

УДК 621.182.3

В.В.Исаев, Н.Н.Шаповалов
А.А.Шишкин
ООО АП "ДИССО"
В.С.Слепчёнок
ГП "ТЭК СПб"

Определение фактического теплового режима системы теплоснабжения - путь к экономии энергоресурсов

Обследование состояния тепловых сетей методом последовательного дистанционного зондирования современными тепловизионными системами с летательных аппаратов, а затем новейшей наземной диагностической аппаратурой осуществляется в ГП "ТЭК СПб" в течение 7 лет предприятием "ДИССО", которое проводит успешно данные работы не только в Санкт-Петербурге, но и в Северо-Западном регионе России. Для этих целей на предприятии внедрена "Программа оперативного контроля состояния тепловых сетей", разработанная специалистами ООО АП "ДИССО". На основании материалов дистанционной диагностики формируется база данных, характеризуются места повышенных тепловых потерь для дальнейшего прогнозирования динамики развития отдельных дефектов во времени. Работы по созданию базы данных состояния тепловых сетей в течение нескольких лет проводятся в Колпинском, Красногвардейском, Ломоносовском и Пушкинском районах Санкт-Петербурга. Поэтапно обновляется база данных после анализа динамики развития аномалий[1].

Одновременно применяемая оригинальная методика, основанная на принципах тепловидения и акустолокации, позволяет с точностью до 0,2 м определить без вскрытия грунта места существенных повреждений на тепловых сетях, оценить состояние тепло- и гидроизоляции, составить схему дефектных участков с последующей выдачей рекомендаций по очередности проведения планово-ремонтных работ. Полученные данные будут вноситься в электронный паспорт участков тепловой сети, разработанный и внедрённый на филиалах предприятия специалистами Военного инженерно-технического университета.

Накопление опыта работы по диагностике состояния тепловых сетей и современного парка приборов у предприятия "ДИССО" позволило расширить сотрудничество и приступить к следующему этапу обследования по определению теплового режима тепловых сетей и абонентов. Причём, определение количества тепла, теряемого по-

требителями, является задачей относительно новой, что потребовало нового подхода при её решении.

Для ее решения специалистами предприятия "ДИССО", а также привлеченными сотрудниками, выполнен значительный объем научно-исследовательских работ, результатом которых явилось создание методики комплексного обследования (дистанционные тепловизионные и контактные теплотемпературные измерения) ограждающих конструкций, позволяющей оценить их теплозащитные свойства и определить участки со сверхнормативными потерями тепла.

В апреле - мае 1997 года по заявке Пушкинского филиала ГП "ТЭК СПб" в г.Пушкине выполнены комплексные работы по определению теплового режима на участке "Кузьминская котельная - квартал N 1Б"[2].

Целью работ по определению теплового режима тепловых сетей и абонентов Кузьминской котельной являлось:

- установление величин потоков теплоносителя при его передаче и распределении;
- определение количества тепла, потребляемого абонентами при заданном режиме работы котельной;
- выявление участков тепловых сетей и ограждающих конструкций зданий с теплотерями, превышающими установленные нормативы.

Для решения поставленной задачи был выполнен следующий комплекс работ:

- детальное обследование тепловых сетей на основе анализа результатов тепловой аэросъемки с целью выявления существующих мест утечек теплоносителя и мест нарушения тепло- и гидроизоляции;
- измерение величин потоков теплоносителя в узловых точках тепловых сетей и непосредственно на тепловых пунктах и элеваторных узлах абонентов;
- оценка теплозащитных характеристик ограждающих конструкций зданий по результатам тепловизионного обследования и контактных термометрических измерений.

При выполнении работ использовались два типа инфракрасных приборов: тепловизор с чувствительностью $0,1^{\circ}\text{C}$ и пирометр с погрешностью измерений 1% - для замера температур в различных точках.

Для определения объемного расхода теплоносителя был применен портативный расходомер-счетчик энергии с точностью измерения расхода $\pm 2\%$.

При производстве теплофизических измерений использовались серийно выпускаемые контактные приборы: тепломер - для измерения плотности тепловых потоков и термощуп - термометр.

Измерение величин потоков теплоносителя осуществлялось в тепловых камерах и участках трубопроводов на вводе в дома, в подвалах зданий перед каждым элеваторным узлом и, где было возможно, в тепловых пунктах. Обследование ограждающих конструкций зданий (глухие стены и крыши) проводилось согласно соответствующих ГОСТов и СНиПов.

Оценка теплоизоляции тепловых сетей выполнена по методике, основанной на зависимости между относительным увеличением теплового потока Q от подземной теплотрассы и относительным увеличением суммы температурных контрастов St на земной поверхности над теплотрассой:

Все полученные данные обрабатывались с помощью специализированного программного обеспечения, разработанного на предприятии "ДИССО".

По результатам работ составлена "Схема распределения тепла на участке теплоснабжения "Кузьминская котельная – квартал 1Б г.Пушкина" (рис.1), определены величины теплопотерь через стены и крыши обследованных зданий (табл.), а также с подземных тепловых трубопроводов.

Дополнительно произведена сравнительная оценка теплозащитных свойств труб с различной теплоизоляцией — АПБ и ППУ (рис.2).

В результате выполненных работ установлено, что тепловые потери имеются во всех звеньях участка теплоснабжения "Кузьминская котельная – квартал 1Б".

По данным обследования можно сопоставить величины общих, нормативных и сверхнормативных теплопотерь при транспортировке и потреблении тепла.

При анализе тепловых потерь используем информацию, приведенную на рис.1 и в табл.

Общий расход тепла на обследуемом участке теплоснабжения в период обследования составил $5,9 \text{ Гкал/ч}$.

Основными потребителями тепла в квартале 1Б являются здания ПОРПО, комплекс зданий ЛОПИ и 11 жилых домов по ул.Хазова, Петербургскому шоссе и Детскосельскому бульвару.

По результатам измерений параметров теплоносителя, совокупное потребление тепла составляет $5,074 \text{ Гкал/ч}$.

Следовательно, потери тепла при его транспортировке к потребителям по трубопроводу составили:

$$5,9 \text{ Гкал/ч} - 5,074 \text{ Гкал/ч} = 0,826 \text{ Гкал/ч} .$$

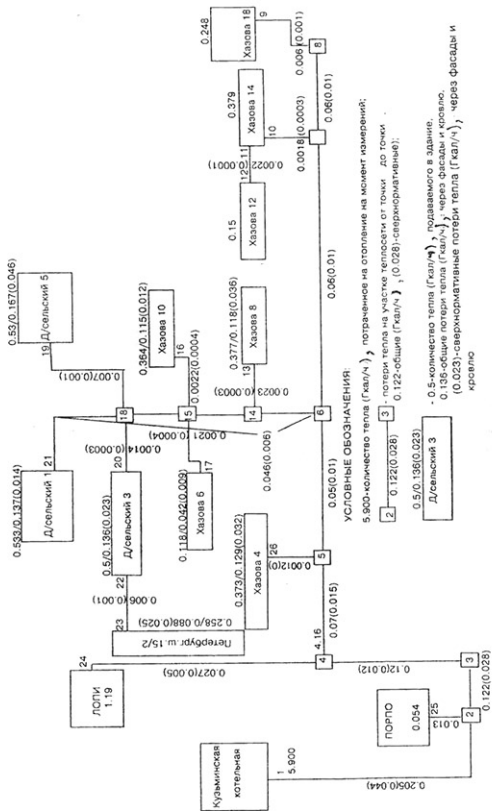
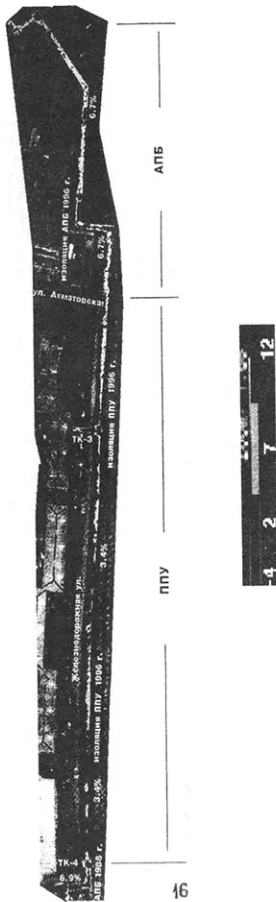


Рис. 1. Схема распределения тепла на участке теплоснабжения Кузьминская котельная – квартал 15 г. Пушкина

Сравнение теплозащитных свойств изоляции АПБ и ППУ
(на примере участка магистрали тепловой сети г. Пушкина, диаметр – 500 мм, год прокладки – 1996)



Потери тепла через изоляцию АПБ в 1,97 раза выше, чем через ППУ

Рис.2

**СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ КВАРТАЛА "16" г. ПУШКИНА**

Адрес	Количество потребляемого тепла из системы централизованного теплоснабжения, Гкал/ч (% от нормативной величины)		Стены фасадов			Крыши			Суммарные теплопотери через стены фасадов и крыши
	Проектное	Среднее значение теплопередаче $R_{ср}$ ($m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C / kкал$)	Величина теплопотери	Коэффициент теплопроводности однородности (τ)	Удельный тепловой поток (q), $kкал / ч \cdot m^2$	Общие теплопотери, $kкал / ч \cdot ^\circ C$	Общие, $kкал / ч$	в т.ч. сверхнормативные, $kкал / ч$	
Детскосельский бул.,1	0.533 (98)	1,1	0,99	116640	0,86	6,1	20451	137091	13914
Детскосельский бул.,3	0.5 (100)	1,11	0,93	115481	0,87	7,2	20229	135710	23393
Детскосельский бул.,5	0.53 (97)	1,11	0,79	145800	0,87	6,8	21509	167309	46046
Петербургское шоссе, 15/2	0.258 (100)	1,11	0,79	78600	0,83	7,3	8958	87558	25123
ул.Хазова, 4	0.373 (89)	1,11	0,82	114270	0,86	6,7	15155	129425	32089
ул.Хазова, 6	0.118 (78)	1,11	0,88	37492	0,79	7,4	4348	41840	9082
ул.Хазова, 8	0.377 (91)	1,11	0,74	104976	0,92	6,4	14007	118983	36113
ул.Хазова, 10	0.364 (88)	1,11	1,0	97120	0,88	6,5	17417	114537	11854
ИТОГО:	3,053			810379			122074	932453	197614

Оценка теплопотерь с участков тепловой теплосети с использованием данных тепловой аэросъемки дает нам величину 0,811 Гкал/ч.

Таким образом, величина теплопотерь на участке теплосети, полученная двумя различными методами отличается на 2%.

Оценим значения теплопотерь на теплосети относительно общего расхода тепла на участке теплоснабжения "Кузьминская котельная - квартал 1Б". Они составляют 13,7%, в том числе, нормативные - 11,3%, а сверхнормативные - 2,4%.

Результаты, полученные в ходе выполнения работ, позволяют сопоставить теплопотери на теплосети при транспортировке тепла к потребителю с теплопотерями у потребителя. Для этого рассмотрим режим теплоснабжения восьми жилых зданий в квартале 1Б (ул.Хазова, 4, 6, 8, 10; Детскосельский бульвар, 1, 3, 5; Петербургское шоссе, 15/2).

Тепло в эти здания подается по магистральному трубопроводу, проложенному по ул.Хазова (участок от ТК 1 (т.4) до ТК 2 (т.6)) и далее по внутриквартальной теплосети.

На транспортировку и потребление тепла расходуется 3,25 Гкал/ч тепла, из них совокупные потери на участке магистральной и внутриквартальной тепловой сети составляют 0,18 Гкал/ч, в том числе, нормативные – 0,15 Гкал/ч и сверхнормативные – 0,03 Гкал/ч. Совокупные потери тепла с глухих стен и крыш этих восьми зданий составляют 0,93 Гкал/ч, в том числе, нормативные – 0,73 Гкал/ч и сверхнормативные – 0,2 Гкал/ч.

Общие теплопотери составят:

$$0,18 \text{ Гкал/ч} + 0,93 \text{ Гкал/ч} = 1,11 \text{ Гкал/ч} ,$$

из них 16% теряется при транспортировке тепла, а 84% – у потребителей.

Сверхнормативные теплопотери составят:

$$0,03 \text{ Гкал/ч} + 0,2 \text{ Гкал/ч} = 0,23 \text{ Гкал/ч}$$

из них 13% приходится на тепловые сети, а 87% - на потребителя.

Таким образом, общие теплопотери через глухие стены и крыши зданий в 5,2 раза превышают общие теплопотери на тех участках теплосети, по которой подводилось тепло к зданиям, а сверхнормативные - в 6,7 раза соответственно.

Следует иметь ввиду, что у потребителя оценены только теплопотери через глухие стены и крыши, которые по результатам различных наблюдений составляют не более 40% от общих потерь тепла зданием. Остальные 60% приходятся на оконные и дверные проемы, вентиляцию, полы, подвалы и т.д.

При средней себестоимости 1 *Гкал* тепла по Пушкинскому филиалу ГП "ТЭК СПб" около 129 000 рублей, финансовые затраты, обусловленные наличием теплопотерь во всех звеньях участка теплоснабжения "Кузьминская котельная - квартал 1Б", являются весьма значительными, причем, львиная доля теплопотерь санкционирована, т.к. они относятся к нормативным.

Вместе с тем большие непроизводительные расходы при транспортировке, распределении и потреблении тепла ложатся тяжким бременем на плательщиков.

Одним из действий, направленных на сокращение теплопотерь, является ужесточение требований к теплозащитным свойствам зданий. В соответствии с решением Минстроя РФ, с января 2000 года нормативный уровень теплозащиты ограждающих конструкций зданий увеличивается в 3-4 раза по сравнению с нормами действующего в настоящее время СНиПа.

Адекватным шагом сокращения теплопотерь с тепловых сетей может быть использование трубопроводов с более эффективной теплоизоляцией.

В ходе работ по обследованию технического состояния теплосетей г. Пушкина выполнена сравнительная оценка теплопотерь на участках подземной теплотрассы с различным типом тепло- и гидроизоляции. Обследованы два участка теплотрассы по ул. Железнодорожной, на одном из которых проложены трубы в изоляции ППУ, а на другом – в изоляции АПБ. Трубы проложены в 1996 г., условия заложения и диаметр труб идентичны.

Установлено, что величина плотности теплового потока, а следовательно, и тепловые потери над участком труб в изоляции ППУ в 1,97 раза меньше, чем над участком труб в изоляции АПБ (рис.2).

По имеющейся у нас информации, практически на всем участке теплоснабжения "Кузьминская котельная – квартал 1Б" проложены трубы в изоляции АПБ. Оценим экономическую целесообразность использования здесь труб в изоляции ППУ.

Основные теплопотери теплотрассы установлены на магистральном участке от Кузьминской котельной до т.8 (ввод в дом по ул.Хазова,18), они составляют 0,69 *Гкал/ч*, или в рублях за отопительный сезон - 470 млн. рублей.

Протяженность участка 2,3 км.

Таким образом, за отопительный сезон с 1 погонного км этого участка теплосети теряется тепла на 204 млн. рублей.

При использовании труб в изоляции ППУ теплопотери уменьшаются в 1,97 раза, экономия составит 101 млн. рублей в год.

Предложенный метод оперативного контроля позволяет уверенно выявлять источники избыточных потерь тепла и оценивать их

интенсивность. Регулярное проведение работ по анализу теплового режима системы теплоснабжения позволит не только регистрировать ее реальное эксплуатационное состояние, но и поможет эффективно планировать работы по ремонту, содержанию городского жилого фонда, тепловых сетей и, в конечном итоге, приведет к снижению энергопотребления и экономии энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Определение технического состояния тепловых сетей г. Пушкина: Отчет / ООО АП "ДИССО". СПб, 1997.
2. Определение теплового режима на участке "Кузьминская котельная – квартал 1Б г. Пушкина": Отчет / ООО АП "ДИССО". СПб, 1997.