

# Тепловизионный контроль участка теплотрассы в г.Сочи. Опыт проведения и результаты.

**А.И. Шарлай,**

заместитель директора МУП г. Сочи «Сочитеплоэнерго»

**К.П. Ильин,**

главный инженер МУП г. Сочи «Сочитеплоэнерго»

**И.Г. Филиппов,**

генеральный директор СДС — Лабораторного центра  
ООО «Радиационно Безопасный Продукт», г. Москва

**Е.В. Абрамова,**

ООО «НУЦ «Качество», г. Москва, к.т.н.

В нашей стране, как было отмечено в работе Ю.В. Полежаева, чл.-корр. РАН [1] (журнал «Энергонадзор и энергобезопасность» № 4, 2008 г.) коэффициент использования топлива (имеется в виду эффективность использования) не более 60%, а потери в тепловых сетях достигают 30%. Отсюда увеличивается расход топлива на обогрев 1 м<sup>2</sup> жилой площади и безостановочный рост тарифов в системе ЖКХ. Сами теплотрассы имеют значительный срок эксплуатации и нуждаются в непрерывном мониторинге состояния и ремонте.

Зимние олимпийские игры 2014 года в г. Сочи один из основных современных проектов России. Будут построены сотни новых объектов олимпийской инфраструктуры. Их безупречное функционирование — государственная задача. Дополнительная нагрузка ляжет и на теплосети г. Сочи. В связи с этим МУП «СТЭ» проводит полную ревизию и мониторинг состояния всех теплотрасс в городе.

В данной статье авторы расскажут об опыте и результатах проведения тепловизионного контроля участка теплотрассы в г. Сочи, однако в начале хотелось бы затронуть некоторые общие вопросы применения тепловизоров при контроле теплосетей.

Отражением тепловых процессов вокруг подземных теплотрасс является распределение температур на поверхности грунта над их прокладкой. Это дает возможность использования тепловизионной техники для оценки состояния самих теплотрасс подземных прокладок. Градиенты температур в местах аномалий, а так же в месте прохождения самой теплотрассы по отношению к окружающей почве достигают десятков градусов Цельсия, что при современ-

ном развитии тепловизионной техники делает их четко детерминированными. Чувствительность современного тепловизора — менее 0,1 °С. Типичный снимок с помощью тепловизионной камеры теплотрассы с поверхности земли оператором, подтверждающий эти слова, приведен на рис. 1.



Рис. 1.

Очевидно, что проведение тепловизионных исследований теплотрасс целесообразно проводить в осенне-зимний период, когда разница температур окружающей среды и поверхности земли над теплотрассой максимальна. Однако, слишком сильные морозы и устойчивый снеговой покров — полностью препятствуют проведению исследований. Забегая вперед, необходимо отметить что г. Сочи в этом плане показателен тем, что даже при теплом курортном климате города данные работы возможны (хотя и в менее протяженные сроки) и эффективны.

Часто теплотрассы проходят под полотном автомобильных дорог. Может показаться, что 0,20–0,30 м слой асфальта мешает проведению тепловизионных исследований. Действительно, температурный

ареал на асфальте будет меньше, компактнее, чем на поверхности земли. Процессы диссипации тепловой энергии на асфальте менее выражены чем на открытой земле. Это обстоятельство может быть существенно негативно только при проведении тепловизионной аэросъемки. При наземной съемке слой асфальта наоборот резче очерчивает (фокусирует) возможные температурные аномалии, что и подтвердили проведенные работы.

Существуют несколько способов снятия термограмм различающихся размещением самого оператора с тепловизором и расстоянием от анализируемого объекта. Это тепловизионная аэросъемка с большой высоты с использованием вертолетов или самолетов. Пешеходная съемка с высоты рук оператора, с борта автомобиля или с использованием естественных возвышений (крыши домов, башни и т.д.). При современном развитии техники возможно использования радиоуправляемых беспилотных вертолетов с трансляцией картинки с поднятого тепловизора на землю. Спутниковое инфракрасное наблюдение за земными объектами (теплотрассы в этом плане идеальны — их протяженность сотни километров), наверно сняло бы многие проблемы отечественного ЖКХ.

Анализ метода тепловизионной аэросъемки с вертолета позволяет сделать вывод, что все его достоинства на практике нивелируются его дороговизной и сложностью в реализации (получение всевозможных разрешений компетентных органов не только на пролеты вертолета, а на и установку на его борт необходимого навесного оборудования). Поэтому, целесообразней при необходимости аэросъемки привлекать для этих целей парапланы с моторами (это во всех случаях дешевле и существенно проще в плане организации). Думается, что комплектовать такие полеты следует тепловизорами с разрешением неохлаждаемой матрицы не менее 320 на 240, а не термосканерами отечественного производства.

Перейдем теперь к конкретному описанию исследований и результатов работ проведенных в г. Сочи. Техническое задание к договору было сформулировано следующим образом: проведение оценки состояния тепловой сети, проложенной в непроходных подземных каналах, посредством тепловизионного контроля, поиск мест предполагаемых разрушений тепловых сетей (разрушение тепловой изоляции, затопление канала горячей водой из подающего, обратного или обоих трубопроводов одновременно, частичное или полное разрушение стенок канала, разгерметизации тепловой сети) по аномалиям температурного поля на поверхности земли, определение конкретных мест локализации теплотрассы, нуждающихся в срочном ремонте. Общая суммарная протяженность исследованных участков теплотрасс составила 2000 м, из них 1200 м трасса проходила под

асфальтом автомобильных дорог, 400 м — рынки, торговые площади, 400 м — газоны и лесопарковые зоны.

Для выполнения работ привлекалось три специалиста Лаборатории ООО «Радиационно Безопасный Продукт» (в дальнейшем по тексту ООО «РБП») и сотрудники МУП «СТЭ». Водитель автомобиля, руководитель работ (второй уровень квалификации по методам неразрушающего контроля) и программист-оператор фиксирующей аппаратуры. ООО «РБП» аттестовано в единой системе оценки соответствия на объектах, подконтрольных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору с областью аккредитации, включающую котлы и трубопроводы, с видом неразрушающего контроля — тепловой. Двое сотрудников лаборатории обучены в ООО «НУЦ «Качество» по второму уровню квалификации по методам неразрушающего контроля, а один по первому.

Работы проходили в вечерне-ночное-утреннее время в третьей декаде января 2009 г. На продолжительность работ повлияла неблагоприятная погода (морозящий дождь), фактически увеличив срок выполнения на один день. Общая продолжительность работ — три дня. Время проведения работ обусловлено двумя обстоятельствами: максимальным градиентом температур окружающей среды и минимальной загруженностью автодорог в городе.

Были сняты видео-, фото- термограммы участка теплотрассы с помощью поверенной тепловизионной видео камеры NEC 7700 (разрешением неохлаждаемой матрицы микроболометра 320 на 240) и определены с их помощью локализации аварийных зон. В тех местах, где прокладка теплотрассы проходила под асфальтом, или вдоль проезжей части дороги съемка видео термограммы была осуществлена с борта (через верхний полностью съемный люк) специально оборудованного автомобиля повышенной проходимости. Запись видеосигнала в формате MPEG-4 осуществлялась на жесткий диск ноутбука. Выявленные подозрительные участки теплотрассы, дополнительно исследовались пешеходным способом (съемка фототермограмм с высоты роста или с близлежащих естественных возвышений). В тех же местах, где было невозможно подъехать непосредственно к месту прокладки теплотрассы (газоны, парк, рынок, дворы и т.д.), была применена пешеходная фотосъемка термограмм.

Результатом проведенного исследования стало обнаружение девяти участков с аномалиями температурного поля на поверхности земли. При последующем бурении шурфов в указанных местах сотрудниками МУП «СТЭ» были обнаружены разрушения теплоизоляционного слоя и одна утечка теплоносителя. Еще на трех участках, в данный момент,



Рис. 2.

планируются диагностические работы (получаются согласования). Теплограмма с предполагаемым местом утечки теплоносителя из теплотрассы приведена на рис. 2.

В процессе обработки теплограмм (особенно это заметно при их большом количестве) и составлении отчета столкнулись со следующей проблемой — сложностью сопоставления мест отснятых теплограмм с реальным местом на карте города. Это затруднение успешно решается с использованием новых более совершенных тепловизоров со встроенными GPS-приемниками (например, последний тепловизор FLIR серии P), которые каждой фотографии термограммы автоматически приписывают ее GPS координату, а затем компьютер разносит их в надлежащие места на электронной карте города.

Недостаток теплового метода состоит в том, что из-за наличия аддитивных помех одному и тому же распределению температур поверхности грунта может соответствовать различный набор дефектов и аномалий. Расшифровка термограмм поставляет оперативную информацию о разнообразных глубинных процессах в зоне прокладки теплотрасс, однако возникающие помехи снижают вероятность обнаружения реальных дефектов и аномалий. Инженеру, расшифровывающему теплограммы, действительно необходим большой опыт практических работ.

В дальнейшем при проведении подобных исследований лаборатория ООО «РБП» планирует использование, дополнительно к тепловизионному методу, еще один метод дистанционного неразрушающего контроля — метод магнитной памяти металла, который не зависит от температуры окружающей среды. С другой стороны, этот метод очевидно не пригоден для диагностики пластиковых труб.

Тем не менее, метод исследований теплотрасс с помощью тепловизора — остается одним из единственных, позволяющим оперативно, в режиме реального времени, получить информацию о наличии и локализации аварийно опасных участков.

#### Литература

1. Ю.В. Полежаев «Теплоснабжение: проблемы и перспективы» // Энергонадзор и энергобезопасность, 2008 г. — № 4.