

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Сибирский государственный индустриальный университет
Архитектурно-строительный институт

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

ТРУДЫ III ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

4 – 6 октября 2022 г.

Новокузнецк
2022

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НАДЁЖНОСТИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Зоря И.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, zorya.i@mail.ru

Аннотация: Водяные системы теплоснабжения представляют собой сложные гидравлические системы, в которых работа отдельных звеньев находится во взаимной зависимости. Водяные системы находятся в постоянном динамическом изменении: меняются расходы воды и давления в связи с изменением водоразбора на горячее водоснабжение, включением и отключением калориферных установок и переключением в сети. Для правильного управления системами теплоснабжения и их регулирования нужно постоянно улучшать показатели надёжности тепловых сетей.

Ключевые слова: гидравлическая устойчивость, тепловые сети, надёжность тепловой сети

Переключения, производимые на отдельных абонентских вводах или участках тепловой сети, приводят к изменению располагаемых напоров и расходов сетевой воды, т.е. к изменениям гидравлического режима в системе теплоснабжения. Это, безусловно, отражается на надёжности работы тепловых сетей.

Под *гидравлической устойчивостью* понимается способность системы поддерживать заданный гидравлический режим. Чем устойчивее система, тем меньше влияние гидравлического режима всей системы на гидравлический режим отдельных абонентов.

При автоматизированных абонентских вводах переменный гидравлический режим тепловых сетей не влияет на расход воды в отопительных системах, непосредственно присоединённых к тепловым сетям, т.к. регуляторы поддерживают расход воды в местных системах в соответствии с тепловой нагрузкой. При избытке располагаемых напоров на вводе клапан авторегуляторов прикрывается, увеличивая сопротивление ввода. При уменьшении располагаемых напоров на вводах регулятор увеличивает открытие клапана, уменьшая сопротивление вводов и сохраняя требуемый расход сетевой воды.

На абонентских вводах без авторегуляторов любое изменение располагаемых напоров всегда ведет к изменению расхода воды в местных системах. На таких вводах невозможно добиваться высокой гидравлической устойчивости. Ее можно только улучшить путем правильной регулировки.

Для качественной оценки гидравлической устойчивости местной системы пользуются *коэффициентом гидравлической устойчивости*, под которым понимается отношение расчетного расхода к максимально возможному расходу воды в местной системе.

Чем ближе этот коэффициент к единице, тем устойчивее гидравлический режим. Коэффициент гидравлической устойчивости автоматизированных вводов равен единице, а неавтоматизированных вводов изменяется в широких пределах и определяется по формуле

$$Y = \frac{V_p}{V_{\max}} = \sqrt{\frac{H_{\text{аб}}}{H_{\text{ст}}}} = \sqrt{\frac{H_{\text{аб}}}{H_{\text{аб}} + H_{\text{с}}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{H_{\text{с}}}{H_{\text{аб}}}}},$$

где $H_{\text{ст}}$ – напор на станции;

$H_{\text{аб}}$ – располагаемый напор на абонентской установке при расчетном расходе воды;

$H_{\text{с}}$ – потеря напора в сети при расчетном расходе воды.

Из уравнения видно, что гидравлическая устойчивость абонентских вводов тем выше, чем больше потеря на вводе и меньше в тепловой сети. Абсолютной гидравлической устойчивостью обладают системы, у которых $H_{\text{с}} = 0$ (что практически невозможно).

Для улучшения гидравлической устойчивости необходимо:

1. Все избытки напоров, имеющиеся в сети, гасить на вводе при помощи постоянных сопротивлений: шайб, сопел элеваторов, регулирующих клапанов и т.д.
2. Располагаемый напор у последнего абонента принимать не менее

$$H_{аб}^{посл.} = 1,5H_{эл};$$

$$H_{эл} = 1,4 \cdot (1 + a)^2 \cdot h_{м.с.};$$

$$a = \frac{T_1 - t_m}{t_m - T_2}.$$

Система считается гидравлически устойчивой, если $\frac{H_{аб}^{посл.}}{H_{ст}} \geq \frac{1}{4}$.

Для обеспечения надежной работы тепловых сетей и местных систем необходимо ограничить возможные в условиях эксплуатации изменения давлений в тепловой сети допустимыми пределами. Для этой цели в одной (а при необходимости и в нескольких) точке (точках) тепловой сети поддерживают постоянные давления в статическом и динамическом режимах. Эти точки называют точками регулируемого давления или *нейтральными точками*.

Способы и места поддержания постоянных давлений в тепловой сети:

I. В системах небольшой протяженности и при застройке высотой не более 20 м нейтральная точка поддерживается на обратном коллекторе подпиточным насосом (П.Н.), который поддерживает постоянное давление в нейтральной точке при статическом и динамическом режимах (H_0) (рисунок 1).

С.Н. – сетевой насос,
П.Н. – подпиточный насос,
Р.П. – регулятор подпитки,
ЛСД – линия статического давления,
 H_n – напор сетевого насоса,
 H_0 – напор подпиточного насоса

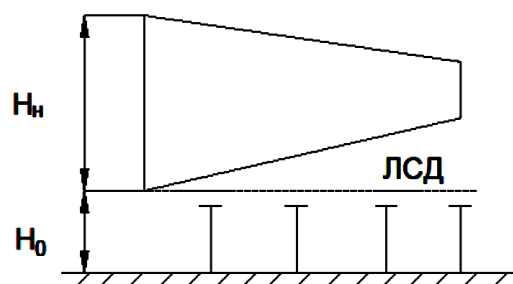
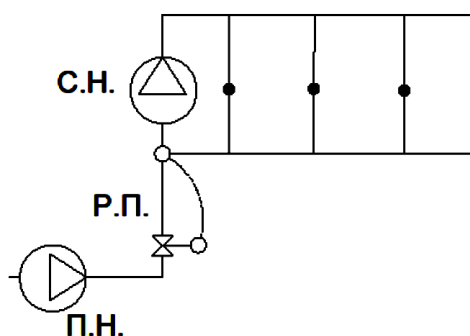
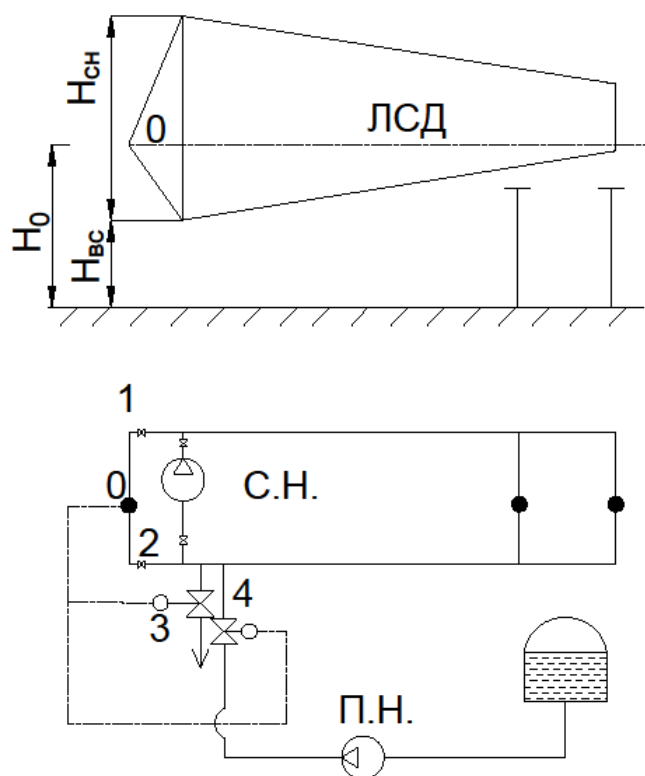


Рисунок 1 – Схема расположения места поддержания постоянных давлений при небольшой протяженности трассы



II. В крупных системах нейтральную точку чаще всего размещают на перемычке между всасывающим и нагнетательным коллектором циркуляционных насосов, используя давление в нейтральной точке в качестве импульса, регулируемого величину подпитки в тепловую сеть (рисунок 2).



1, 2 – регулировочные клапаны;
3 – дренажный клапан;
4 – подпиточный клапан

С.Н. – сетевой насос,
П.Н. – подпиточный насос,
Р.П. – регулятор подпитки,
О – нейтральная точка,
ЛСД – линия статического давления,
 $H_{сн}$ – напор сетевого насоса,
 H_o – напор подпиточного насоса,
 $H_{вс}$ – напор на всасе сетевого насоса

Рисунок 2 – Схема расположения места поддержания постоянных давлений при большой протяженности трассы:

Библиографический список

1. Тихомиров, К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция : учебник для вузов / К.В. Тихомиров, Э.С. Сергеев. – Москва : Стройиздат, 1991. – 480 с.
2. Ширакс, З.Э. Теплоснабжение : пер. с латыш. / З.Э. Ширакс. – Москва : Энергия, 1979. – 256 с. : ил.
3. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов / Е.Я. Соколов. – 5-е изд., перераб. – Москва : Энергоиздат, 1982. – 360 с.
4. Водяные тепловые сети : справочное пособие по проектированию / И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов [и др.] ; под ред. Н.К. Громова, Е.П. Шубина. – Москва : Энергоатомиздат, 1988. – 376 с.
5. Ионин, А. А. Надежность систем тепловых сетей / А. А. Ионин. – Москва : Стройиздат, 1989. – 263 с. – (Надежность и качество).
6. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей : справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж [и др.]. – 4-е изд. – Москва : ЛИБРОКОМ, 2009. – 432 с. : ил.
7. Теплоснабжение : учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков [и др.] ; под ред. А.А. Ионина. – Москва : Стройиздат, 1982. – 336 с. : ил.

Сведения об авторах:

Ирина Васильевна Зоря – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедра теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции, Сибирский государственный индустриальный университет

Леванов Д.В., Башкова М.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.....	254
Зоря И.В. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ	257
Новикова К.Ю., Башкова М.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	260
Криницын Р.А., Ефимова К.А. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО- МОНТАЖНЫХ РАБОТ ГАЗОПРОВОДНОЙ СЕТИ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ	263
Ланге Л.Р. К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ.....	266
Ланге Л.Р. ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНЫХ И ШЛАМОВЫХ ВОД НА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ	269
Худынцева С.В., Ефимова К.А. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.....	272
Куценко А.А., Ярошов И.А. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ ВОЗДУХА ДЛЯ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА	275
Точиев Т.Т., Смирнова Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОПРЕССОВКИ И ВАКУУМИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ.....	277
Фомин А.В., Смирнова Е.В. ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИНАХ	279
Селезнева Д. Д., Исламова О. В., Баклушина И. В. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	283
Андрейченко А.Е., Жунусова А.В., Баклушина И. В. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	286
Секция № 4 BIM-технологии в архитектуре и строительстве	288
Павелко Н.А., Столбоушкин А.Ю., Алёшина Е.А. НОВЫЕ ПОДХОДЫ В АВТОМАТИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	288
Столбоушкин А.Ю., Титов А.М. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ BIM-ТЕХНОЛОГИЯМИ.....	292
Бараксанова Д.А., Буцук И.Н., Музыченко Л.Н. BIM-ТЕХНОЛОГИИ – НОВЫЙ ЭТАП В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА	296
Новоселов Д.Б. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА И BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	302
SUMMARY	307
АВТОРСКИЙ АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	332