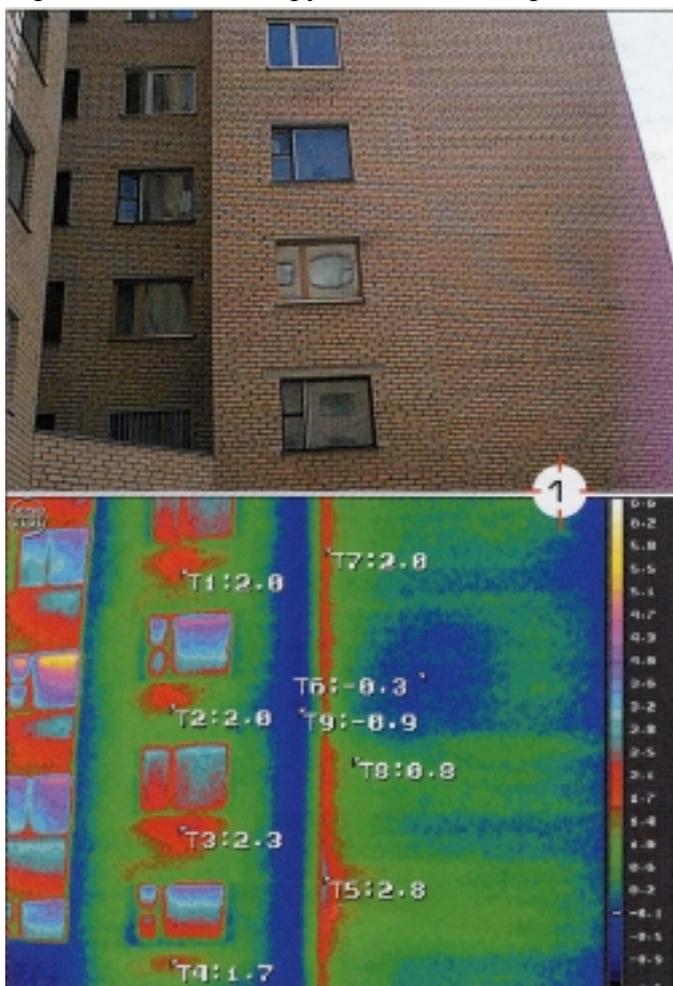


Опубликованная в АиС 1/2001 статья Владимира Войтеховича «Тепловизор не обманешь!» не прошла незамеченной. Она положила начало серьезному осмыслению одной из важных сторон строительного дела - обеспечению надлежащего качества наружных ограждающих конструкций зданий, в которых мы проводим львиную долю нашей жизни. Оказывается, многие стены на первый взгляд теплых домов на поверку дырявые. В теплотехническом смысле. И вторая статья на эту тему, написанная специалистами из Минского политеха, заставляет задаться простым вопросом: кто и когда остановит экспансию этого строительного брака? Думаем, много интересного могут рассказать специалисты минских предприятий МАПИД и МАПОБД, объекты которых "засветились" В.Войтеховича.

ТЕПЛОВИЗОР И НАДЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕПЛОВЛДЖНОСТНОГО РЕЖИМА ЗДАНИЙ



Еще на стадии проектирования здания следует оптимальным образом подобрать строительные и конструкционные материалы, верно выполнить теплотехнические расчеты ограждающих конструкций, а также расчеты систем отопления и вентиляции. При этом



основной критерий для проектировщиков - нормативное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций. И если все выполнено в строгом соответствии с безошибочным проектом, если применены качественные материалы и хорошо налажена работа отопительного и вентиляционного оборудования, то при надлежащей эксплуатации здания его теплопотери минимальны.

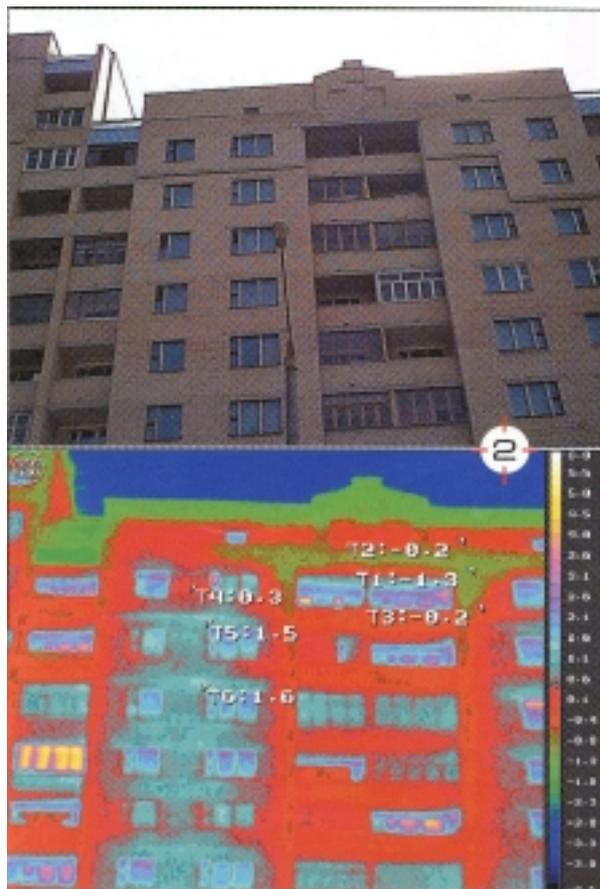
Но это в теории, практика же свидетельствует о существенном неблагополучии в области обеспечения рационального энергопотребления зданий и сооружений. С учетом того, что около 40% топливно-энергетических ресурсов Беларуси уходит только на их эксплуатацию, проблема достижения энергоэффективности при проектировании и строительстве приобретает важнейшее значение. Стоит напомнить, что с середины 1990-х гг. в нашей стране нормативное сопротивление теплопередаче,

например, наружных стен установлено на уровне 2,0 или 2,5 м²·°С/Вт (прежде этот норматив составлял примерно 1 м²·°С/Вт).

Другое направление энергосбережения - организация строгого контроля энергоэффективности зданий и сооружений путем применения так называемых тепловизоров, или термографов, - приборов инфракрасной (ИК) съемки.

Хотя тепловизор пока еще остается дорогостоящим прибором, он, тем не менее, находит все более широкое применение при решении разного рода прикладных задач. Организации, имеющие тепловизоры различных марок, постепенно накапливают ценный опыт использования этих приборов в строительной сфере Беларуси. Причем тепловизоры используются в основном для контроля качества вновь построенных зданий [1, 3], что позволяет выявить недостатки, присущие типовым объектам, и с учетом полученных данных совершенствовать проектные решения. Однако предлагаемое обязательное использование ИК-съемки для приемки зданий [2, 3] ограничивает сроки приемки продолжительностью отопительного сезона.

Кроме того, обязательное обследование вновь построенных зданий необходимо проводить



дважды с интервалом в 1-1,5 года с момента заселения, что связано с удалением строительной влаги из конструкций после одного-двух отопительных сезонов.

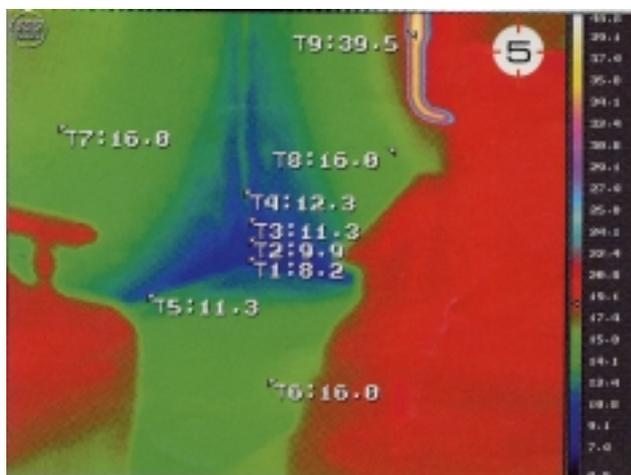
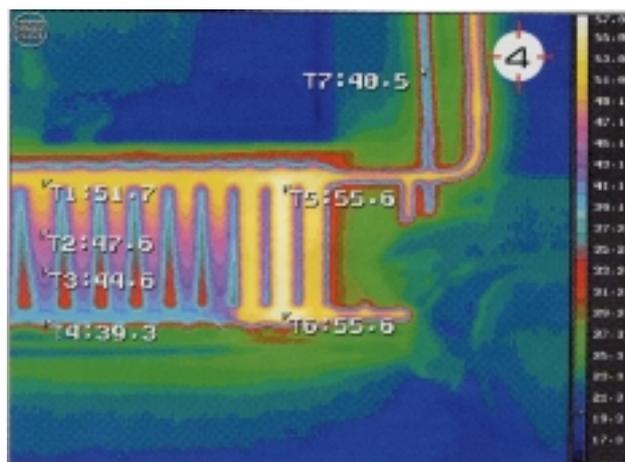
Отраслевая научно-исследовательская лаборатория строительной теплофизики БГПА (Минск) использует данные инфракрасной съемки при обследовании жилого фонда по заказам коммунальных служб и других организаций для составления научно-технических заключений о теплотехническом состоянии зданий и помещений с рекомендациями по их ремонту и реконструкции. Для комплексной теплотехнической экспертизы зданий тепловизор применяется наряду с другими сертифицированными и поверенными приборами.

Доступность тепловизора, его портативность, возможность оперативной и качественной визуализации температурных полей внутренних и наружных поверхностей зданий и сооружений различного назначения с помощью инфракрасного контроля актуализирует переход от лабораторных



исследований в сферу натуральных обследований. А здесь остро ощущается практически полное отсутствие нормативной базы, проверенных на практике надежных и удобных стандартных методик использования тепловизора в строительстве [2, 3]. Например, выпущенный в 1986 г. ГОСТ 26629-85 «Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций» нуждается в обновлении, поскольку ориентирован на устаревшие модели тепловизоров.

Первичный анализ термограмм, полученных при натурном обследовании объекта, позволяет не только обнаружить температурные аномалии, но и с большой долей уверенности предположить их природу



и происхождение - ту стадию технологической цепочки строительного производства, где были заложены проектировщиками; использование некачественных исходных материалов; заводские дефекты изготовления конструкции; нарушение технологии монтажа; неправильная эксплуатация объекта. Однако полное, всестороннее и объективное теплотехническое заключение можно выполнить только на основании комплексного обследования, включающего в себя данные, полученные с помощью других приборов (измерителя плотности

тепловых потоков, термощупа, психрометра, анемометра и др.).

Одним из важнейших результатов такого обследования является возможность получения достаточно точных значений величины фактического сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций (R7), что позволяет наиболее полно

оцепить их теплозащитные свойства и принять обоснованное решение по тепловой реабилитации здания. В этой связи выработка стандартных методик определения R, представляет собой весьма

актуальную, но сложную и нуждающуюся в скорейшем разрешении проблему. При этом следует обратить внимание на необходимость разработки отдельной методики определения фактической сопротивлению теплопередаче



ограждающих конструкций зданий, имеющих распространенное в последнее время наружное утепление типа

«термошупа». Это вызвано тем обстоятельством, что наружное утепление позволяет эффективно скрывать дефекты основного массива ограждающей конструкции, и при неправильном проведении ИК-съемки и расшифровке полученных термограмм возможно подтверждение качественного выполнения проекта и строительных работ при фактическом наличии множества дефектов. Такая ситуация наиболее реальна в тех случаях, когда задача обследования состоит в выявлении только лишь мест температурных аномалий без определения Кг. Таким образом, при обследовании зданий, имеющих наружное утепление, определяющее значение должна иметь ИК-съемка внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций. В этом случае успех работы большей частью будет зависеть от чувствительности тепловизора.

Имеющийся в ОНИЛ строительной теплофизики БГПА портативный компьютерный термограф «ИРТИС-200» российского производства, обладая высокой чувствительностью к перепаду температур (порядка $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ на уровне $30\text{ }^{\circ}\text{C}$), имеет погрешность измерения абсолютных температур $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (или $\pm 2\%$ от измеряемого диапазона температур). Это позволяет уловить минимальные перепады температур на термограммах обследуемого объекта, но расчеты термического сопротивления ограждений, основанные на абсолютных значениях тех же температур, могут иметь погрешность больше, чем полученные на основании данных других приборов: портативных измерителей плотности тепловых потоков ИПП-1 или ИТП-17, тепломеров ЛТИХП, - либо с помощью



термошупа. Следует также иметь в виду, что термограф, обеспечивая измерение мощности электромагнитного излучения в инфракрасном диапазоне длин волн, всего-навсего регистрирует излучение с поверхности без учета источника нагрева. Большое искажение в абсолютные значения его показаний может внести, например, солнечная радиация. Могут возникать некоторые сомнения в достоверности абсолютных значений температур, связанные с учетом степени черноты излучающей поверхности в программном обеспечении обработки термограмм. Поэтому дополнительные данные, полученные с помощью других приборов одновременно с ИК-съемкой, позволяют повысить достоверность и точность расчетов, являясь к тому же своеобразными реперными точками при расшифровке термограмм.

Опыт использования тепловизора «ИРТИС-200» показал его высокую эффективность не только при обследовании зданий и сооружений. Хорошие результаты могут быть

получены и для различных объектов энергетических установок и коммуникаций. Можно определить: состояние футеровки котлов и стенок дымовых труб; эффективность теплоизоляции тепловых сетей, промышленных паропроводов и теплозащиты холодильных установок; качество работы различных элементов отопительных систем, оборудования тепловых пунктов; тепловой режим работы трансформаторов, изоляторов, контактов электрических сетей и другого энергетического оборудования. Базовый диапазон контролируемых температур, возможность мгновенного бесконтактного

определения локальных и средних по поверхности температур в процессе съемки, широкое поле зрения ИК-камеры, малые габариты и вес самого прибора многократно ускоряют проведение обследований и повышают их качество. Большие дополнительные возможности предоставляет и пакет прилагаемого программного обеспечения: сглаживание, контрастирование, нормализация полученного изображения; построение термопрофиля вдоль прямой, направленной под любым углом; построение изотерм; построение графика изменения температуры в точке в зависимости от времени (для фильма); построение трехмерных изображений распределения температур по поверхности; выбор различных цветовых палитр и др.

Возможности ИК-съемки при обследовании фасадов и внутренних поверхностей помещений жилых и административных зданий можно продемонстрировать на примере снимков 1-8.

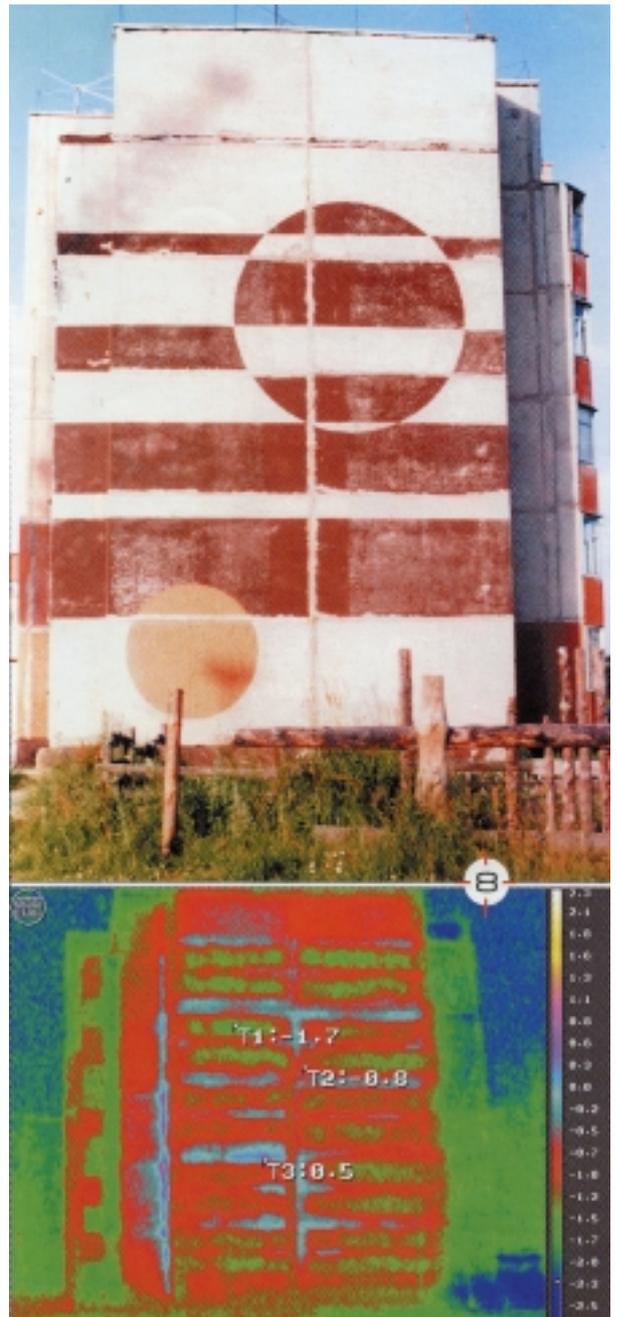
Снимок 1. Кирпичный жилой дом в Минске. Повышенная температура под окнами (точки T1, T2, T3, T4) вызвана тепловым потоком от отопительных приборов. В то время как средняя температура наружной поверхности стены близка к точке T8 = 0,8 °С, внутренний угол здания всегда имеет повышенную температуру (точки T5 и T7), а внешний — пониженную (точка T9). Область низкой температуры в точке T6 может быть вызвана повышенной влажностью кирпичной кладки в этом месте стены.

Снимок 2. Кирпичный жилой дом в Минске. Над верхней лоджией и по бокам от нее область пониженной температуры (точка T1) вызвана увлажнением кирпичной кладки, что скорее всего связано с местным протеканием наружной влаги через конструкцию кровли. Однако пониженная температура в данном случае не означает уменьшения теплопотерь.

Снимок 3. Кирпичный жилой дом в Минске. Видны участки с повышенной температурой наружной поверхности (точки T1, T4, T7, T8) в местах расположения отопительных приборов, пониженная температура по вертикали межсекционного стыка (точка T6) и

также по контуру оконных рам 2-го и 3-го этажей (в правой стороне снимка), вызванная подсосом наружного воздуха через не плотности притворов.

Снимок 4. Кирпичный жилой дом в Минске. Скорость циркуляции через первые три секции чугунного радиатора значительно выше, чем в остальных секциях, что можно объяснить уменьшением сечения прохода в нижней части радиатора между 3-й и 4-й секциями в результате засорения. Эффективность работы радиатора снижена.



Снимок 5. Кирпичный жилой дом в Минске. Типичная картина угла при наружной стене внутри жилого помещения. Видна область, где $T_1 = 8,2$ °С ниже температуры точки росы. Расположив стояк системы отопления

(точка T_{11}) в месте пересечения стен, можно было бы избежать отслаивания обоев и образования плесени в верхнем и нижнем углах помещения. Очевидно, что проектировщики отказались от такого решения с целью сокращения подводок к отопительным приборам из условий экономии труб.

Снимок 6. Общественное здание в Минске, оборудованное системой панельного отопления. Нагревательные элементы заложены по контуру глухих панелей (2-й и 3-й этажи), что приводит к неоправданным тепловпотерям. Разность температур на наружной поверхности здания достигает - 8,0-8,6 °С (минимум в точке $T_{10} = - 4,6$ °С, максимум в точке $T_4 = 4,0$ °С).

Снимок 7. Общественное здание в Минске, оборудованное системой панельного отопления. Нагревательные элементы заложены по контуру панелей с остеклением, что вызывает сложную конфигурацию температурных полей вокруг световых проемов. Видны большие утечки тепла через нижнюю сторону рамы окна в правой верхней панели (точка T_6).

Снимок 8. Торцевая часть жилого крупнопанельного дома в Крупках. Отчетливо видны дефекты в заполнении утеплителя трехслойных панелей, а также невысокое качество герметизации стыков.

Литература

- 1. Войтехович В. Н. Тепловизионный контроль качества строительно-монтажных работ вновь построенных зданий // Энергоэффективность. 2000. №6. С. 4-5.**
- 2. Черная клетка как национальный рисунок в строительстве // Белорусская газета. 19.02.2000. С. 19.**
- 3. Войтехович В. Тепловизор не обманешь! // Архитектура и строительство. 2001. №1. С. 42-45".**