candidate of technical sciences, associate professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

RESEARCH OF HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF INSTRUMENT UNITS FROM COPPER PIPES

ABSTRACT

In inhabited and public buildings apply heating systems with use of copper pipes. At calculation of such systems it is necessary to have the information on hydraulic characteristics of the unified modern control nodes. In this work the hydraulic characteristics of control assembly of heating system with use of copper pipes and modern regulation armature are determined experimentally.

KEYWORDS: control nodes from the copper pipes, resulted coefficient of local resistance, throttling, thermostatic valve.

В настоящее время в жилых и общественных зданиях начали применять системы отопления из медных труб. Медные трубы отличаются высокой коррозионной стойкостью, долговечностью, гибкостью и устойчивостью к ультрафиолетовым лучам в отличие от пластиковых. Медные трубы соединяются при помощи фитингов на пайке.

Следует заметить, что гидравлические характеристики стальных и медных труб разнятся между собой [1]. Поэтому при расчете систем отопления необходимо иметь сведения о гидравлических характеристиках различных унифицированных узлов из медных труб.

Из гидравлики известно, что при движении воды по трубам давление расходуется на преодоление сопротивления движению. При наличии сведений о диаметрах участков трубопроводов уравнение для определения потерь давления можно записать в виде

$$\Delta P_{\text{уч}} = l \cdot \frac{lr}{d^2} \cdot w^2 + \sum x \cdot \frac{rw^2}{2} = \left(\frac{l}{d} \cdot l + \sum x \right) \frac{rw^2}{2} = x_{\text{уч}}^{\text{np}} \cdot \frac{rw^2}{2}, \quad (1)$$

где l – коэффициент гидравлического трения;

l – длина трубы;

r – плотность воды;

d – диаметр трубопровода;

w – скорость воды;

$\sum x$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на расчетном участке;

$x_{уч}^{np} = \left(\frac{l}{d} \cdot l + \sum x \right)$ – приведенный коэффициент м.с. участка;

$x_{уч}^{np}$ учитывает потери давления на трение и в местных сопротивлениях.

Если пользоваться не скоростью движения теплоносителя, а его расходом G , тогда

$$v = \frac{G}{A}, \quad (2)$$

где A – площадь поперечного сечения.

Заменяя в зависимости (1) w через G и через диаметр трубопровода d , тогда

$$\Delta P_{уч} = x_{уч}^{np} \frac{r G^2}{2 A^2} = x_{уч}^{np} \frac{r G^2 \cdot 16}{2 p^2 d^4 r^2} = x_{уч}^{np} \frac{16}{2 p^2 d^4 r} \cdot G^2 = P_{y\partial} x_{уч}^{np} G^2, \quad (3)$$

где $P_{y\partial}$ – удельное динамическое давление, соответствующее прохождению через трубопровод 1 кг/с воды, Па/(кг/с)².

$$P_{y\partial} = \frac{16}{2 p^2 r d^4}. \quad (4)$$

Обозначая в (3) [2]

$$P_{y\partial} \cdot x_{уч}^{np} = S, \quad (5)$$

получим следующее выражение для потерь давления на участке

$$\Delta P_{уч} = S G^2, \quad (6)$$

где S – характеристика сопротивления участка, Па/(кг/с)².

Необходимо иметь в виду, что для приборных узлов S включает и характеристику сопротивления подводов к отопительным приборам и замыкающих участков, поэтому их длины не следует включать в длину этаже-стояков.

Следует отметить, что от величины дросселирования трехходовых и проходных термостатических клапанов также зависит сопротивление приборных узлов.

Для получения гидравлических характеристик, а именно приведенных коэффициентов местных сопротивлений унифицированных приборных узлов экспериментальным путем, в лаборатории ТГВ КГАСУ исследовались образцы приборных узлов однетрубных систем отопления из медных труб с радиаторами типа «Sira GROUP», «Гармония» и конвектором КОНБ-500. Узлы оснащены трехходовыми и проходными термостатическими кранами с термостатической головкой ГЕРЦ-ДИЗАЙН «МИНИ» с определенными позициями регулирования.

В опытах в качестве рабочей жидкости используется воздух [3]. Поэтому необходимо установить условия, при которых достигается гидродинамическое подобие потоков воздуха и воды. Известно, что такое подобие достигается при равенстве критериев Рейнольдса

$$Re_{\epsilon} = Re_w, \text{ или } \frac{v_{\epsilon} l}{u_{\epsilon}} = \frac{v_w l}{u_w}, \quad (7)$$

где v – скорость потока, м/с; l – определенный размер, м; u – кинематическая вязкость среды, м²/с.

Индексы « ϵ » и « w » означают, соответственно, «воздух» и «вода». Из (7) следует, что

$$u_{\epsilon} = u_w \frac{v_{\epsilon}}{v_w}. \text{ При } t_w = (95 + 70) / 2 = 82,5 \text{ } ^\circ\text{C}, v_w = 3,37 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}, \text{ а при } t_{\epsilon} = 20 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$v_g = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ и значит

$$v_g \approx 45v_w. \quad (8)$$

Скорость движения воды в трубах систем отопления изменяется в пределах 0,2-2 м/с. Отсюда следует, что скорость движения воздуха в опытах должна изменяться в пределах $v_g \approx 9 \div 90 \text{ м/с}$.

Скорость движения воздуха в опытах определяется с помощью коллектора (образующая коллектора выполнена по лемнискате, внутренняя поверхность отполирована), где местные потери давления на входе отсутствуют. Поэтому статическое давление в патрубке коллектора равно

динамическому давлению. Поскольку $P_D = \frac{r v_g^2}{2}$,

$$v_g = \sqrt{\frac{2P_D}{r}}, \quad (9)$$

где r – плотность воздуха, кг/м^3 .

Говоря о потерях давления в элементах узла, подразумевают потери полного давления, т.е.

$$\Delta P_n = \Delta P_{ст} + \Delta P_D. \quad (10)$$

Поскольку диаметры подводок узла не отличаются от диаметра коллектора, это значит, что динамические давления одинаковы и $\Delta P_D = 0$, то

$$\Delta P_n = \Delta P_{ст}. \quad (11)$$

Давления измеряются с помощью жидкостных манометров: U-образных и с наклонной шкалой (микроманометр ММН-240).

Приведенный коэффициент местного сопротивления приборного узла при различных позициях регулирования арматуры может быть определен по формуле

$$X_{уч}^{np} = \frac{\Delta P_n}{P_D}. \quad (12)$$

Через коллектор, установленный в начале испытуемого приборного узла, воздух пылесосом засасывается и по манометру фиксируется динамическое давление в коллекторе и по U-образному манометру – потери давления в приборном узле $\Delta P_{ст}$. Измерения проводятся при трех режимах работы пылесоса и при различных позициях регулирования трехходовых и проходных клапанов.

Результаты испытаний каждого приборного узла представлены на графиках и в виде зависимости приведенного коэффициента местного сопротивления от величины дросселирования трехходовых и термостатических клапанов. На рис. 1 показана экспериментальная кривая зависимости X_{np} от градуса поворота ручки трехходового термостатического клапана «МХОЗ $\frac{3}{4}$ KV4», установленного в приборном узле с радиатором «Sira GROUP», а на рис. 2 – то же с конвектором «КОНБ-500» концевое исполнение с открытым калачом. На рис. 3 показана экспериментальная кривая зависимости X_{np} от номера регулируемых позиций термостатической головки ГЕРЦ-ДИЗАЙН «МИНИ» проходного термостатического клапана, установленного в приборном узле с радиатором стальным трубчатый двухрядным – 6-секционным типа «Гармония».

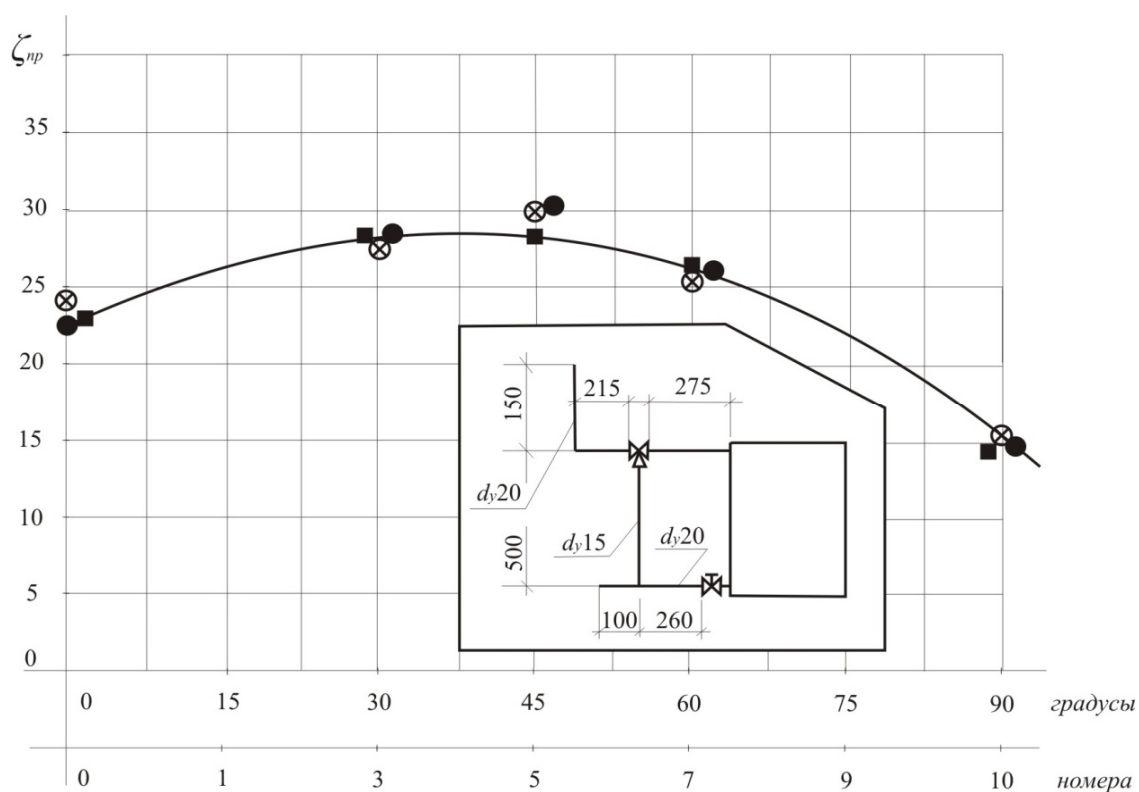


Рис. 1. Приведенный к.м.с. $X_{пр}$ приборного узла с радиатором «Sira GROUP»

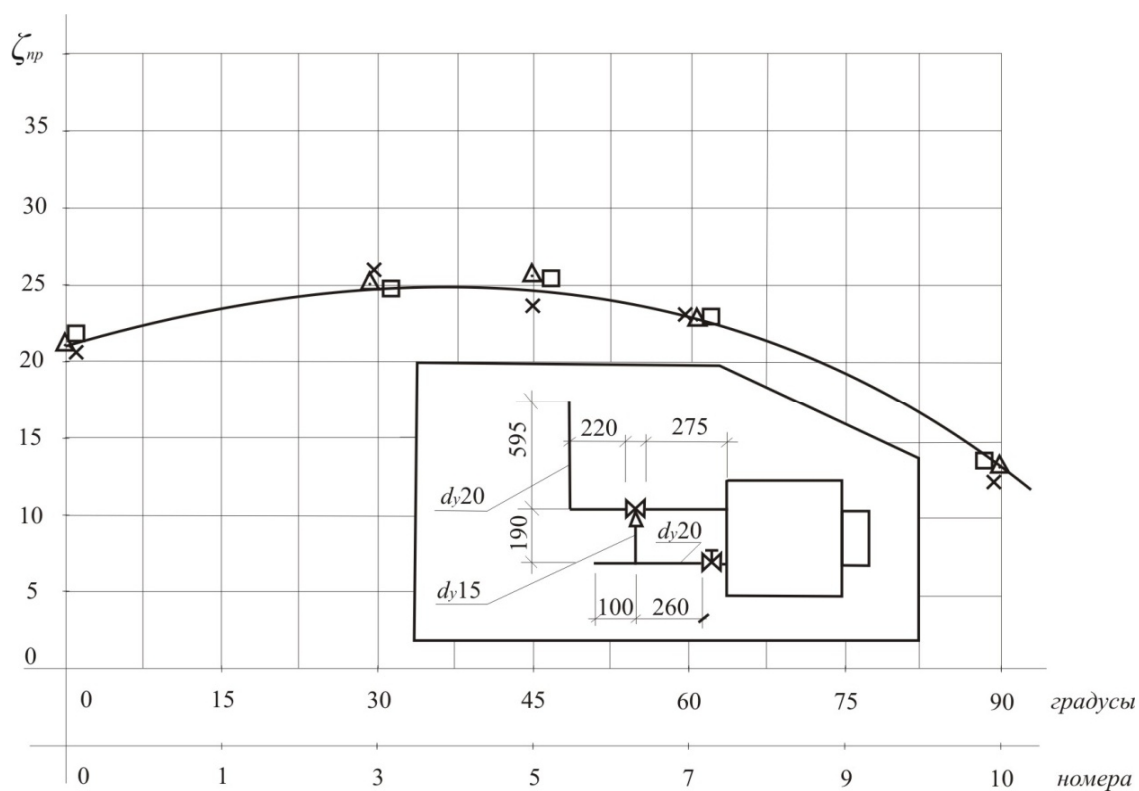
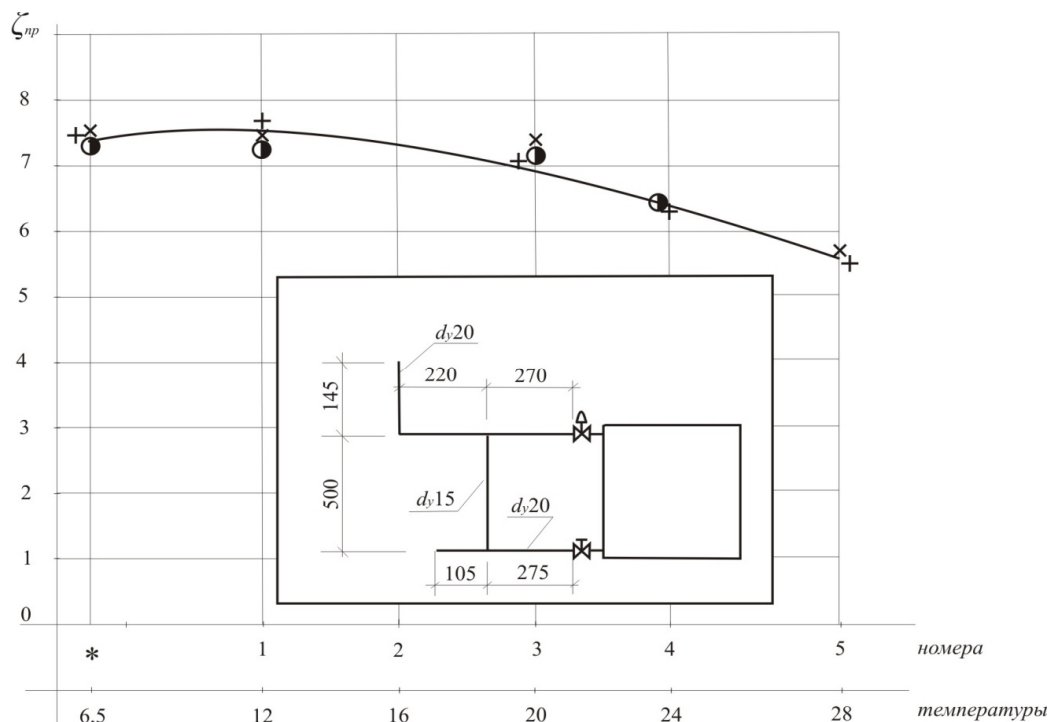


Рис. 2. Приведенный к.м.с. $X_{пр}$ приборного узла с конвектором «КОНБ-500» концевое исполнение с открытым калачом

Рис. 3. Приведенный к.м.с. X_{np} приборного узла

с радиатором стальным трубчатым двухрядным 6-секционным типа «Гармония»

Сопоставление результатов испытаний приборных узлов с различными приборами показывает, что X_{np} зависит в большей степени от конфигурации приборов и в меньшей степени от величины дросселирования трехходовых и проходных термостатических клапанов.

Таким образом, результаты проведенной работы дают возможность определить численные значения приведенных коэффициентов местных сопротивлений рассмотренных узлов из медных труб при гидравлическом расчете систем отопления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Росс Г. Гидравлика систем водяного отопления. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 365 с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. 3 ч. Часть 1. Отопление / Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканави А.Н. и др.; Под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера, 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с. (Справочник проектировщика).
3. Бройда В.А., Валиуллин М.А., Замалеев З.Х., Посохин В.Н. Лабораторный практикум по термодинамике, теплообмену, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха. – Казань: КГАСУ, 2009. – 159 с.

REFERENCES

1. Roos H. Hydraulic of water heating systems, – SPb.: Publishers Piter, 2009. – 365 p.
2. Designing Guide. Internal sanitary devices. Part 1. Heating / Bogoslovskiy V.N., Kroupnov B.A., Skanavi A.N. and others; ed. by Staroverov I.G. and Schiller Y.I., 4 th ed., revised and enlarged. – M.: Stroiizdat, 1990. – 344 p.
3. Broida, V.A., Valiullin M.A., Zamaleev Z.H., Posokhin V.N. Laboratory workshop on the Thermodynamics, Heat and Mass Transfer, Heating, Ventilation and Air Conditioning. – Kazan: KSUAE, 2009. – 159 p.