

11, ноябрь 2015

УДК 697.13/14

О состоянии отопительной системы жилого фонда в России и методах улучшения ее эффективности

*Иванов В.В., студент
Россия, 105005, Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Теплофизика»*

*Научный руководитель: Школа В.В., к.т.н, доцент
Россия, 105005, Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Теплофизика»
bauman@bmstu.ru*

В Российской Федерации к началу 1990-х гг. имелось около 5 млрд. м² отапливаемых площадей [1]. Из них 2,7 млрд. м² – жилые здания; 1,7 млрд. м² – промышленные здания; 0,6 млрд. м² – общественные здания. Суммарное потребление тепловой энергии составляет 2060 млн. Гкал/год, из них на жилищный сектор и бюджетную сферу приходится 1086 млн. Гкал/год, на промышленность и прочие потребители – 974 млн. Гкал/год. В целом на теплоснабжение расходуется более 400 млн т.у.т./год. Теплоснабжение России обеспечивают 485 ТЭЦ, около 6,5 тыс. котельных мощностью более 20 Гкал/час, более 100 тысяч мелких котельных и около 600 тысяч автономных теплогенераторов [2].

По различным аналитическим данным потребление тепловой энергии в России 2,5-5 раз выше, чем в других странах с умеренным климатом.

По данным Министерства Энергетики Российской Федерации за 2002 год около 50% объектов и инженерных сетей требуют замены, не менее 15% находятся в аварийном состоянии. На каждые 100 км тепловых сетей ежегодно регистрируется в среднем 70 повреждений. Потери в тепловых сооружениях и сетях достигают 30%. Почти таким же является износ всех типов зданий и соответственно, тепловые потери при их отоплении.

Увеличение темпов строительства за последние 15 лет привело к значительному приросту расходов тепловой энергии на их отопление без существенного увеличения теплопроизводящих мощностей. В связи с этим необходимо не только увеличивать производство тепловой энергии, но и внедрять энергосберегающие мероприятия для уменьшения как производственных их потерь (потери тепла и теплоносителя в

магистральных тепловых сетях), так и непроизводственных (потери при распределении сетевого теплоносителя по тепловым пунктам и внутридомовым инженерным сетям).

В течение многих лет теплоснабжение в районах массовой застройки осуществляется от ТЭЦ или мощных тепловых станций через центральные тепловые пункты – ЦТП (теплораспределительный пункт, комплекс установок, предназначенных для распределения тепла, поступающего из тепловой сети, между потребителями в соответствии с установленными для них видом и параметрами теплоносителя). Обычно ЦТП обеспечивает подачу тепла на несколько домов или целый квартал и занимает отдельно стоящее здание.

Оптимальная температура воздуха в жилых помещениях по жизненным показателям, по ГОСТам и СНиПам составляет 21 ± 1 °С. Нижний уровень температуры окружающего воздуха, допустимый для малоподвижного двухчасового пребывания здоровых людей в уличной одежде, составляет +14 °С; уровень меньше +12 °С считается опасным [3,4,5]. Для поддержания оптимальной температуры в жилых помещениях, температура воды в системе отопления должна поддерживаться в зависимости от фактической температуры наружного воздуха по температурному графику. От источников теплоснабжения в тепловые сети подается горячая вода по следующим температурным графикам, от крупных ТЭЦ – 150/70 °С, 130/70 °С или 105/70 °С, от котельных и небольших ТЭЦ – 105/70 °С или 95/70 °С, где первая цифра – максимальная температура прямой сетевой воды, вторая цифра – ее минимальная температура. В зависимости от конкретных местных условий могут быть применены и другие температурные графики.

Около 90 % российского жилого фонда, как нового, так и построенного в прошлые годы, оснащено традиционными однотрубными системами отопления, обладающими недостаточной энергоэффективностью. В однотрубной системе отопления стояки подачи, как таковые, отсутствуют и радиаторы по всей высоте дома соединяются друг с другом последовательно, а поток горячей воды подается сверху вниз, и протекает через все батареи отопления, начиная с верхней.

Существуют различные причины потери тепловой энергии в жилых домах и энергосберегающие мероприятия, направленные на их уменьшение.

Первая группа – это потери из-за «перетопа». В отопительный период регулирование тепловой нагрузки потребителей производится теплоснабжающей организацией по качественному принципу (чем ниже температура наружного воздуха, тем горячее подается теплоноситель в систему отопления при постоянном его расходе, согласно температурному графику). При значениях температуры наружного воздуха, близких к 0 °С, температуру прямой сетевой воды необходимо понизить и поддерживать

на уровне 30–35 °С и этого будет достаточно для обеспечения комфортной температуры в отапливаемых помещениях. Однако такого снижения добиться не удастся из-за необходимости постоянного подогрева воды не только для отопления, но и для горячего водоснабжения (допустимые пределы температуры горячей воды 60–75 °С [6]), для чего теплоснабжающей организации приходится поддерживать температуру сетевой воды на уровне, близком к максимальному (исходя из температурного графика). В свою очередь, поддержание такой температуры в теплосети приводит к избыточному тепловыделению радиаторов отопления («перетопу») в помещениях, вызывает дискомфорт у населения и, как следствие, потерю теплоты через открытые форточки [7]. В многоквартирных жилых домах с однотрубной системой отопления «перетоп» возникает и при отрицательной температуре наружного воздуха. В связи с потерей давления подачи теплоносителя в дальних от стояка подачи, стояках отопления, теплоснабжающим организациям также приходится поддерживать более высокую температуру сетевой воды, для обеспечения комфортной температуры в дальних помещениях, что приводит к «перетопу» в ближних к нему помещениях. Для устранения данной группы тепловых потерь можно использовать автоматизированные узлы управления температурой и расходом теплоносителя.

Вторая группа – это потери через оконные и дверные проемы, перекрытия чердаков и подвалов, наружные стены. Для устранения данной группы тепловых потерь необходимо произвести капитальный ремонт здания [8], включающий в себя: ремонт конструкций крыш (в т.ч. утепление перекрытия, замена покрытий, ремонт выходов на кровлю), ремонт подвальных помещений (в т.ч. утепление и гидроизоляция стен и перекрытий, ремонт технических помещений с заменой дверей, ремонт подвальных окон и наружных дверей), утепление и ремонт фасадов.

Предметом исследования данной работы является первая группа потерь методы их снижения.

Автоматизированный узел управления (АУУ) представляет собой компактный индивидуальный тепловой пункт, который предназначен для управления параметрами теплоносителя (температура, давление) в системе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха и условий эксплуатации здания. Ниже представлена принципиальная схема АУУ (рис. 1,2) при достаточном располагаемом перепаде давления на вводе ($P_1 - P_2 > 6$ м вод. ст.) для температуры до АУУ $t = 95-70$ °С при однотрубной системе отопления с термостатами [9].

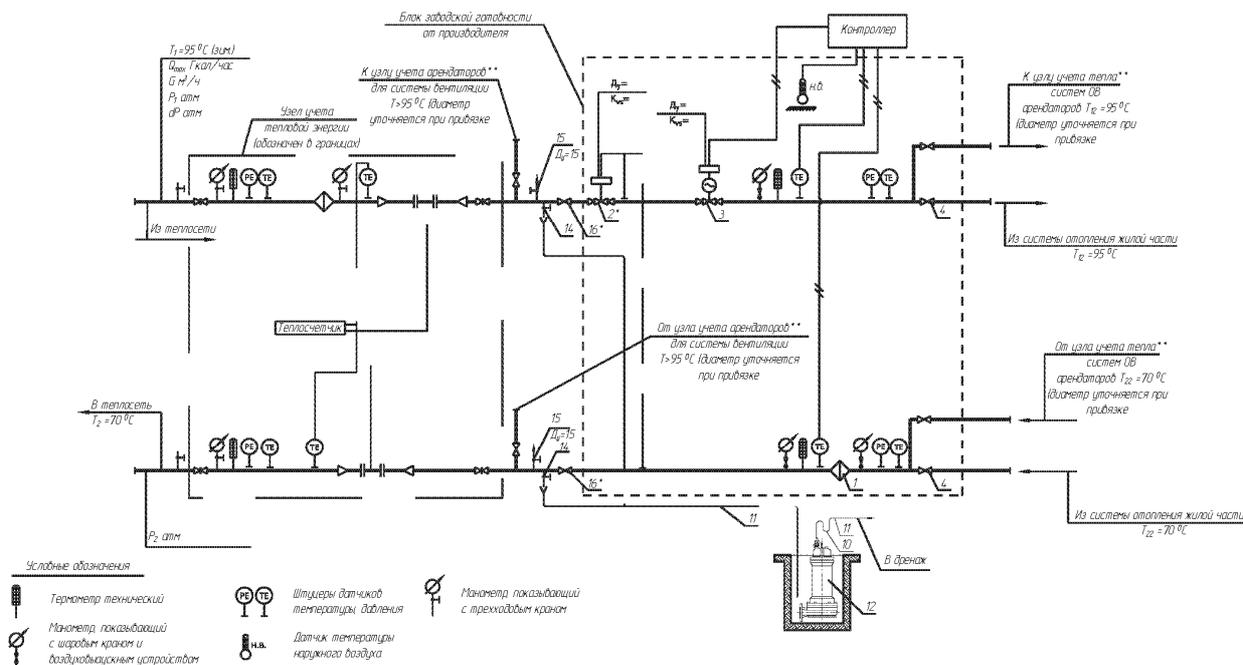


Рис. 1. Принципиальная схема автоматизированного узла управления

№ № п/п	Наименование и техническая характеристика оборудования, материалов и завод-изготовитель (для импортного оборудования — страна-изготовитель)	Тип, марка оборудования	Ед. измерения	Код оборудования, материала	Кол-во	Масса ед. оборуд., кг
1	Фильтр магнитный фланцевый со сливным краном PN = 16, Ду = _____ мм	Danfoss FVF	компл.	Блок заводской готовности	1	
2*	Регулятор перепада давления на вводе теплосети — универс. клапан прямого действия на подающей AVP (заданного диапазона) с импульсной трубкой (VFG-2 с рег. блоком AFP-9 и имп. трубкой) K _{ис} = _____ т/ч, P _y = 2,5 Мпа, Ду = _____ мм	Danfoss AVP (VFG-2 с AFP-9)	компл.		1	
3	Клапан регулирующий для отопления с электроприводом AMV20 (AMV55) U = 230В K _{ис} = _____ т/ч, Ду = _____ мм	VB-2 (VF-2) Danfoss	компл.		1	
4	Кран стальной шаровой фланцевый Ду = _____ мм	Danfoss JIP-FF PN = 16/25	шт.		2	
5	Манометр P _y = 16 кгс/см ²	ДМ2029	шт.		3	1,4
6	Термометр 0—100 °С	A5001	шт.		2	0,3
7	Бобышка для термометра		шт.		2	
8	Кран шаровой с воздуховыпускным устройством Eagle (V3000 B) Ду = 15 мм	Danfoss	шт.		3	
9	Штуцер датчиков давления, температуры — труба Ø15 мм, L = 150 мм	ГОСТ 10705-91	шт.		13	
10	Сифон чугунный двухоборотный Ø100		шт.		1	
11	Труба водогазопроводная оцинкованная Ду = 25 мм (перелив от дренажного насоса)	ГОСТ 3262-91	мм			4,38
12	Насос дренажный погружной (основной) в комплекте с ответными фланцами G = 4 м ³ /ч, H = 7 м вод. ст., N = 0,55 кВт	Wilo-Drain TMT 30-05 GG	компл.			
13	То же, резервный насос на складе	- - -	- - -		1	11,6
14	Кран стальной шаровой PN = 40, сварка/резьба (спускник), Ду = _____ мм	Danfoss	шт.		2	
15	Кран стальной шаровой PN = 40, сварка/резьба (воздушник), Ду = _____ мм	Danfoss	шт.		2	
16*	Кран стальной шаровой фланцевый (если АУУ и УУТ в разных помещениях)	Danfoss JIP-FF PN = 16/25	шт.		2	
17	Сифон чугунный двухоборотный Ø100		шт.		1	
18	Площадка передвижная для обслуживания арматуры H = 600 мм	HTC 62-91-113	шт.		1	

Рис. 2. Спецификация к принципиальной схеме АУУ

Экономия тепловой энергии в системе отопления достигается за счет четкого поддержания требуемых параметров теплоносителя (температуры, расхода и давления) во всех характерных зонах и элементах системы: на вводе в здание, на стояках, в каждом помещении у отопительных приборов. При таком комплексном подходе достигается: максимальная экономия тепла (до 40-45 %), высокий уровень комфортности проживания,

взаимодействие всех элементов системы.

Теплоноситель, поступающий от ЦТП, движется через АУУ. В составе АУУ есть контроллер. В нем – предварительно установлен температурный график, записанный на режимной карте. С помощью датчиков производится сравнение фактической и заданной температуры теплоносителя. С помощью насосов производится смешение теплоносителя из обратной и подающей магистралей. Подача теплоносителя регулируется с помощью регулирующего клапана. Перепад давления в системе отопления регулируется с помощью регулятора перепада давления. Автоматические узлы управления обеспечивают: насосную циркуляцию теплоносителя, контроль выполнения температурного графика подающего и обратного теплоносителей (предотвращение «перетоков» и переохлаждения), поддержание постоянного перепада давления на вводе в здание, что обеспечивает работу автоматики системы отопления в расчетном режиме, функции грубой и тонкой очистки теплоносителя, визуальный контроль параметров на входе и выходе АУУ, возможность дистанционного контроля параметров и режимов работы, включая аварийные сигналы.

Наличие термостатов у отопительных приборов обусловлено требованиями действующих нормативных документов и социальной защищенностью граждан, эти устройства предоставляют возможность регулирования температуры в каждом помещении здания. Термостаты предназначены для утилизации свободного тепла (теплоизбытков), что дополняет комплексный эффект энергосбережения. Балансировочные клапаны – устройства, необходимые для гидравлической увязки системы отопления, т.е. расчетного распределения теплоносителя между стояками. При этом обеспечение гидравлической устойчивости работы системы необходимо во всех режимах эксплуатации системы отопления, а не только в расчетных. Эту задачу способны решить только автоматические балансировочные клапаны, которые могут балансировать систему отопления в динамическом режиме в течение всего отопительного сезона, когда тепловые нагрузки на здание, а, следовательно, и гидравлические характеристики системы отопления отличаются от расчетных и изменяются в диапазоне от минимальных до максимальных значений. Автоматические балансировочные клапаны разделяют систему отопления на гидравлические зоны – стояки, не влияющие на работу друг друга, что обеспечивает стабильную, бесшумную работу терморегуляторов.

Совместно с Префектурой ЮАО г. Москвы было проведено обследование объектов жилого фонда с наиболее высокими показателями сверхнормативного потребления тепловой энергии в отопительный период весна/осень 2013 г. (Гкал/год), и сделаны выводы о целесообразности установки автоматизированных узлов управления.

В Управляющих компаний были получены данные о потреблении тепловой

энергии на центральное отопление помесячно для каждого жилого дома в Гкал/год и тыс.руб/год, а также договорная нагрузка ОАО «МОЭК».

Исходя из среднемесячной температуры отопительного периода весна/осень 2013 г., количества дней в месяце (табл. 1) и полученных данных о суммарном потреблении тепловой энергии за тот же период и договорной нагрузке, было вычислено расчетное потребление и «перетоп» в Гкал/год и тыс.руб/год для оценки целесообразности установки АУУ.

Таблица 1

Среднемесячная температура отопительного периода весна/осень 2013 г.

Январь	Февраль	Март	Апрель	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
-8,5	-4	-6,6	6,1	10,3	6,6	4	-2
31	28	31	30	30	31	30	31

$$Q_p = Q_d \cdot 24 \cdot \sum_{i=0}^8 \frac{d_i \cdot (18 - t_i)}{46},$$

где Q_p – расчетная нагрузка, Гкал/год,

Q_d – договорная нагрузка ОАО «МОЭК», Гкал/год,

d_i – количество дней в месяце,

t_i – среднемесячная температура,

i – количество месяцев в отопительном периоде.

$$Q_{\Pi} = Q_p - Q_{\Phi},$$

где Q_{Π} – «перетоп» жилых домов, Гкал/год,

Q_{Φ} – фактическое потребление тепловой энергии, Гкал/год.

Аналогично были рассчитаны показатели в тыс.руб/год.

Было проведено инструментальное обследование жилых домов с «перетопом» более 150 тыс.руб/год для определения температурного графика (95-70 / 105-70 / 120-70 / 130-70 / 150-70, °С), гидравлического графика (давление на вводе P_1 , P_2 , кгс/с), наличия транзитного трубопровода центрального отопления (есть/нет, если есть – разгружен/не имеет возможности для разгрузки), плана подвала (техподполья), узла коммерческого учета (есть/нет), количества стояков отопления. Далее был выполнен расчет простого периода окупаемости, ниже представлена таблица с результатами выполненного расчета

на примере 10 жилых домов (табл. 2).

Таблица 2

Простой период окупаемости установки АУУ

№ п/п	Адрес	Цена за АУУ, тыс. руб., с НДС	Цена за монтаж и согласование, тыс. руб., с НДС	Цена за балансировку стояков, тыс. руб., с НДС	Потенциал экономии			Простой период окупаемости, лет
					Гкал/год	тыс. руб./год	%	
1	ул. Лебедянская д.15 к.2	580	260	320	447,30	644,33	41	1,88
2	б-р. Кленовый д.13 к.3	580	250	216	165,18	237,95	23	4,61
3	ул. Судостроительная д.32	410	230	384	298,63	430,17	52	2,50
4	ул. Якорная д.5 к.2	610	280	495	551,05	793,79	42	1,81
5	ш. Варшавское д.131 к.1	580	260	216	186,73	268,99	25	4,11
6	пр-т Пролетарский д.33 к.2	640	300	252	145,91	210,18	18	5,91
7	пр-т Пролетарский д.33 к.4	640	300	252	143,14	206,19	18	6,02
8	ул. Бакинская д.8	640	300	306	211,48	304,64	21	4,25
9	ул. Бакинская д.19	640	300	306	187,32	269,84	21	4,80
10	ул. Бакинская д.21	640	300	306	186,31	268,39	21	4,83

Заключение

Автоматизированные узлы управления в настоящий момент являются одним из наиболее экономически выгодным энергосберегающим мероприятием, которое может быть направленно на уменьшение потерь тепловой энергии в жилых домах. Учитывая то,

что Департамент топливно-энергетического хозяйства города Москвы проводит работу с различными инжиниринговыми компаниями, позволяя им заключать «энергосервисные» контракты с Управляющими компаниями сроком до 5 лет для установки АУУ и получения прибыли в размере экономии тепловой энергии, выраженной в тыс.руб/год на протяжении всего срока действия контракта, это отодвигает на второй план необходимость государственного финансирования установки АУУ и открывает возможности массового внедрения данных узлов.

Список литературы

1. Полежаев Л.К. Новый идеологический подход к реформе ЖКХ // Жилищное и коммунальное хозяйство. 2001. №7. С. 6-10.
2. Реутов Б.Ф., Наумов А.Л., Муравьев В.В., Пыжов И.Н. Национальный доклад. Теплоснабжение Российской Федерации. Пути выхода из кризиса / под ред. Семенова В.Г. М.: АНО «РУСДЕМ-ЭнергоЭффект», 2002. 141 с.
3. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. М.: Стройиздат, 1979. 248 с.
4. Басин А.С. Общие и региональные проблемы надежности теплообеспечения населения в городах. Обоснование требований надежности // Известия вузов. Строительство. 1999. № 7. С. 122-127.
5. Басин А.С. Общие и региональные проблемы надежности теплообеспечения населения в городах. Структура систем теплообеспечения // Известия вузов. Строительство. 2002. № 11. С. 60-67.
6. СанПиН 2.1.4.2496-09. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Российская газета. Федеральный выпуск, 2009. № 4916.
7. Переход на независимые схемы теплоснабжения // Энергосовет. 2009. №4 (4). С. 29-30.
8. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2004 г. №188-ФЗ. Жилищный кодекс Российской Федерации. Российская газета. Федеральный выпуск, 2005. №3670.
9. Автоматизированные узлы управления. Альбом. М.: Danfoss, 2009. 108 с.
10. Бурцев В.В. Оптимизация теплопотребления зданий с помощью систем автоматического регулирования: дис. ... канд. тех. наук. Новосибирск, 2007. 162 с.
11. Вольхина К.Ф., Малахова А.М., Мартынова К.В., Самородова С.В., Сидоркина Д.А. Применение средств автоматизации Danfoss в тепловых пунктах систем централизованного теплоснабжения зданий / под ред. Невского В.В. М.: Danfoss, 2013. 62 с.