

УДК 696.4: 697.341: 681.536

К ВОПРОСУ ВЫБОРА РАСЧЁТНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ЗАМЕНЕ КОЖУХОТРУБНЫХ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ НА ПЛАСТИНЧАТЫЕ

Ф.И. МОСКАЛЁНОК, А.Ю. СИДОРОВА
(Представлено: А.М. НИЯКОВСКИЙ)

Рассмотрены вопросы обеспечения эффективности централизованного теплоснабжения при определении расчётных характеристик пластинчатых теплообменников, устанавливаемых в тепловых пунктах жилых зданий в ходе модернизации систем горячего водоснабжения. Выполнено сравнение расходов теплоты и воды на нужды горячего водоснабжения при различном сочетании нормативных и фактических показателей водопотребления. Выявлены ранее не принимавшиеся во внимание факторы, требующие учёта при проектировании и эксплуатации водоподогревателей горячего водоснабжения.

Введение. Эффективность системы теплоснабжения определяется полнотой использования тепловой энергии всеми её элементами на пути от источника теплоты до теплопотребляющего оборудования абонентов сети. Достигается это, как правило, повышением коэффициента использования первичной энергии (КИТ) на источнике, снижением транзитных потерь теплоты теплопроводами в окружающую среду (КПД сети) и улучшением теплотехнических характеристик оконечного теплообменного оборудования.

Однако термодинамическое совершенствование всех перечисленных составляющих элементов системы теплоснабжения не приводит к простой аддитивности частных результатов, поскольку при последовательном соединении структурных элементов теплотехнической системы вклад эффектов от их изменений в общий системный эффект определяется с учётом их места в системе. Рост необратимых потерь в оконечных частях системы требует тем большего расхода первичного топлива на входе системы, чем дальше отстоит изменяемый элемент от её начала [1].

Кроме того, система теплоснабжения является системой с обратной связью: параметры потоков вещества и энергии на выходе оконечных потребителей теплоты оказывают влияние на показатели энергопотребления всей системой теплоснабжения.

Цель работы состоит в проведении сравнения расходов теплоты и воды на нужды горячего водоснабжения (ГВ) при различном сочетании нормативных и фактических показателей водопотребления. Такое сравнение имеет существенное значение для выявления факторов, неучёт которых при расчёте и подборе теплообменников систем горячего водоснабжения жилых зданий может снизить ожидаемый эффект экономии теплоэнергетических ресурсов (ТЭР) в результате проведённой модернизации.

Эта работа является продолжением серии научных докладов и публикаций, посвящённых вопросам оптимизации систем теплоснабжения с целью снижения расхода первичного топлива и эмиссии парниковых газов в атмосферу, выполненных студентами Полоцкого государственного университета в 2014–2018 годах [2–4].

Результаты исследования. В результате натурных наблюдений за реальными эксплуатируемыми объектами удалось установить, что в целом ряде случаев после замены устаревших кожухотрубчатых теплообменников на пластинчатые теплообменники (ПТО), имеет место несоответствие фактических и нормативных расходов теплоты и воды на нужды ГВ, увеличение температуры греющего теплоносителя на выходе из индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) жилых зданий при минимальном и недогрев потребляемой воды при максимальном водоразборе.

Также в ходе анализа данных, полученных в ходе выполненных исследований действующих ИТП жилых зданий, выявлено несоответствие фактических коэффициентов часовой неравномерности потребления горячей воды значениям, обычно принимаемым при расчётах с использованием общепринятых методик, например, изложенных в [5; 6].

Сравнительный анализ полученных результатов, представлен в таблице 1.

Таблица 1. – Сравнение расходов теплоты и воды на нужды ГВ при различном сочетании нормативных и фактических показателей водопотребления

№ пп	Адрес	Нормативное водопотребление при нормативной численности потребителей				Нормативное водопотребление при фактической численности потребителей				Фактическое водопотребление при фактической численности потребителей				
		максимальный часовой расход нагреваемой воды в системе ГВ,	средний за сутки часовой расход теплоты на нужды ГВ,	расчётная тепловая производительность водоподогревателя,	$G_{гр}, м^3/ч$	$Q_{Т}^h, Гкал/ч$	$Q_{гр}^h, м^3/ч$	максимальный часовой расход нагреваемой воды в системе ГВ,	средний за сутки часовой расход теплоты на нужды ГВ,	расчётная тепловая производительность водоподогревателя,	$Q_{гр}^h, м^3/ч$	$Q_{Т}^h, Гкал/ч$	максимальный часовой расход нагреваемой воды в системе ГВ,	средний за сутки часовой расход теплоты на нужды ГВ,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	пр-т Ф. Скорини, 17/6	4,700	8,60	0,0770	0,2581	2,726	4,897	0,0357	0,1469	2,726	4,280	0,0197	0,1284	
2	пр-т Ф. Скорини, 21	2,750	4,94	0,0362	0,1483	1,664	2,937	0,0165	0,0881	1,664	2,577	0,0086	0,0773	
3	пр-т Ф. Скорини, 40	2,810	5,06	0,0374	0,1517	1,744	3,083	0,0178	0,0925	1,744	2,710	0,0097	0,0813	
4	ул. Коммунистическая, 12	2,320	4,14	0,0280	0,1243	1,763	3,117	0,0182	0,0935	1,763	2,763	0,0123	0,0829	
5	ул. Коммунистическая, 14	4,361	7,97	0,0700	0,2391	2,693	4,837	0,0350	0,1451	2,693	4,177	0,0142	0,1253	
6	ул. Гоголя, 22	4,361	7,97	0,0700	0,2391	2,404	4,300	0,0295	0,1290	2,404	3,733	0,0132	0,1120	
7	ул. Октябрьская, 39	3,720	6,76	0,0560	0,2028	2,386	4,267	0,0292	0,1280	2,386	3,693	0,0121	0,1108	
8	ул. Октябрьская, 58	6,362	11,78	0,1167	0,3533	5,117	9,403	0,0872	0,2821	5,117	8,013	0,0348	0,2404	
9	пр-д Октябрьский, 1	3,275	5,92	0,0467	0,1777	2,743	4,930	0,0360	0,1479	2,743	4,257	0,0148	0,1277	
10	ул. Ф.Скорини, 10	2,810	5,06	0,0374	0,1517	1,879	3,330	0,0201	0,0999	1,879	2,877	0,0062	0,0863	
11	ул. Свердлова, 16/29	3,160	5,71	0,0444	0,1713	2,084	3,707	0,0237	0,1112	2,084	3,260	0,0140	0,0978	
12	ул. Свердлова, 25	4,330	7,91	0,0689	0,2372	2,842	5,113	0,0379	0,1534	2,842	4,460	0,0202	0,1338	
13	ул. Пушкина, 9	2,810	5,06	0,0374	0,1517	1,954	3,467	0,0214	0,1040	1,954	3,027	0,0100	0,0908	
14	ул. Ленинградская, 6в	2,693	4,84	0,0350	0,1451	1,458	2,560	0,0133	0,0768	1,458	2,267	0,0084	0,0680	
15	ул. Ленинградская, 6г	2,065	3,67	0,0233	0,1102	1,563	2,753	0,0149	0,0826	1,563	2,393	0,0054	0,0718	

Примечания: 1. Данные столбцов 5, 6, 9 и 10 рассчитаны для минимального значения температуры воды в холодном водопроводе $t_{х,в} = 5^{\circ}\text{C}$.

2. Данные столбцов 13 и 14 для летнего значения температуры воды в холодном водопроводе $t_{х,в} = 10^{\circ}\text{C}$.

3. Данные столбцов 4, 8, 12 рассчитаны при температурах сетевой воды в тепловой 60/30 $^{\circ}\text{C}$.

Выводы и заключение. Полученные результаты позволяют прийти к следующим выводам и заключению. *Во-первых*, потребление теплоты и воды на нужды ГВ существенным образом зависит от того, какое количество проживающих в зданиях жильцов принять в расчёт: нормативное или фактическое. Игнорирование этого обстоятельства ведёт к завышению расчётных расходов сетевой воды и расчётной мощности водоподогревателей по рассматриваемым объектам на 17...47%, при этом расчётное среднее часовое потребление завышается соответственно на 23...62% в зависимости от условий конкретного здания. *Во-вторых*, расходы теплоты и воды в системах ГВ зависят также и от фактического удельного потребления нагреваемой воды в расчёте на одного проживающего в сутки. Если вместо нормативных значений учитывать в расчётах фактическую численность проживающих и фактические объёмы удельного водопотребления на нужды ГВ, то снижение расчётных расходов сетевой воды и расчётной мощности водоподогревателей, по сравнению с величинами, полученными при нормативных значениях, может составить 28...53%, а среднего часового потребления – на 68...83% в зависимости от условий конкретного здания.

Таким образом, установлено, что реальное суточное потребление воды и теплоты на нужды ГВ в целом ряде случаев может быть существенно ниже нормативных значений. Это может приводить к завышению требуемой мощности ПТО и, как следствие, к резкому снижению их гидравлического сопротивления, нарушению работы автоматики ИТП в фактических условиях эксплуатации. Результатом такого несоответствия будет снижение эффективности системы теплоснабжения обусловленное ростом температуры воды в обратной магистрали при минимальных водоразборах в системе, и недогрев воды, подаваемой в водоразборную арматуру потребителей в часы максимального водопотребления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бродянский, В.М. Эксергетический метод термодинамического анализа / В.М. Бродянский. – М. : Энергия, 1973. – 296 с.
2. Нияковский, А.М. Управление температурными режимами тепловых сетей с целью снижения энергопотребления в системах теплоснабжения / А.М. Нияковский, В.А. Пшеничнюк, А.В. Григорович // Материалы докл. 48-й Междунар. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов, посвящ. 50-летию университета в 2 т. Т. 2. – Витебск : Витеб. гос. технол. ун-т, 2015. – С. 76–78.
3. Нияковский, А.М. Выбор оптимальной плотности теплового потока при расчёте тепловой изоляции трубопроводов с целью обеспечения заданного коэффициента полезного действия тепловой сети и снижения выброса вредных веществ в атмосферу / А.М. Нияковский, Ф.И. Москалёнок, А.Ю. Сидорова // Материалы докл. 50-й Междунар. науч.-техн. конф. преподавателей и студентов, посвящ. году науки. Т. 1. – Витебск : Витеб. гос. технол. ун-т, 2017. – С. 299–302.
4. Выбор норм плотности теплового потока при расчёте изоляционных конструкций теплопроводов с учётом геометрических характеристик и коэффициента полезного действия сети / О.И. Мишуто [и др.] // Электронный сборник трудов молодых специалистов Полоц. гос. ун-та. Сер. Строительство. – Выпуск С. Электронный оптический диск –1 диск.
5. Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.01-52-2007 / М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2008. – 47 с.
6. Тепловые пункты. Правила проектирования : ТКП 45-4.02-183-2009 / М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – 47 с.