

ОТЧЕТ

Выбор спектральных диапазонов

ООО «ИРТИС/IRTIS» является разработчиком и производителем портативного компьютерного термографа ИРТИС. Исходя из многолетней практики тепловизионной съемки и теоретических основ инфракрасной техники, можно утверждать, что для контроля ограждающих конструкций зданий и сооружений, высоковольтного оборудования (вводов, трансформаторов тока и напряжения, подвесной стеклянной изоляции и т.д.) предпочтительней использовать измерительную тепловизионную аппаратуру, работающую в спектральном диапазоне 3-5 мкм.

Например, для приборов, работающих в спектральном диапазоне 8-14 мкм, оконное стекло, подвесная стеклянная изоляция и другие материалы, близкие к стеклу по своему молекулярному составу (например: фарфор) являются фактически зеркалом, переотражения на котором искажают истинное тепловизионное изображение объекта, что приводит к ошибкам при диагностике данных объектов и погрешностям при измерении абсолютных значений температур их поверхностей.

Используя двух-спектральную ИК-приемную камеру ИРТИС-2200С, работающую одновременно в спектральных диапазонах 3-5 мкм и 8-14 мкм, мы получили два тепловизионных изображения окна в данных диапазонах (рис.1а, 1б)

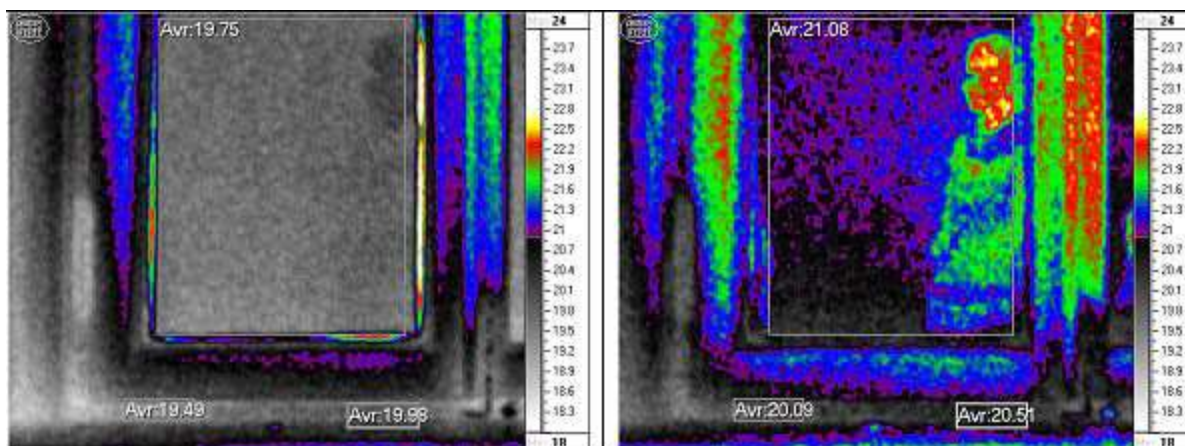
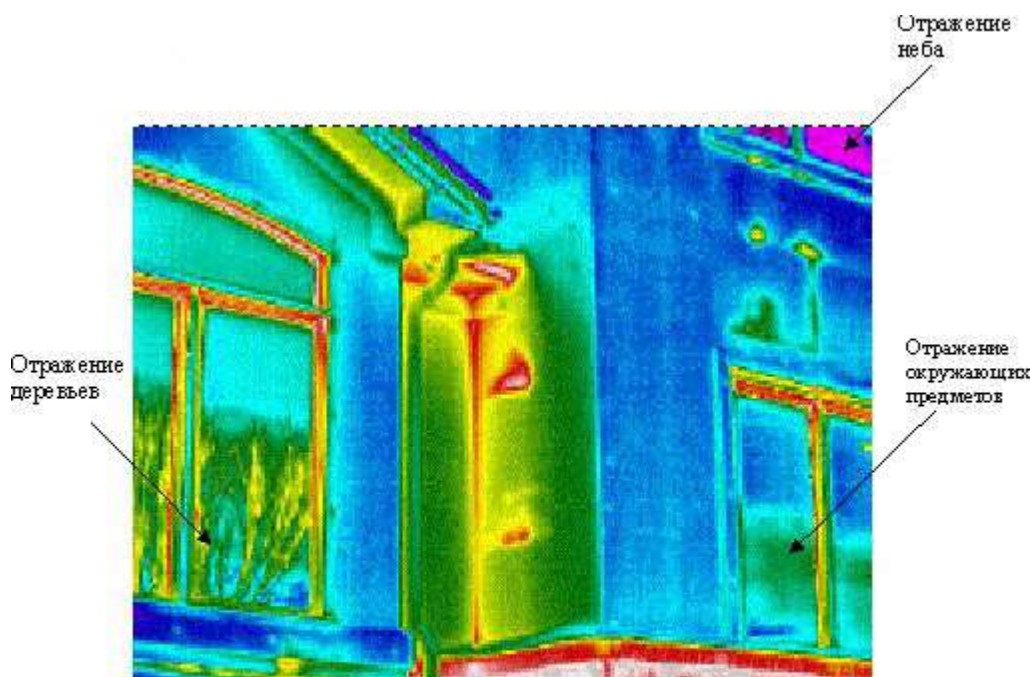


Рис. 1а 3-5 мкм

Рис. 1б 8-14 мкм

Термограмма 1б свидетельствует о сильном отражении стекла в спектральном диапазоне 8-14 мкм. Поэтому при измерении средней температуры по всему оконному блоку, включая проемы и стекла, погрешность измерения температуры в данной зоне возрастает по сравнению с измерениями, которые проводились в спектральном диапазоне 3-5 мкм.



Инфракрасное изображение дома
в диапазоне 7,5 -13 мкм,

Стекло является практически зеркалом в инфракрасном диапазоне 7,5-13мкм. Поэтому возникают большие проблемы при диагностике и расчете теплопотерь остекления домов и с стеклянной подвесной изоляции

Основываясь на результатах тепловизионной съемки разрабатывается энергетический паспорт потребителей ТЭР согласно ГОСТ Р 51379-99, в который вносятся данные по фактическому значению сопротивления теплопередаче элементов ограждающих конструкций. Одним из важных параметров для расчета сопротивления теплопередаче является температура на поверхности объектов. Если мы будем использовать диапазон 3-5 мкм при других равных условиях, то сможем получить более достоверные результаты.

При выборе спектрального диапазона для проведения тепловизионных обследований объектов, нужно учитывать, что коэффициент излучения материалов имеет спектральную характеристику и выбирать область длин волн, в которых значения данного коэффициента более благоприятны для проведения тепловых измерений. Соответственно, для тепловизионного контроля некоторых материалов можно рекомендовать следующие спектральные диапазоны:

Кронглас:	3.8-5.5 мкм	
Бетон:	3-5.5 мкм	
Красная черепица:	2.5-3.5 мкм	
Дорожный асфальт:	3-4 мкм,	8-12 мкм
Листва деревьев:	3-5.5 мкм,	8-12 мкм,
Черная резина:	2.5-4.2 мкм	
Вода:	3.5-5.5 мкм,	8-10.5 мкм

Очень сложно проводить термографические измерения поверхностей материалов, коэффициент излучения которых меньше 0,2, из-за очень плохих соотношений между собственным и отраженным излучениями, а также пропусканием излучения окружающих предметов.

Если такие измерения необходимы, следует нанести черную краску с высоким коэффициентом излучения. В этом случае теплообмен с окружающей средой за счет

излучения видоизменяется. Насколько важны и допустимы эти изменения, может судить только оператор, проводящий измерения.

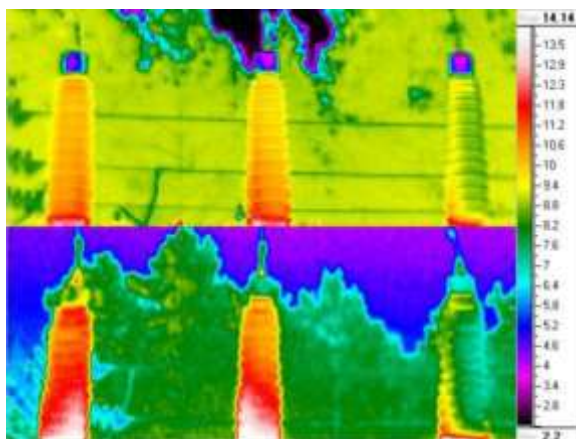
Одним из важных параметров при выборе спектрального диапазона тепловых измерений является тепловой контраст.

Понятие теплового контраста связано с возможностью различать две зоны объекта, характеризующегося различными температурами или различными коэффициентами излучения. Этот критерий очень важен, поскольку он определяет дифференциальную чувствительность, т.е. радиометрическую разрешающую способность.

Основываясь на физических законах инфракрасного излучения можно сделать вывод, что для малых разностей температур или коэффициентов излучения спектральный диапазон 3-5 мкм обеспечивает дифференциальную чувствительность в 2,2 раза больше, чем диапазон 8-14 мкм, и это справедливо в широком диапазоне температур.

Это важно учитывать, при проведении тепловизионных обследований объектов, где разница температур дефекта и не дефекта меньше 1-2°C. Например, при контроле высоковольтного оборудования в соответствии с «Объемами и нормами испытаний электрооборудования» РД 34.45-51.300-97 значение температур измеренных в аналогичных зонах трех фаз не должна превышать 0,3°C.

Ниже приведены термограммы снятые одновременно двумя различными приборами: портативным компьютерным термографом ИРТИС-2000 работающем в спектральном диапазоне 3-5 мкм и THERMOCAM 675 работающем в спектральном диапазоне 7,3-13 мкм.



1) Термограмма вводов трансформатора, полученная THERMOCAM 675 в диапазоне 8-14 мкм

2) Термограмма вводов трансформатора, полученная THERMOCAM 675 в диапазоне 3-5 мкм

Если сравнивать две термограммы, то видно, что на термограмме полученной в диапазоне 7,3-13 мкм крышки вводов трансформатора холоднее, чем в диапазоне 3-5 мкм и на них не видно дефектное контактное соединение на крайнем левом вводе. Это происходит из-за различного коэффициента излучения материала и теплового контраста в этих спектральных диапазонах.

При проведении трассовых измерений важное влияние на выбор спектрального диапазона оказывает пропускание атмосферы, которая зависит от длины трассы, а также от метеорологических условий. Если этот фактор довольно слабо действует на очень коротких дистанциях, то это уже нельзя сказать для расстояний несколько сотен метров, на которых атмосфера не только поглощает часть излучения, но и добавляет собственное излучение на трассе. В общем случае очень влажная атмосфера оказывает большее влияние в диапазоне 8-14 мкм, тогда как аэрозоли и дымка особенно не благоприятны для диапазона 3-5 мкм. Очень сильное поглощение углекислым газом в интервале длин волн 4,2-4,4 мкм.

К числу факторов, определяющих ограничения, относится и сама система (ИК-приемная камера), так как она создает паразитный шум, связанный с собственным излучением излучением ее компонентов. Поток, излучаемый различными частями системы,

изменяется в зависимости от температуры внутри системы и добавляется к полезному сигналу, ограничивая возможность измерения. В соответствии с законом Планка, который показывает, что при окружающей температуре большая энергия излучения достигается в диапазоне 8-14 мкм, паразитный поток от самой системы создает особенно большие затруднения именно в этом диапазоне.

Основываясь на вышесказанном можно утверждать, что диапазон 3-5 мкм, имеет преимущества по сравнению с диапазоном 8-14 мкм и больше подходит для решения основных задач при проведении тепловизионных обследований различных объектов, а также при создании измерительных ИК-систем.

Для ИК-систем обнаружения и работающих на дальних расстояниях имеет преимущества спектральный диапазон 8-14 мкм.

Литература

Ж. Госорг «Инфракрасная термография», Москва, Мир 1988 г.