

Сравнительный анализ систем теплоснабжения

Введение

В соответствии с Федеральным законом №190-ФЗ [1], тепловой сетью является «совокупность устройств (включая центральные тепловые пункты, насосные станции), предназначенных для передачи тепловой энергии, теплоносителя от источников тепловой энергии до теплопотребляющих установок». Кроме того, по №190-ФЗ «не допускается использование открытых систем теплоснабжения для нужд горячего водоснабжения».

Таким образом, переход от открытой системы теплоснабжения к закрытой является перспективным направлением для проведения сравнительного анализа двух систем с целью улучшения качества параметров горячего водоснабжения и теплоснабжения потребителей.

Предметом исследования является тепловая сеть. Объектом исследования выступает система теплоснабжения района областного посёлка. Методология данной работы заключается в аналитическом исследовании работы открытой и закрытой систем теплоснабжения — выполнении анализа теплового и гидравлического расчёта открытой и закрытой системы теплоснабжения.

Основным нормативным документом, регулирующим проектирование систем теплоснабжения, выступает [Свод Правил 124.13330.2012](#) [2].

Расчётные тепловые нагрузки при проектировании тепловых сетей определяют-

ся по данным конкретных проектов нового строительства, а существующей — по фактическим тепловым нагрузкам. Выбор системы теплоснабжения объекта производится на основании утверждённой в установленном порядке схемы теплоснабжения.

Предметом исследования является тепловая сеть. Объектом исследования выступает система теплоснабжения района областного посёлка. Методология работы заключается в аналитическом исследовании — выполнении анализа теплового и гидравлического расчёта открытой и закрытой систем

Принятая к разработке в проекте схема теплоснабжения должна обеспечивать:

- безопасность и надёжность теплоснабжения потребителей;
- энергетическую эффективность как теплоснабжения, так и потребления тепловой энергии;
- нормативный уровень надёжности, определяемый тремя критериями: вероятностью безотказной работы, готовностью (качеством) теплоснабжения и живучестью системы;
- экологические требования;
- безопасность эксплуатации.

Рецензия эксперта на статью получена 22.02.2023 [The expert review of the article was received on February 22, 2023]

УДК 697.341. Научная специальность: 2.1.3 (05.23.03).

Сравнительный анализ систем теплоснабжения

В. П. Рыбальская, аспирант, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)

Предмет исследования — тепловая сеть, тема — сравнительный анализ закрытой и открытой систем теплоснабжения, цель — проведение анализа систем, методы — анализ теплового и гидравлического расчётов, результаты работы — тепловой и гидравлический расчёты для открытой и закрытой систем, применение — проектирование систем теплоснабжения. Вывод: согласно законодательству, все системы должны стать закрытыми.

Ключевые слова: теплоснабжение; система теплоснабжения; тепловая энергия; горячее водоснабжение; энергоэффективность; тепловая сеть; тепловой расчёт; гидравлический расчёт.

UDC 697.341. The number of scientific specialty: 2.1.3 (05.23.03).

Comparative analysis heating systems

V. P. Rybalskaya, graduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, [St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering \(SPbGASU\)](#)

Subject — heating pipelines, topic — comparative analysis of closed and open heat supply systems, goal — analysis of systems, methods — analysis of thermal and hydraulic calculations, results of work — thermal and hydraulic calculations for open and closed systems, application — design of heat supply systems. Conclusion: according to the legislation, all systems must become closed.

Key words: heat supply; heat supply system; thermal energy; hot water supply; energy efficiency; heating pipelines; thermal calculation; hydraulic calculation.

Закрытая система теплоснабжения — это система, в которой горячая вода подготавливается на объекте потребления тепловой энергии из холодной с использованием теплообменных аппаратов (табл. 1). Непосредственный водоразбор сетевой воды у потребителей в закрытых системах теплоснабжения не допускается.

В открытых системах теплоснабжения подключение части потребителей горячего водоснабжения, представляющих собой водяные теплообменники на тепловых пунктах абонентов (по закрытой системе), допускается только как временное явление при условии обеспечения (сохранения) качества сетевой воды согласно требованиям действующих нормативных документов.

Результаты гидравлического расчёта являются исходными данными для выбора насосного оборудования, мест установки узлов расщечек, диаметров трубопроводов и других элементов системы централизованного теплоснабжения.

В закрытых системах гидравлический режим можно считать более стабильным, так как в них относительно стабилен расход воды в подающем и обратном трубопроводах.

Вместе с этим одним из преимуществ является низкая стоимость установки, для того чтобы подготовить небольшое количество подпиточной воды тепловой сети на тепловой электростанции.

К основным недостаткам данной системы можно отнести: дороговизну тепломеханического оборудования и автоматики; высокие требования к герметичности всех соединений; низкую энергоэффективность системы в связи с ограниченной возможностью использования низкопотенциальных источников тепла на теплоэлектростанции; дороговизну зна-



чительного количества тепловых пунктов, что связано с наличием в них подогревателей горячего водоснабжения; перетоки неаэрированной воды в тепловую сеть через неплотности подогревателей, что приводит к внутренней коррозии труб тепловой сети; нарушение санитарно-гигиенических требований к горячему водоснабжению при нерегулируемых перетоках, когда сетевая вода не соответствует нормам качества питьевой воды, в трубопроводы горячей воды, идущей к потребителям, также через неплотности подогревателей [3]; интенсивную внутреннюю коррозию металлических участков трубопроводов, наполненных неаэрированной горячей водой, в системах горячего водоснабжения; высокие температуры теплоносителя на магистрали и, как следствие, большие потери тепла.

Открытая система теплоснабжения (горячего водоснабжения) — технологически связанный комплекс инженерных сооружений, предназначенный для теплоснабжения и горячего водоснабжения путём отбора горячей воды из тепловой сети (табл. 2).

В России в основном применяются открытые системы теплоснабжения.

К достоинствам открытой системы теплоснабжения можно отнести: простоту эксплуатации; низкую стоимость оборудования за счёт отсутствия необходимости размещения теплообменных аппаратов; сравнительно небольшие потери теплоты при транспортировке по магистральным трубопроводам за счёт более низкой температуры теплоносителя; снижение скорости коррозии за счёт применения теплоносителя котлового качества; высокую энергоэффективность при использовании низкопотенциальных источников тепла (отработавшего пара турбин теплоэлектростанции) для подготовки значительного объёма подпиточной воды; невысокую стоимость тепловых пунктов.

Основными недостатками открытой системы являются: вода низкого качества (как следствие, крупные затраты на установку устройств водоподготовки, ощутимое падение давления в трубопроводах в часы наиболее высокого потребления, что влечёт за собой установку дополнительных насосов и оборудования для автоматического контроля давления в системе); дороговизна оборудования для подготовки подпиточной воды тепловой сети на тепловой электростанции; сложный гидравлический режим, что связано с разностью расходов сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах. Однако данный недостаток устраняется с помощью применения приборов автоматического регулирования режима.

В работе рассматривается объект детского учреждения, расположенный в Ленинградской области.

Определение расходов теплоты является начальным этапом для проектирования тепловых сетей, а также при разработке схем теплоснабжения. Оно проводится отдельно по каждому виду теплопотребления, а также по каждому зданию или группе зданий одного типа.

Результаты гидравлического расчёта закрытой системы

табл. 1

№ уч.	G, кг/с	Длина, м			Dy, мм	W, м/с	R _ф , Па/м	Δp, Па	ΣΔp, Па
		L	L _з	L _п					
1	24,24	205	51,80	256,80	200	0,79	37,45	9617	20219
2	21,74	214	39,10	253,10	200	0,71	30,35	7681	10602
3	13,93	26	13,10	39,10	150	0,93	74,7	2921	2921
4	2,50	78	4,85	82,85	50	0,48	76,83	6365	6365
5	7,81	71	14,90	85,90	125	0,6	38,54	3310	3310

Результаты гидравлического расчёта открытой системы ТС

табл. 2

№ уч.	G, кг/с	Длина, м			Dy, мм	W, м/с	R _ф , Па/м	Δp, Па	ΣΔp, Па
		L	L _з	L _п					
1	22,10	205	51,80	256,80	200	0,72	31,13	7999	16780
2	19,88	214	39,10	253,10	200	0,85	25,14	6362	8781
3	12,82	26	13,10	39,10	150	0,85	61,86	2419	2419
4	2,22	78	4,85	82,85	50	0,44	66,69	5525	5525
5	7,06	71	14,90	85,90	125	0,55	31,95	2744	2744

Суммарные тепловые нагрузки на систему ТС

табл. 3

№	Назначение	Тепловые нагрузки, МВт				
		Q_{omax}	Q_{ymax}	Q_{hm}	Q_{hmax}	ΣQ
1	Здание общего назначения	0,095	—	0,12	0,24	0,335
2	Бассейн	0,57	0,209	0,222	0,44	2,069
	Спортзал	0,36	—	0,245	0,49	—
3	Культурно-массовый блок	0,412	0,161	0,279	0,56	1,133
Сумма		1,437	0,37	0,758	1,73	3,537

Отпуск теплоты теплосети может производиться в системы отопления, вентиляции и кондиционирования, а также в системы ГВС зданий (табл. 3).

Потребителей, которые получают тепло от централизованной системы теплоснабжения, называют абонентами, а расходуемое ими тепло — нагрузкой источника тепла.

В зависимости от соотношений режимов отдельных видов теплопотребления абоненты разделяются на три группы:

- жилые здания;
- общественные здания;
- промышленные здания и сооружения.

Цель гидравлического расчёта — определение диаметров трубопроводов, падения давления на каждом участке тепловой сети и суммарного падения давления по всей тепловой сети.

В работе был выполнен системный анализ функционирования системы теплоснабжения, состоящий из:

- анализа структуры системы теплоснабжения;
- анализа технологических особенностей системы теплоснабжения;
- анализа потребителей системы теплоснабжения (тепловых нагрузок).

Из полученных результатов можно сделать вывод о том, что:

- вид тепловой сети (открытая или закрытая) не оказывает влияния на выбор тепломеханического оборудования и разработку монтажной схемы;
- расчётный расход в открытой системе меньше, чем в закрытой, следовательно, меньше расходуется электрической энергии при работе сетевых насосов по перекачке теплоносителя, и насосы подбираются меньшей мощности.

Обобщая всё перечисленное, можно сделать вывод, что в технологическом плане открытая система теплоснабжения

Потребителей, которые получают тепло от системы централизованного теплоснабжения, называют абонентами, а расходуемое ими тепло — нагрузкой источника тепла. В зависимости от соотношений режимов отдельных видов теплопотребления абоненты разделяются на три группы: жилые, общественные здания, промышленные здания и сооружения



обладает преимуществами по отношению к закрытой системе. Недостатком её является только повышенный расход теплоносителя на подпитку системы из-за расхода воды на нужды системы ГВС.

Однако, несмотря на это, переход к закрытой системе является обязательным.

Заключение

Анализ основных преимуществ и недостатков двух системы позволил сделать вывод о том, что, несмотря на большую стоимость закрытой системы теплоснабжения, её применение более эффективно с точки зрения многих показателей.

По требованиям энергоэффективности открытая система имеет большие преимущества [4].



Закрытая система позволяет снизить расходы на отопление и ГВС за счёт регулирования температуры в соответствии с температурным графиком. За счёт высокого качества воды снижается вероятность коррозии трубопроводов и отложения в них солей, что способствует снижению затрат на водоподготовку и продлению срока эксплуатации оборудования.

Кроме того, по Федеральному закону №190-ФЗ использование открытых систем теплоснабжения не допускается. ●

1. О теплоснабжении: Федеральный закон РФ от 27.07.2010 №190-ФЗ.
2. СП 124.13330.2012. Тепловые сети. Актуализ. ред. СНиП 41-02-2003 (с Изм. №1-3) / Дата введ.: 01.01.2013.
3. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализ. ред. СНиП 2.04.01-85* / Дата введ.: 01.01.2013.
4. Biryuzova E.A., Glukhanov A.S. Study of the effectiveness of the transition from an open heat supply system to a closed one. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 1079. Ch. 2.

References — see page 80.

Comparative analysis heating systems. Pp. 46–48.

Victoria P. Rybalskaya, graduate student, the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, [St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering \(SPbGASU\)](#)

1. *O teplosnabzhenii* [About heat supply]. *Federal'nyj zakon RF ot 27.07.2010 №190-FZ* [Federal Law of the Russia Federation No. 190 of July 27, 2010]. [In Russian]
2. *SP 124.13330.2012* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 124.13330.2012]. *Teplovye seti. Aktualiz. red. SNiP 41-02-2003 (s Izm. №1-3)* [Heating network. Updated edition of Building Rules & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 41-02-2003 (with Amendments No. 1-3)]. Publ. data: January 1, 2013. [In Russian]
3. *SP 30.13330.2012* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 30.13330.2012]. *Vnutrennij vodoprovod i kanalizatsiya zdaniy. Aktualiz. red. SNiP 2.04.01-85** [Internal plumbing and sewerage of buildings. Updated edition of Building Rules & Regulations (National Codes and Standards of Russia) No. 2.04.01-85*]. Publ. data: January 1, 2013. [In Russian]
4. Biryuzova E.A., Glukhanov A.S. Study of the effectiveness of the transition from an open heat supply system to a closed one. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 1079. Ch. 2.