10. Пат. 188308 Российская Федерация, МПК F16L 55/045 Устройство для гашения пульсации давления в трубопроводах / В.С. Игнатчик, С.В. Саркисов, В.А. Валуйский, П.В. Винокуров, А.А. Сорокин, Г.А. Ершов, В.А. Вакуненко; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования "Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева" Министерства обороны Российской Федерации № 2018136316; заявл. 15.10.2018, опубл. 05.04.2019, Бюл. № 10 – 6с.
11. Пат. 194383 Российская Федерация, МПК F16L 55/054 Гаситель гидроударов для трубопровода / А.Е. Зарянкин, В.А. Зарянкин, А.А. Кочерова, О.В. Злышко, И.И. Комаров; заявитель и патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" (ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ") № 2019126352; заявл. 21.08.2019, опубл. 09.12.2019, Бюл. № 34 – 5с.
12. Пат. 154098 Российская Федерация, МПК F16L 55/02 Устройство для защиты тепловой сети от гидроудара / В.Н. Соколова, В.А. Хлебников, С.А. Васюнин, А.Н. Чупрякова; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Поволжский государственный технологический университет" № 2014128684/28; заявл. 11.07.2014, опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22 – 7с.

Иванова К.И., Пахомова А.Д.

Гидравлический режим тепловой сети при отключении одного из потребителей

*Сибирский федеральный университет
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/lj-07-2020-55

idsp: ljournal-07-2020-55

Аннотация

Рассмотрена гидравлическая устойчивость тепловой сети при изменении гидравлического режима, связанного с отключением отдельных потребителей тепловой энергии.

Ключевые слова: теплоснабжение, гидравлические режимы, гидравлическая устойчивость, пьезометр, гидравлическое сопротивление, располагаемые перепады давления

Abstract

The hydraulic stability of the heating network under a change in the hydraulic regime associated with the disconnection of individual consumers of thermal energy is considered.

Keywords: heat supply, hydraulic modes, hydraulic stability, piezometer, hydraulic resistance, disposable pressure drops

Централизованное теплоснабжение – важнейшая энергетическая отрасль, влияющая на энергетическую, экономическую и социальную структуру.

По опыту эксплуатации при различной степени автоматизации потребителей тепловой энергии, происходит перерасход теплоносителя в тепловой сети [1].

Для правильной регулировки отпуска теплоты и сокращения расхода теплоносителя используют различные схемы подключения абонентов к тепловой сети [2, 3]. Колебания гидравлических режимов в тепловой сети является одной из главных причин гидравлической устойчивости [4, 5].

Повышение гидравлической устойчивости напрямую влияет на уменьшение потребления ресурсов на источнике теплоснабжения и увеличивает энергоэффективность систем [6, 7].

Для гидравлической устойчивости необходимо обеспечить правильное потокораспределение по системе теплоснабжения в целом.

Наиболее актуально повышение гидравлической устойчивости при открытой системе теплоснабжения. В системах теплоснабжения, при отсутствии автоматического регулирования возникает риск полной разбалансировки, особенно при отключении отдельных потребителей (как отдельных зданий, так целых микрорайонов).

Определение расходов воды в такой системе является приоритетной задачей при проведении гидравлического расчета.

Расчёт характеристик гидравлического сопротивления участков производится по формуле

$$S = \frac{\delta H'}{(V')^2}, \text{ м} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^6 \quad (1)$$

где $\delta H'$ – расчётный располагаемый перепад давлений у абонента, м;

V' – расчётные расходы теплоносителя потребителей, $\text{м}^3/\text{с}$.

Расчёт характеристик проводимостей участков производится по формуле

$$\alpha = \frac{V'}{\sqrt{\delta H'}}, \text{ м}^2/\text{с} \quad (2)$$

где $\delta H'$ – то же, что в формуле (1);

V' – то же, что в формуле (1).

Рассмотрим расчет изменения гидравлического режима тепловой сети при отключении одного из абонентов на примере 5 абонентов и отключении 2-го абонента. Расчетная схема системы представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – Расчетная схема системы теплоснабжения 5 абонентов

Расчет характеристик гидравлического сопротивления и проводимости участков тепловой сети произведем по формулам (1) и (2) и сведем в таблицу 1. Расчетные располагаемые перепады давления до отключения представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 – Расчетные располагаемые перепады давления до отключения 5 абонентов

Таблица 1

Расчет характеристик гидравлического сопротивления и проводимости участков тепловой сети

№ участка	Расчётные расходы теплоносителя V' , м ³ /с	Расчётный располагаемый перепад давлений $\Delta H'$, м	Характеристика гидравлического сопротивления S , м·с ² /м ⁶	Характеристика проводимостей участков a , м ² /с
I	0,1	5	500,0	0,045
II	0,08	5	781,3	0,036
III	0,06	5	1388,9	0,027
IV	0,04	5	3125,0	0,018
V	0,02	5	12500,0	0,009
1	0,02	45	112500,0	0,003
2	0,02	40	100000,0	0,003
3	0,02	35	87500,0	0,003
4	0,02	30	75000,0	0,004
5	0,02	25	62500,0	0,004

Расход теплоносителя по всей системе с учетом отключения 2-го абонента находится по формуле

$$V = \sqrt{\frac{\Delta H}{S}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

где ΔH – расчётный располагаемый перепад давлений на источнике, м;
 S – гидравлическое сопротивление по всему участку сети, м·с²/м⁶.

После определения расходов у всех абонентов определяем располагаемые перепады давления у 1,3,4,5 абонентов по формуле

$$\Delta H_i = S_i \cdot (V_i)^2, \text{ м} \quad (4)$$

где S_i – гидравлическое сопротивление абонента, м·с²/м⁶
 V_i – расход теплоносителя абонента, м³/с.

Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Полученные расходы и расчетные располагаемые перепады давления.

№ абонента	Полученные расходы теплоносителя V' , м ³ /с	Расчётный располагаемый перепад давлений $\Delta H'$, м
1	0,0203	46,6
2	0	43,5
3	0,0209	38,1
4	0,0209	32,6
5	0,0209	27,2

Пьезометрический график при 2 режимах работы с включенным (и выключенным) 2-ым абонентом представлен на рисунке 3.

Визуализация гидравлического расчета позволит сделать вывод о изменении потокораспределения, что позволит на стадии предпроектной подготовки оценить работу тепловых сетей с точки зрения допустимых диапазонов изменения напоров, и следовательно, принять технически обоснованное проектное решение.

Рисунок 3 – Пьезометрический график "до" и "после" отключения 2-го потребителя

1. Липовка Ю.Л., Калабин Д.А. Гидравлическая устойчивость в условиях неравномерной автоматизации систем теплоснабжения // Энергосбережение и водоподготовка. 2018. № 3(113). С. 19-24.
2. Абдулаев Д.А., Маркелова Е.А., Сабирзянов А.Р., Миронов Н.Ю., Гидравлическая устойчивость тепловой сети // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 1(52). С. 67-85.
3. Липовка Ю.Л. Режимы работы теплофикационных вводов со смешанной нагрузкой отопления, вентиляции и горячего водоснабжения // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1986. № 6. С. 84-87.
4. Малахов П.И., Гущин С.В., Семенов А.С., Киреев В.М. Влияние подключения новых потребителей на гидравлическую устойчивость тепловых сетей // Вестник белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 82-87.
5. Липовка Ю.Л. Влияние непосредственного водоразбора на режимы работы последовательно включенных теплообменников // Известия вузов. Строительство и архитектура. 1979. № 6. С. 95-100.
6. Сикерин И.Е., Голяк С.А. Влияние гидравлического режима сети теплоснабжения на тепловую устойчивость абонентов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2010. № 68. С. 20-22.
7. Липовка Ю.Л., Панфилов В.И. Экспериментальное изучение потокораспределения на автоматизированных тепловых пунктах // Энергосбережение и водоподготовка. 2008. №2. С. 52-54.

Кротов И.П.

Использование биогаза для теплоснабжения жилых домов

*Сибирский федеральный университет
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/lj-07-2020-56

idsp: lj-07-2020-56

Аннотация

В статье рассматривается получение энергии из отходов промышленного производства и бытового потребления. Энергия получается за счет получения биогаза на полигоне ТБО, с дальнейшей очисткой и осушкой. Также было выяснено, разумно ли использовать биогаз как сырье для отопления жилого дома.

Ключевые слова: биогаз, альтернативный источник энергии, тепловая энергия.