

ТЕПЛОВАЯ АЭРОСЪЕМКА КАК МЕТОД ПРЕВЕНТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ НАЛЕДЕЙ НА КРЫШАХ

© 2012 г. **Б. В. Шилин**, доктор геол.-мин. наук; **В. Н. Груздев**

Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,
Санкт-Петербург

E-mail: vicgruz@gmail.com

В последние годы средства массовой информации и Администрация Санкт-Петербурга отмечают исключительную актуальность разработки новых методов борьбы с наледями на крышах. Тепловая аэросъемка может быть использована как превентивный метод обнаружения участков тепловых аномалий на верхних ограждающих конструкциях зданий, где возможно образование наледей.

Ключевые слова: тепловизор, тепловая аэросъемка, теплопотери зданий.

Коды OCIS: 110.3080, 120.1880.

Поступила в редакцию 16.03.2012.

Важнейшей в проблеме энергоэффективности и энергосбережения является задача разработки быстрых и объективных методов контроля. Такой метод – инфракрасная (или тепловая) аэросъемка разработан в последние десятилетия учеными и инженерами нашего города. Была создана и освоена промышленностью отечественная тепловизионная аппаратура, размещаемая на авианосителях; разработана методика тепловой аэросъемки и интерпретации ее результатов. В первую очередь последнее относится к контролю состояния подземных систем теплоснабжения [1]. Первые работы в нашем городе были выполнены в 1986 году с отечественным авиационным тепловизором “Вулкан”. С 2003 года тепловая аэросъемка Васильевского острова, Петроградской стороны и всех районов южнее р. Невы по заказу “Теплосетей Санкт-Петербурга” проводится ежегодно. Новейший отечественный авиационный тепловизор “Малахит” [2] с полем обзора 120° позволяет выполнять аэросъемку большей площади, т. е. в поле зрения аэросъемки попадают не только теплотрассы, но и все городские объекты.

Предварительный просмотр материалов тепловой аэросъемки последних лет показывает, что на них могут быть выделены участки аномальных теплопотерь верхних частей ограждающих конструкций (крыш) зданий, а именно эти участки являются наиболее благоприятными

местами образования наледей из-за повышенного теплового потока.

Тепловая аэросъемка регистрирует температурное поле земной поверхности в виде изображения (аэроснимка), контрасты которого являются функцией температуры. Современные авиационные тепловизоры фиксируют температурное поле с высоким геометрическим (для тепловизора “Малахит” это примерно 30 см при высоте полета 250 м) и высоким температурным (десятые доли градуса) разрешением, т. е. на земной поверхности могут быть зафиксированы малоразмерные и малоконтрастные объекты*. Это предопределило высокую эффективность и широкое внедрение тепловой аэросъемки для целей диагностики состояния подземных городских систем теплоснабжения. Теплотрассы в целом и их аномальные зоны, связанные с предаварийными и аварийными участками, уверенно регистрируются тепловой аэросъемкой [1].

Кроме теплотрасс, и многие другие объекты городской инфраструктуры характеризуются наличием аномалий на тепловых аэроснимках. Это, в первую очередь, промышленные предприятия и объекты энергетики с большими потерями тепла; заметные аномалии наблюда-

* Тепловизор “Вулкан” при той же температурной чувствительности имеет геометрическое разрешение примерно 1,8 мрад и поле обзора 90°.

ются над многими объектами гражданской застройки. Как известно, это в основном связано с такими техническими нарушениями, как плохая изоляция “верхнего розлива”, вывод вентиляционных каналов на чердак, плохая изоляция кровли и т. п. За счет возникающих по этим причинам теплопотерь формируются стационарные тепловые аномалии на различных участках верхних ограждений зданий. Эти аномалии и являются участками, наиболее благоприятными для образования наледей.

Для оценки эффективности применения тепловой аэросъемки при решении задачи борьбы с наледями были использованы материалы тепловой аэросъемки, полученные при исследовании состояния подземных систем теплоснабжения Санкт-Петербурга. Такие работы выполняются в нашем городе с 2003 года регулярно в режиме мониторинга (в 2011 году дважды – весной и осенью). Технические характеристики отечественного серийного авиационного тепловизора “Малахит” позволяют эффективно и экономично проводить площадную тепловую аэросъемку города, как это делается при аэрофотосъемке. При этом формируется площадная тепловая карта города, где находят отображение все объекты теплоэнергетики города и его инфраструктуры, т. е. все верхние ограждающие конструкции зданий (крыши).

Для уменьшения влияния солнечного нагрева, создающего ложные тепловые аномалии, тепловая аэросъемка теплосетей проводится в пасмурную погоду глубокой осенью или ранней весной на высоте полета около 300 м. Для увеличения достоверности интерпретации материалов тепловой аэросъемки одновременно проводится аэрофотосъемка сопровождения с помощью современных цифровых фотоаппаратов. Аэрофотоснимки имеют лучшее геометрическое разрешение и позволяют более уверенно идентифицировать аномалии теплосетей и отделить различные ложные аномалии, например связанные с солнечным нагревом. Все эти положения относятся и к тепловым аномалиям верхних ограждений зданий. По сравнению с теплосетями эти аномалии менее контрастны и могут иметь любую форму.

Бортовая цифровая информация – тепловизионная, фотосъемочная, навигационная – в дальнейшем обрабатывается по специальным программам, позволяющим осуществить вывод тепловых и фотоизображений, их геометрическую и радиометрическую коррекцию, постро-

ить тепловые карты города и отдельных районов, создать каталоги тепловых и аэрофотоснимков с привязкой к цифровой карте города.

Наиболее детально были проанализированы результаты аэросъемки 2011 года городских районов южнее реки Невы, Васильевского острова, а также некоторые материалы прошлых лет. Анализ материалов аэросъемки начинается с тепловой карты, на которой могут быть выделены площади или группы строений для детальной интерпретации. На тепловой карте и ее увеличенных фрагментах хорошо видны участки подземных теплосетей, четко выделяются отдельные дома с высокими общими потерями тепла, дома с удовлетворительной изоляцией верхних ограждений, мощные выносы из вентиляционных каналов зданий. Последние характеризуются правильной структурой местоположения и хорошо видны на аэрофотоснимках. Можно сразу выявить дома с высокими потерями тепла, где прежде всего можно ожидать образования наледей.

В качестве примера на рис. 1 представлен тепловой аэроснимок участка старой застройки. Представляют интерес интенсивные локальные аномалии на двух углах обширного квадратного в плане здания. На аэрофотоснимке (не приводится) не удастся идентифицировать аномалии с вентиляционными каналами, и, скорее всего, они связаны с очень сильно нагретыми объектами в чердачном помещении. Этот вывод подтверждается анализом максимально увеличенного (до “развала на пиксели”) аэрофотоснимка.



Рис. 1. Тепловой аэроснимок участка старой застройки. Видны интенсивные локальные аномалии на углах здания (наилучшая наглядность имеет место в цветной палитре).

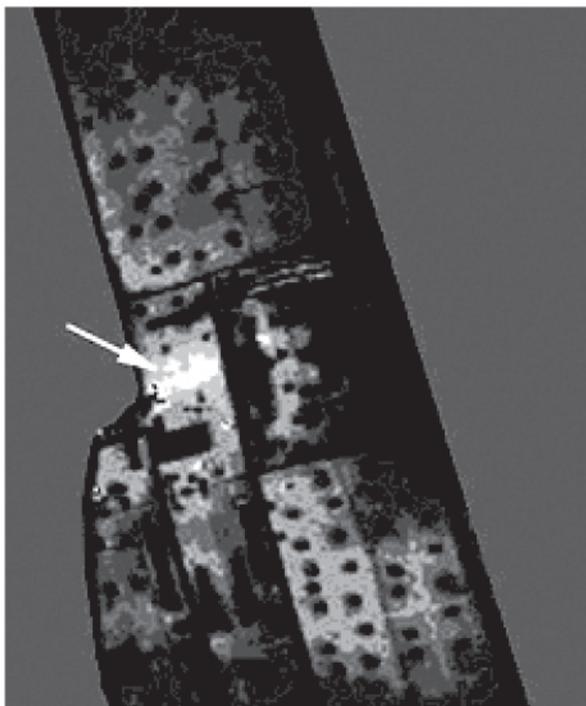


Рис. 2. Тепловой аэроснимок крупного торгово-развлекательного комплекса с аномалиями различной интенсивности.

теплового аэроснимка – здесь видно “расползание” аномалии с уменьшением интенсивности. Площади, занимаемые аномалиями, несомненно, благоприятны для образования наледей.

Рисунок 2 – тепловой аэроснимок хозяйственного здания (торгово-развлекательный комплекс). Интенсивная тепловая аномалия наблюдается в верхней части строения, примерно на одной трети длины от начала; наиболее нагретая часть расположена ближе к краю здания; слабо аномальные зоны отмечаются вблизи интенсивной аномалии и в средней части здания. Анализируя аэрофотоснимок сопровождения (не приводится), можно сделать вывод, что аномалии не связаны с какими-либо объектами на крыше и обусловлены только потерями тепла от какой-то теплоэнергетической установки и плохой изоляцией. Наиболее опасными, с точки зрения интенсивного таяния снега и формирования наледей, является зона яркой интенсивной тепловой аномалии.

Следует отметить, что для подобного типа сооружений информация, полученная при тепловой аэросъемке, имеет очень важное значение. Это показали аварии снежной зимы 2010–2011 гг. (обрушение крыш в больших торговых комплексах и т. п.).

* * * * *

При наличии детальной цифровой топографической карты города привязка выявленных аэросъемкой аномалий легко осуществляется с помощью существующих специализированных программ, разработанных для контроля состояния подземных систем теплоснабжения.

Результаты анализа большого фактического материала тепловой аэросъемки Санкт-Петербурга позволяют сделать достаточно обоснованные практические выводы.

- Тепловая аэросъемка может оказать существенную помощь в борьбе с наледями, так как она способна локализовать участки верхних ограждений зданий, наиболее подверженные образованию наледей.

- Обнаружение этих участков позволит городским службам ЖКХ принять превентивные меры против образования наледей.

Наиболее достоверная интерпретация материалов тепловой аэросъемки и аэрофотосъемки сопровождения может быть достигнута только при совместной работе со специалистами районов, хорошо знакомыми с конкретным состоянием обследуемых зданий.

Внедрение метода не потребует от районных администраций значительных затрат, так как будут использованы уже имеющиеся материалы тепловой аэросъемки подземных систем теплоснабжения.

Тепловая аэросъемка и аэрофотосъемка сопровождения могут быть полезны при решении других задач городского хозяйства, например, при оценке эффективности мероприятий по улучшению теплоизоляции жилых и промышленных зданий, как это делается для подземных теплотрасс [3].

Наличие значительного количества “ложных” аномалий, пестрая “температурная картина” крыш (например, только что покрытые оцинкованным железом участки выглядят очень холодными из-за низкого коэффициента излучения, однако это не означает отсутствия утечек тепла) ухудшают достоверность интерпретации. Поэтому целесообразно рассмотреть возможность проведения аэросъемки в ночное время, как это делают в Москве, или улучшить геометрическое разрешение тепловизора и аэрофотоаппарата. По последнему пути идет аэросъемочное предприятие “Аэроэкология”.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга (договор № 439/11 от 14.11.2011 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шилин Б.В., Молодчинин И.А. Контроль состояния окружающей среды тепловой аэросъемкой. М.: Недра, 1992. 76 с.
 2. Груздев В.Н., Зайцев В.В., Шилин Б.В. Развитие технических средств и методики тепловой аэросъемки // Труды Междунар. конф. “Прикладная оптика-2008” (СПб., 20–24 октября 2008 г.) Т. 3. С. 251–258.
 3. Шилин Б.В., Груздев В.Н., Хотяков В.В. Теплоэнергетика: вид сверху // Берг-коллегия. 2006. Т. 29. № 2. С. 48–49.
-