

# ПРИБОРНЫЙ ПАРК ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГОАУДИТА



1. Тепловизор;
2. Лазерный пирометр;
3. Газоанализатор (анализатор дымовых газов);
4. Ультразвуковой расходомер жидкости;
5. Ультразвуковой толщиномер;
6. Анализатор электропотребления и качества энергии (с накопителем информации и токовыми клещами);
7. Акустический течеискатель;
8. Манометр;
9. Контактный термометр;
10. Люксметр;
11. Электронный анемометр (с измерителем влажности);
12. Логгер;
13. Измеритель плотности теплового потока.  
(Дополнительно, для проведения тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций);
14. Измеритель запыленности

# ТЕПЛОВИЗОР

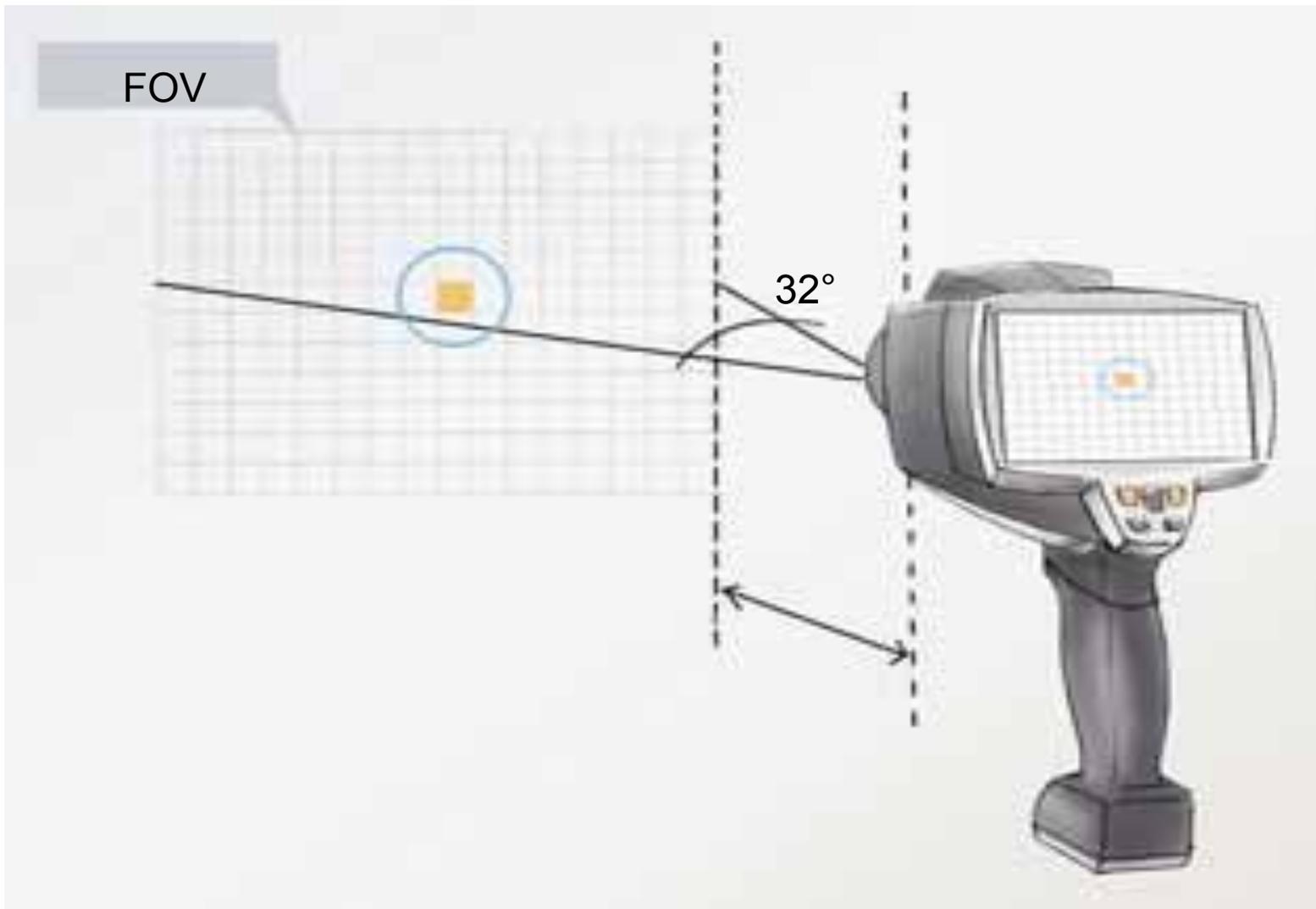


# Тепловизор

— это специальное измерительное устройство для диагностики распределения температуры обследуемой поверхности в инфракрасном спектре.

## Обзор основных параметров тепловизора при его выборе

- Размер матрицы (160x120), (320x240), (640x480)
- Размер объектива , определяющий поле зрения (FOV) тепловизора  
стандартный - (32° x 24°).
- Диапазон контролируемых температур (-20 +100 °С)
- Диапазон рабочих температур (-15 +40 °С)
- Спектральный диапазон пропускания оптики (8 - 14  $\mu\text{m}$ )
- Наличие функции установки коэффициента теплового излучения в диапазоне 0,01..1,00
- Размер дисплея (320x240)
- Разрешение 0,1 °С
- Погрешность:  $\pm 2$  °С,  $\pm 2\%$  от изм. значений
- Наличие дополнительного объектива (узкоугольного или широкоугольного)
- Наличие видеокамеры
- Наличие программного обеспечения
- Питание
- Габариты, вес прибора

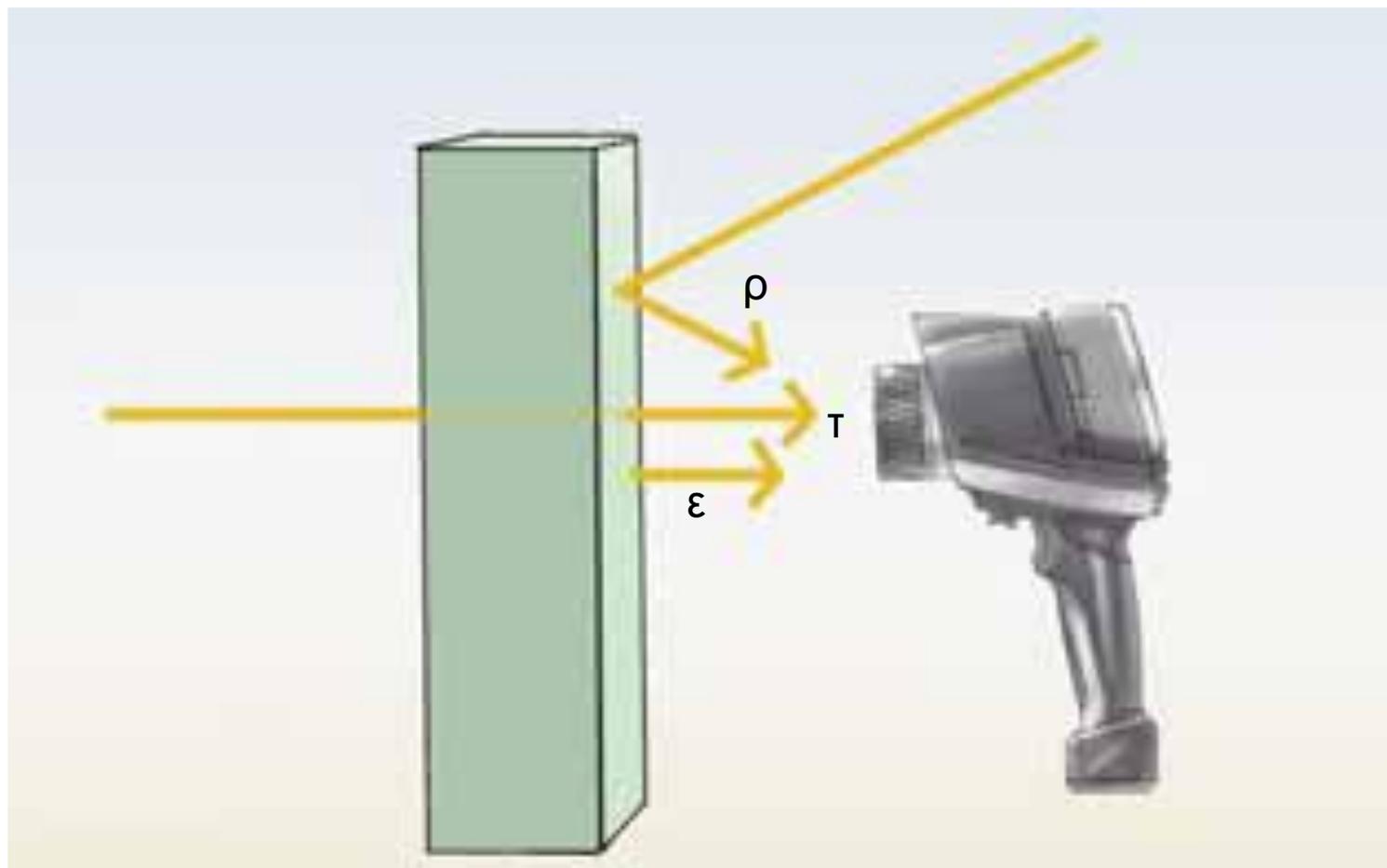


**Калькулятор-**

[www.thermview.ru/articles/fov](http://www.thermview.ru/articles/fov)

[www.testo.ru/FOV](http://www.testo.ru/FOV)

# Излучение, регистрируемое тепловизором



## Закон теплового излучения Кирхгофа

Инфракрасное излучение, регистрируемое тепловизором, состоит из:

- излучения, испускаемого объектом измерения;
- отраженного внешнего излучения
- пропущенного объектом излучения.

Сумма данных компонентов всегда принимается за 1( 100%):

- $\epsilon + \rho + \tau = 1$

Поскольку коэффициент пропускания редко играет значительную роль, на практике,  $\tau$  опускается и формула

- $\epsilon + \rho + \tau = 1$

- упрощается до

- $\epsilon + \rho = 1.$

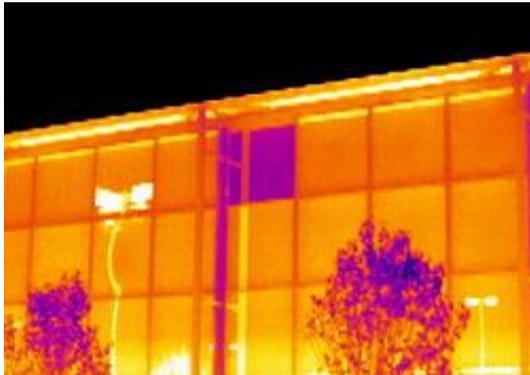
Для термографии это означает, что:

Чем ниже коэффициент излучения,  
тем выше уровень отраженного инфракрасного излучения,  
тем сложнее осуществить точное измерение температуры и  
тем более важным становится правильная настройка компенсации  
отраженной температуры (КОТ).

- **Тепловизионные обследования в промышленности:**

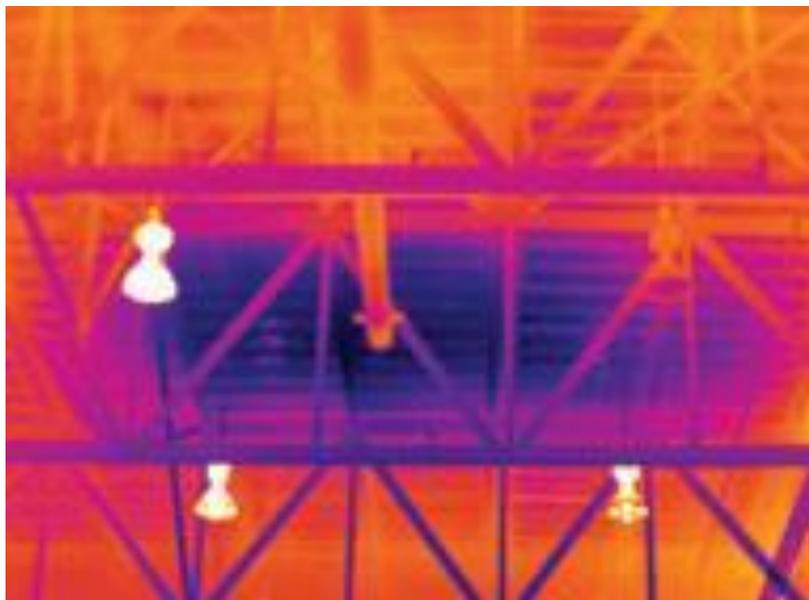
- *машиностроение*
- *микроэлектроника*
- *пищевая промышленность*
- *строительство*
- *энергетика*
- *нефтегазовый комплекс*
- *охрана и безопасность*
- *строительство дорог*
- *судостроение*
- *энергоснабжение*

- Методика работы с тепловизором использует неразрушающие методы измерений – тепловой неразрушающий контроль – и дает возможность оперативно, в течение нескольких часов, проводить натурные обследования объекта.
- **Окна в офисном здании**



- Сравнение окон с двойным и одинарным остеклением.

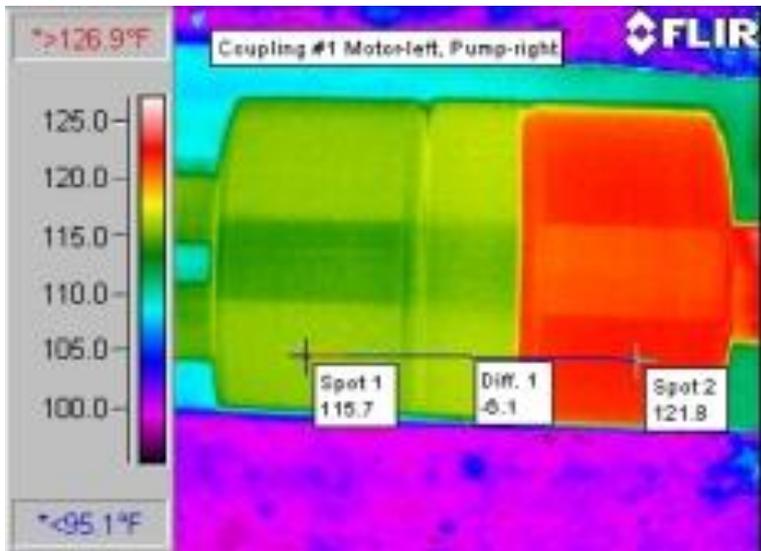
- **Осмотр внутренней поверхности крыши**



В результате тепловизионного обследования, проведённого в дневные часы, выяснилось, что центральная часть крыши насыщена влагой и нуждается в немедленном ремонте.

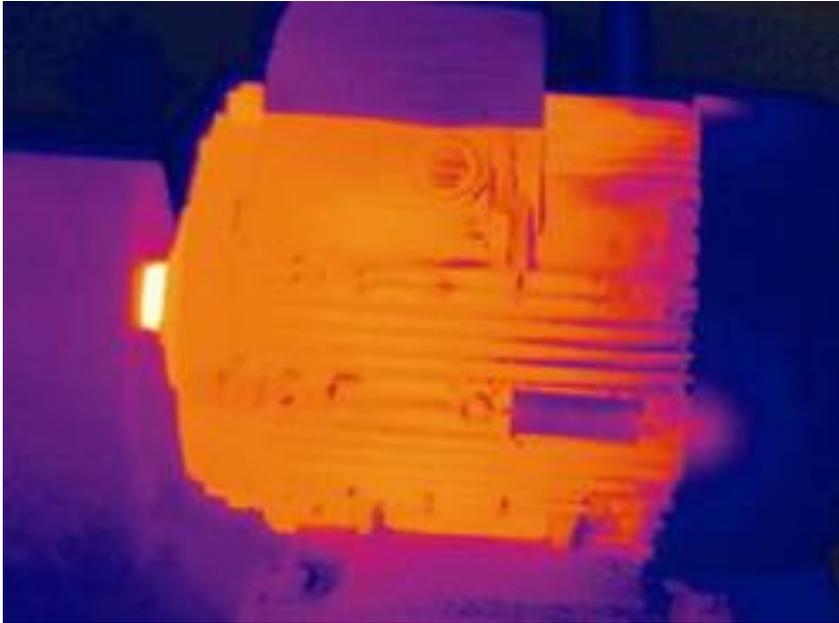
# • 1. Тепловизор в машиностроении

## • Несоосность муфты



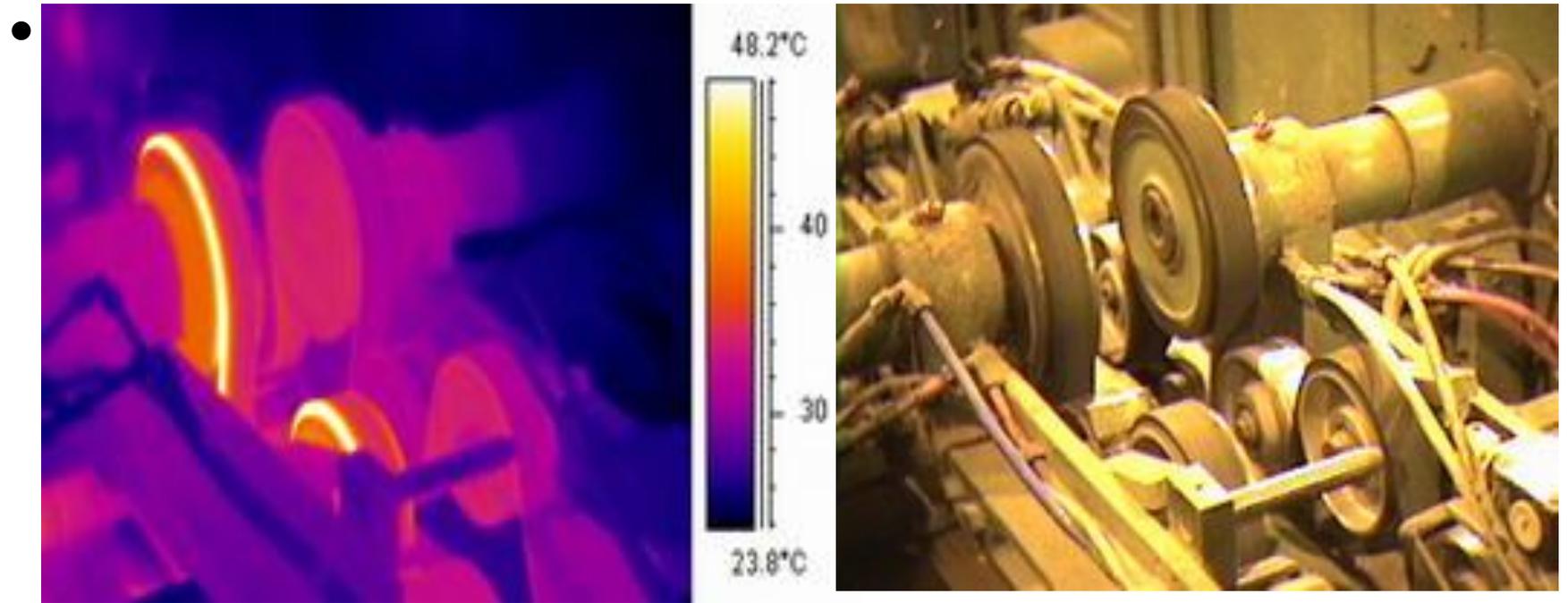
- В качестве примера приведена гидравлическая система со сдвоенным насосом. На левом рисунке показана муфта 1 между двигателем и первым насосом, а на правом рисунке изображена муфта 2, расположенная между первым и вторым насосами. Эти рисунки подтверждают наличие углового смещения муфты 1.

- **Двигатель**



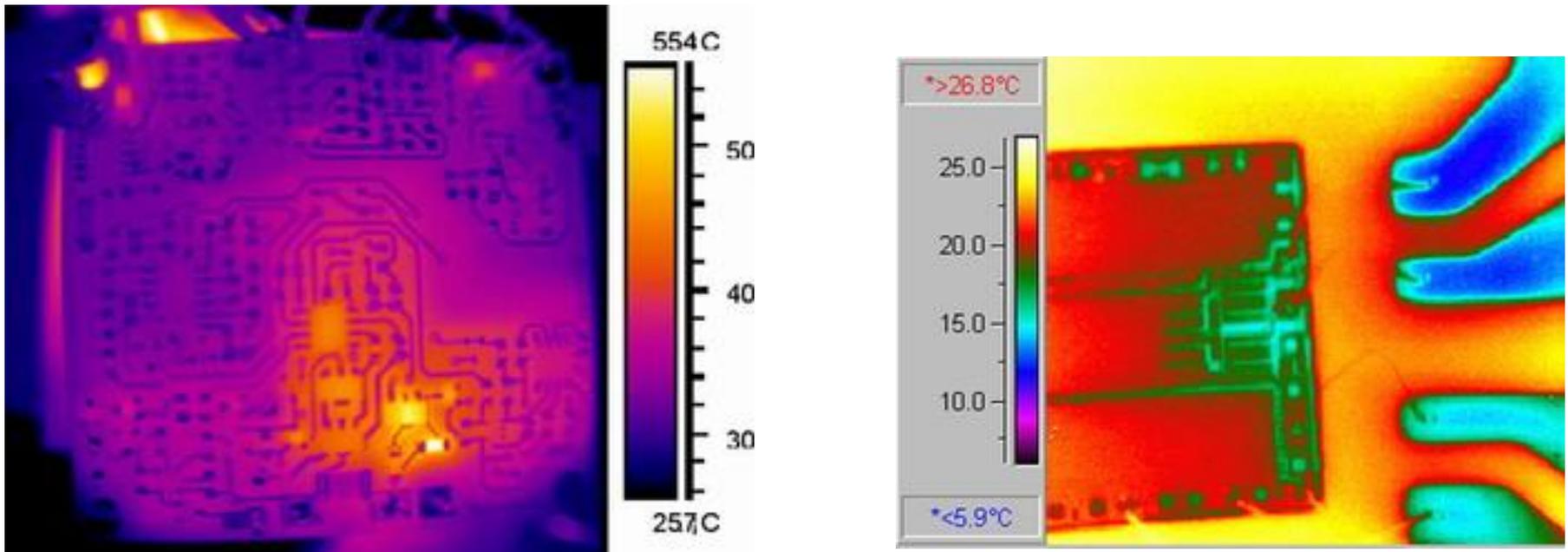
- Проблема с обмоткой.

- Система шкивов



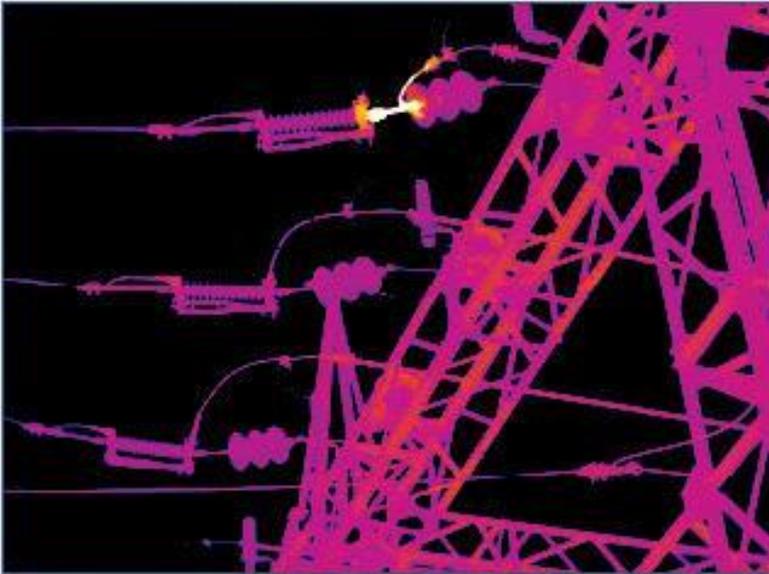
- Перегрев ременной передачи.

# • Тепловизор в микроэлектронике



- Перегрев печатной платы
- На рисунке приведено тепловизионное изображение микросхемы с дорожками шириной 7 микрон. С помощью тепловизионной камеры можно определять температуру или тепловое поле объектов очень малого размера. В частности, можно обнаружить дефекты размером даже менее 7 мкм

# • Тепловизор в энергетике



- **Соединение в подстанции**

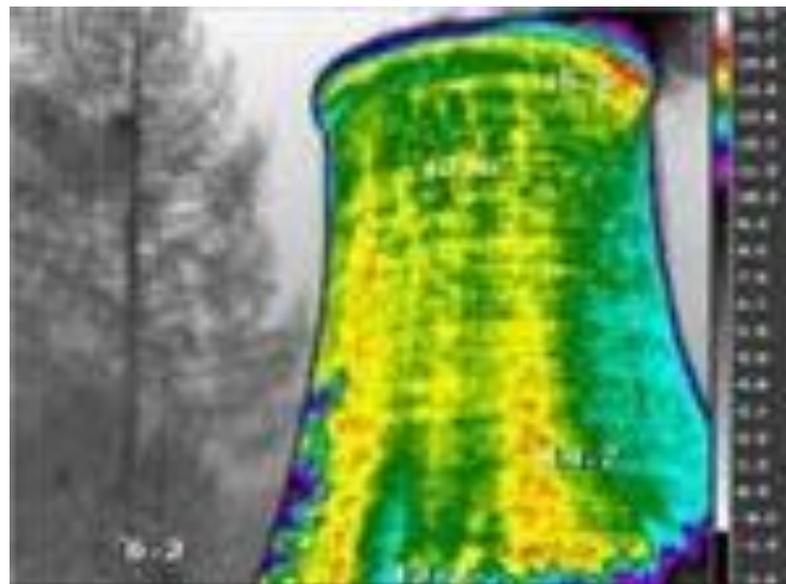
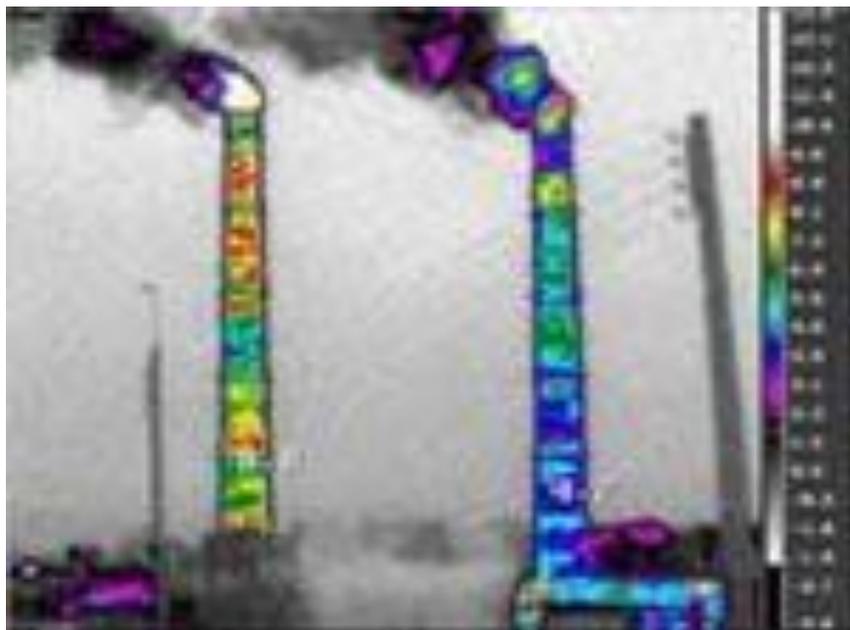
- На этом ИК-изображении показано «горячее» соединение (измеренная с использованием телескопического объектива температура соединения составляет  $225^{\circ}\text{C}$ ) в подстанции, которая подаёт электропитание в больницу и близлежащие к ней здания. При помощи тепловизора удалось сразу же зафиксировать наличие дефекта. Электрическое соединение было повреждено при грозе, в результате чего контакт приварился заново к опорному кронштейну изолятора.

- **Трансформатор**

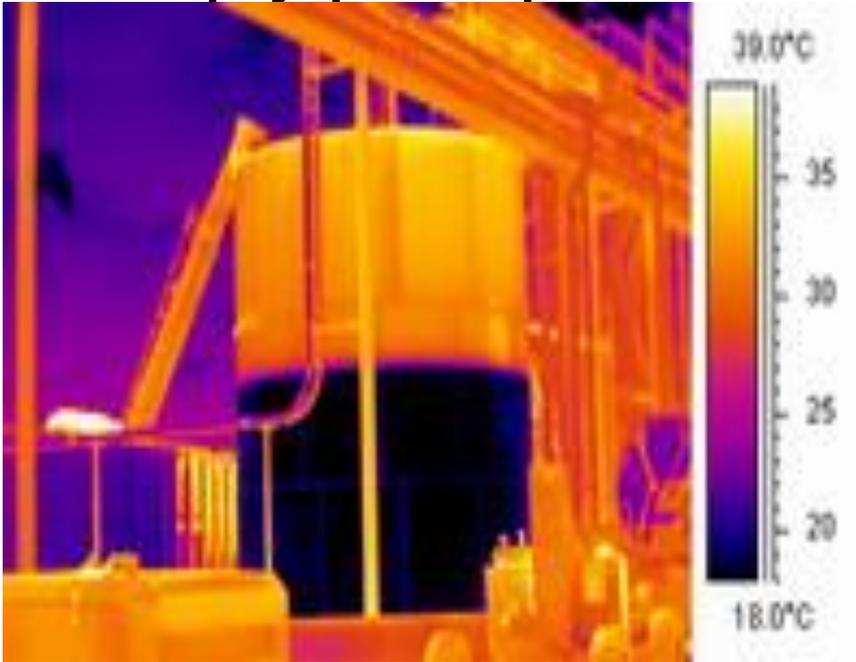


- Выделение избыточного тепла в распределительном трансформаторе произошло вследствие появления внутреннего дефекта и низкого уровня масла

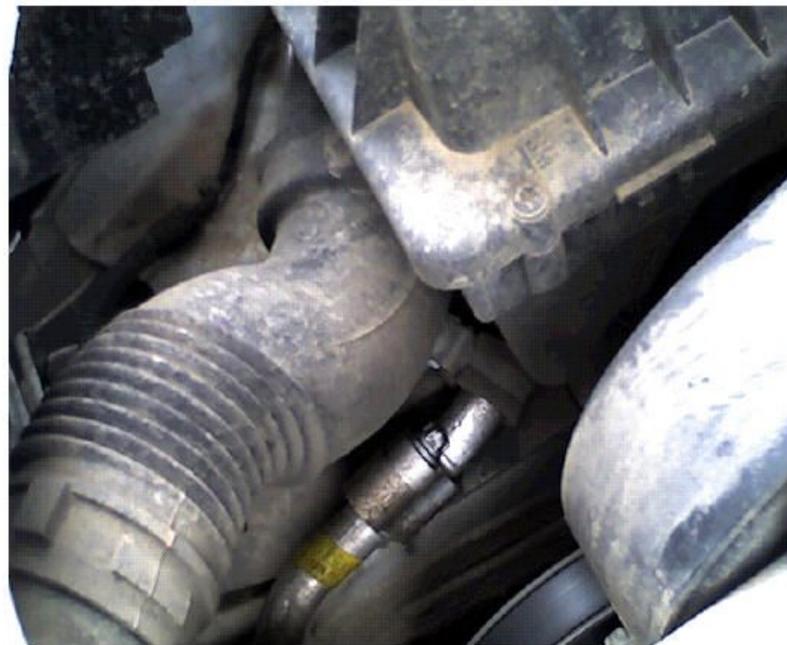
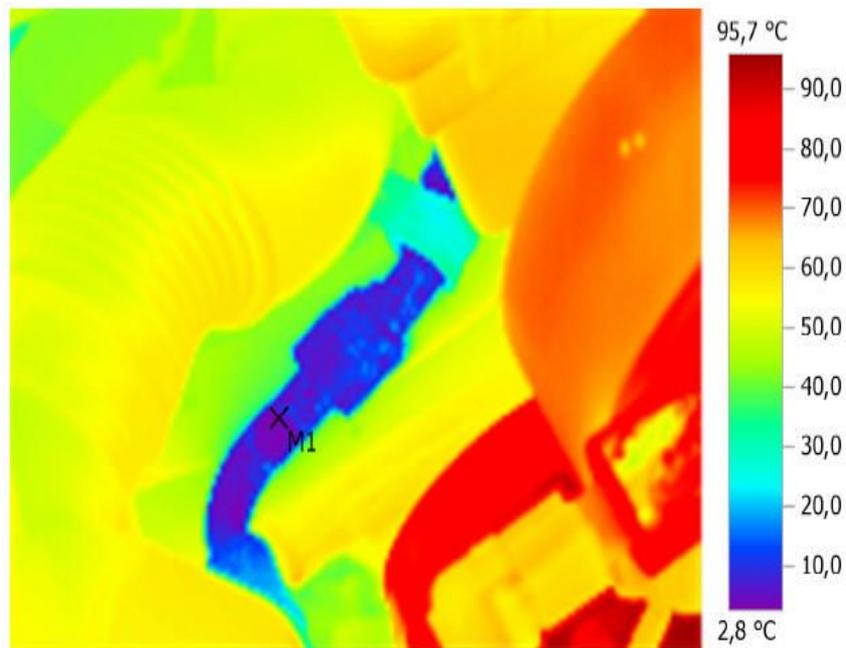
- Обследовании дымовых труб и градирен



- **Тепловизор для нефтегазового комплекса**
- Резервуар для хранения жидкости

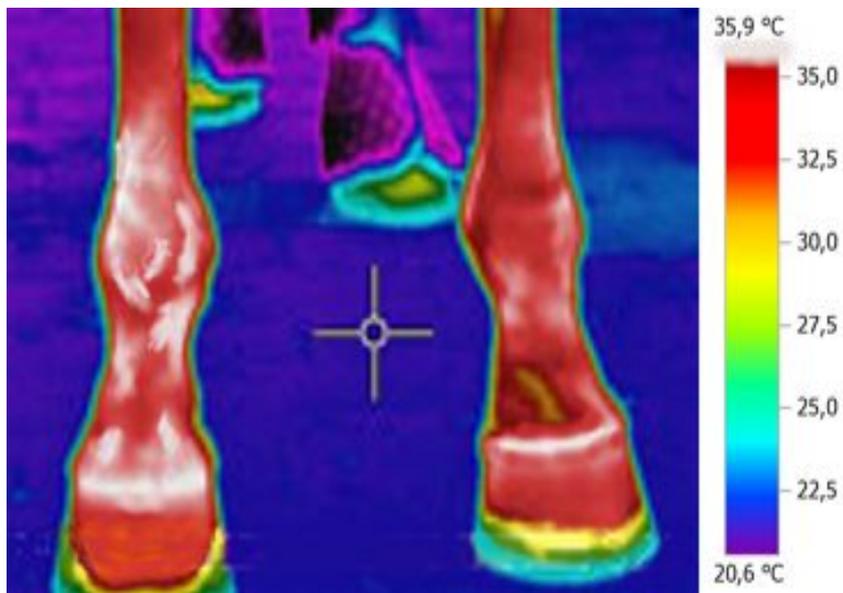


# Диагностика климат-контроля автомобиля



# Диагностика заболевания лошади

## Левый по кадру сустав воспален



# **ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И ОБЪЕКТОВ ЖКХ**

- ***Одной из основных задач тепловизионного обследования зданий является разработка энергетического паспорта здания и определения класса его энергетической эффективности. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»***
- ***Исследование тепловой защиты зданий производится с целью обнаружить её дефекты и получить исходные данные для расчета сопротивления теплопередаче.***
- ***Тепловизионное обследование ограждающих конструкций зданий проводится в соответствии с ГОСТ 26629-85.***

- Кроме тепловизора, для проведения полного обследования здания необходимо иметь следующее оборудование:
- датчик теплового потока, для примера **ИТП-МГ4.03-100 «ПОТОК»**  
*предназначеный для измерения и регистрации температур и плотности тепловых потоков, проходящих через однослойные и многослойные ограждающие конструкции зданий и сооружений*
- анемометр для определения скоростей воздушного потока у поверхностей стен (для расчетов фактических величин коэффициентов теплообмена), пирометр и влагомер строительных конструкций.

## Методика проведения обследования ограждающих конструкций

- 
- **В отчете указываются информация о погодных, температурных условиях, в которых проводилось обследование, дата, время. описание задействованного приборного парка**
- 
- Тепловизионное обследование проводилось в натуральных условиях **16 марта 2007** года при температуре окружающего воздуха в среднем **+3 °С** с 09:45 до 14:00. Температура наружного воздуха в момент проведения обследования регистрировалась электронным самописцем ИС-201 и ее значения приведены в приложении 1А в виде графика и в приложении 1Б в форме таблицы. Погодные условия удовлетворяли требованиям проведения обследования (**отсутствие** атмосферных осадков, тумана и задымленности, солнечных бликов и инея на ограждающих конструкциях, отражения излучения солнца от снежной поверхности и стен соседних зданий). День был пасмурный. Температурный напор был выше рекомендуемого предела в 10 °С (рекомендации ISO 6781-83) и составлял не менее **20 °С**. Скорость ветра не превышала значения 1,5 м/с в продолжение контроля (рекомендуемый предел 5 – 7 м/с) при атмосферном давлении 762 мм.рт.ст. Влажность наружного воздуха составляла 80%, внутреннего – 35%. Средние значения температуры внутреннего воздуха на уровне 1,5 метра от пола на момент проведения контроля имели следующие значения: 1 этаж в холле - +21,7 °С, 3 этаж, помещения, +22 - +24°С, 6-й этаж - +21,5 °С. Температуры теплоносителя по приборам узла учета составляли: подача – 78 °С, обратка – 42 °С.
- Расстояние до ограждающих конструкций от точек термографирования изменялось от 10 до 30 метров, что позволяло фиксировать в одной термограмме контрольную зону, линейный размер которой от 3,5 до 10 м, а площадь обнаруживаемого дефекта от 2 до 15

- **На полное техническое обследование здания тепловизионным методом уходит** в среднем от 15 суток, при условии выполнения всех требований Методики, из них:
  - а) от 3 до 5 суток работа самописцев, тепловизионная съемка и контрольные измерения
  - б) 3-5 суток обработка результатов измерений и тепловизионной съемки
  - в) анализ результатов обследования и выпуск отчета – до 5 суток.
- Основные требования (условия) методики выполнения технического обследования таковы:
  - а) среднесуточный температурный напор в контролируемом помещении должен быть не менее 3°С (желательно 10°С)
  - б) рекомендуется проводить температурную съемку при скорости ветра не более 5-7 м/с
  - в) не рекомендуется проводить тепловизионную съемку при выпадении осадков в виде дождя и снега.
-

# Что получает владелец здания в результате энергоаудита

- Информацию о текущем состоянии теплоизоляции ограждающих конструкций здания.
- Информацию о текущем состоянии систем жизнеобеспечения здания.
- Составленный энергобаланс здания.
- Выявленный потенциал энергосбережения здания.
- Разработанные малозатратные, средnezатратные и затратные энергосберегающие мероприятия, с рассчитанными стоимостью и сроком окупаемости по каждому мероприятию.
- Расчитанный экономический эффект от внедрения энергосберегающих мероприятий.
- Определенный и обоснованный класс энергетической эффективности здания.
- Энергетический паспорт, оформленный в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».
- Отчет о проведении обследования, содержащий полное описание прделанной работы, результаты измерений, расчеты, необходимые термограммы и фотографии.

# Обзор основных параметров при выборе лазерного пирометра

- диапазон контролируемых температур
- диапазон рабочих температур
- значение показателя визирования (отношение диаметра пятна, с которого производится измерение температуры на объекте, к расстоянию до этого объекта)
- спектральный диапазон пропускания оптики
- наличие функции установки коэффициента теплового излучения в диапазоне 0,01-0,99
- наличие лазерного целеуказателя, габариты, вес прибора
- Наличие программного обеспечения
- Питание

# ЛАЗЕРНЫЕ ПИРОМЕТРЫ

## Кельвин® Компакт 1200 ЗАО Евромикс

### Технические характеристики:

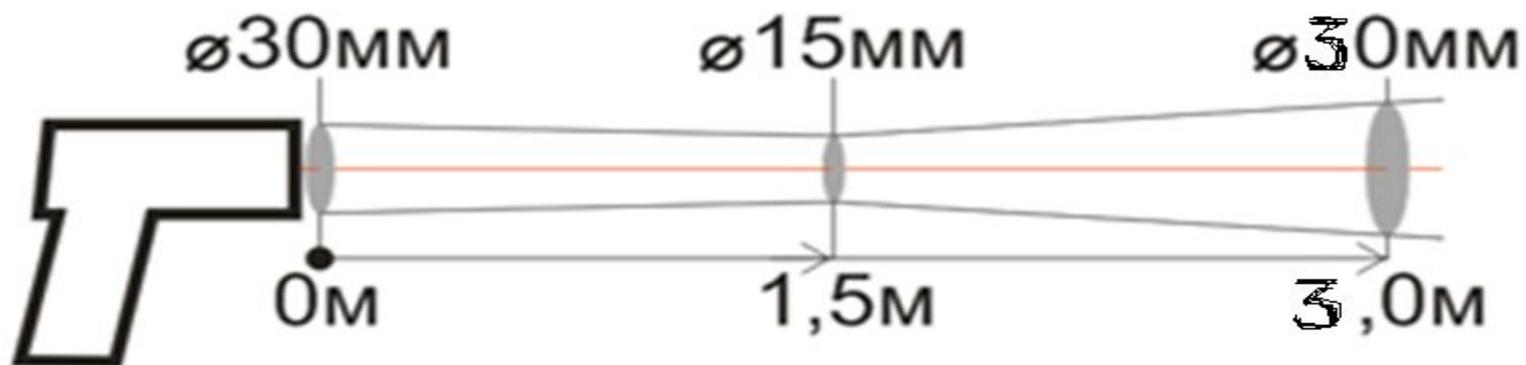
- Лазерный целеуказатель
- Диапазон измерения температуры:  $-10^{\circ} \dots +1200^{\circ} \text{C}$
- Диапазон рабочих температур:  $-20^{\circ} \dots +50^{\circ} \text{C}$
- Погрешность измерения:  $1\% + 1^{\circ} \text{C}$
- Время измерения: 1 сек
- Разрешение:  $1^{\circ} \text{C}$
- Показатель визирования: 1 : 100
- Диапазон установки излучательной способности: 0,01 ... 1,00
- Спектральный диапазон: 8 - 14 мкм
- Питание: 2×AA
- Габаритные размеры: 122×145×43 мм
- Вес: 280 г



# ПОКАЗАТЕЛЬ ВИЗИРОВАНИЯ

Диаметр «пятна» на объекте

определяется по формуле:  $L : 100 \times 1$



# Бесконтактный лазерный пирометр Testo 845

- Измерительный диапазон ИК: -35 до +950°C
- Модуль влажности: 0 до 100%
- Погрешность ИК
- $\pm 0.75^{\circ}\text{C}$  (+20 до +99.9°C)
- $\pm 0.75\%$  от изм. величины (+100 до +950°C)
- Погрешность модуля влажности  $\pm 2\% \text{ОВ}$  (2 до 98%ОВ)
- Разрешение
- $0.1^{\circ}\text{C}$  (°C-измеряем. параметр)
- $0.1\% \text{ОВ}$  (влажность)
- Спектральный диапазон от 8 до 14 $\mu\text{m}$
- Настраиваемый коэффициент излучения от 0.1 до 1.0
- Оптическое разрешение
- Длинный фокус: 75:1
- Короткий фокус: 1мм, расстояние 70мм
- Рабочая температура -20 до +50°C
- Питание 2xAA АІМn или через USB
- Вес 465г.
- Габариты 155 x 58 x 195 мм



# Газоанализаторы

- Газоанализаторы фирмы TESTO 350 S/XL, используя электрохимические ячейки измеряют величины  $O_2$ ,  $CO$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $H_2S$ ,  $SO_2$ .
- На основе замеров производится анализ дымовых газов для оптимизации процессов горения.
- Настройка всех типов промышленных котлов.
- Измерение концентраций отходящих газов в течение длительного времени.
- Контроль условий работы промышленных горелок любого типа.
- Измерения давления и скорости в воздуховодах и газоходах.
- Производится расчет потерь тепла с дымовыми газами, расчет к.п.д. котла.

Для замера параметров используется зонд



# Газоанализатор рабочей зоны GX-2001

Компактный и доступный прибор предназначен для одновременного контроля концентраций горючих газов ( $\text{CH}_4$ ), кислорода ( $\text{O}_2$ ), угарного газа ( $\text{CO}$ ) и сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) в ограниченных зонах, на рабочих местах, в коллекторах и колодцах.

**В стандартный комплект поставки входят:** измерительный блок с датчиками  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , встроенный аккумулятор, зарядное устройство, инструкция пользователя.

**Дополнительно комплектуется:** выносной зонд для удаленного мониторинга газов с рукояткой и автоматическим забором пробы, выносной зонд для измерений в колодцах и других труднодоступных местах с ручным пробоотборником (длина шланга – 5м), зарядное устройство с функцией памяти (регистрации данных), кабель RS 232, программное обеспечение.



## Области применения:

- Нефтепереработка/нефтехимия; газовые, телефонные, электрические коммуникации;
- химические заводы;
- безопасность различных материалов;
- станции обработки воды;
- пожарные службы;
- фармацевтические заводы;
- горная промышленность.

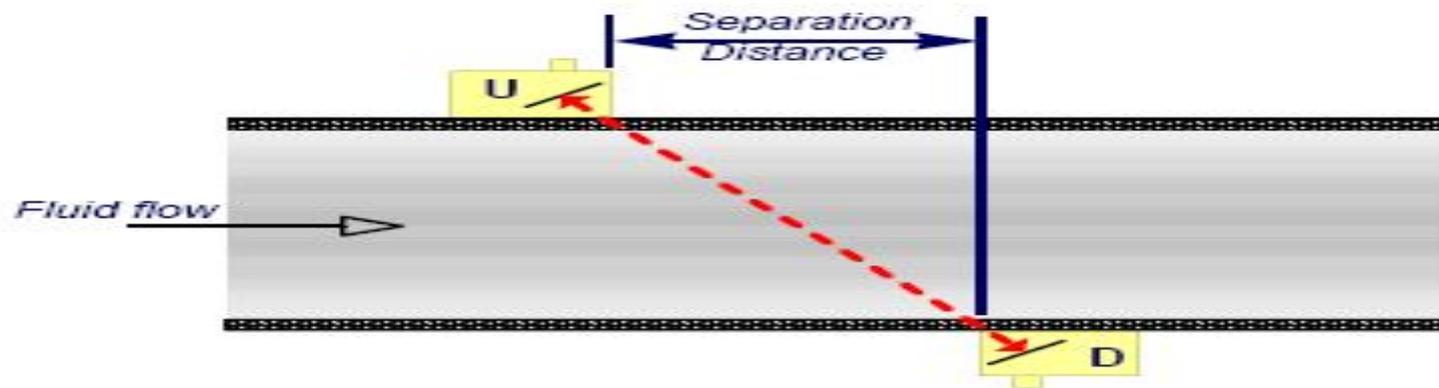
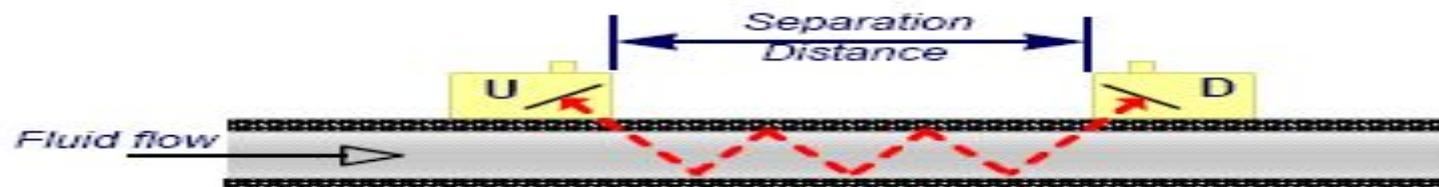
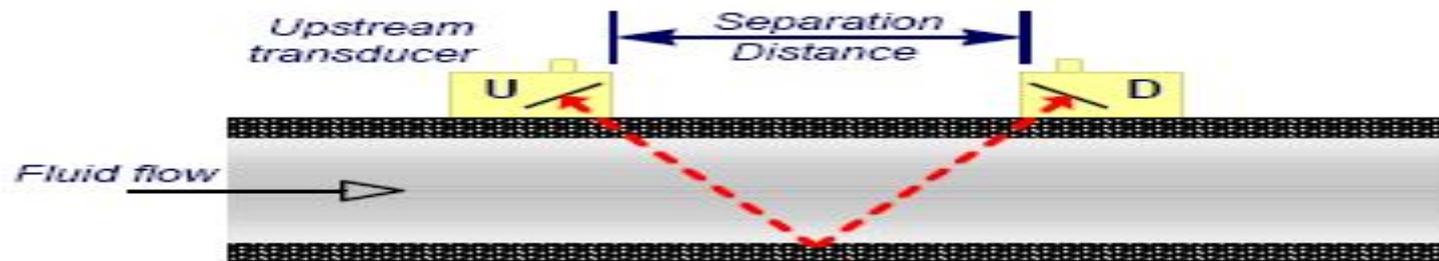
# Ультразвуковые портативные расходомеры Portaflow 220

- Предназначены для оперативного измерения объемного расхода и количества жидкости в технологических линиях, а так же в сетях холодного и горячего водоснабжения.



# Технические характеристики

- **ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**
- - дисплей ЖК, 240 x 64;
- - Т рабочая -20...+50°C
- - зарядное устройство: Аккумулятор:
  - язык: русский, английский, немецкий, французский;
- • дисплей: объемный l/s, l/min, l/h, m<sup>3</sup>/s;
- - расход m<sup>3</sup>/min, m<sup>3</sup>/h;
- - скорость м/с, фут/с;
- - диапазон скоростей 0,1 до 20 м/с;
- • датчики:
  - - Portaflow 220А 13...115мм;
  - - Portaflow 220В 50...1000мм;
  - -Portaflow 330 13...2000мм, специальные датчики до 5000мм., логгер.
- - Т рабочая для А, В -20...+135°C
- • материал трубы:
  - - любой материал, проводящий ультразвук: углеродистая сталь, нержавеющая сталь, медь, ПВХ, бетон, сталь с гальваническим покрытием, стекло, латунь;
- • точность:
  - - для турбулентного профиля потока с числом Рейнольдса выше 4000 - ±3%



# Ультразвуковой толщиномер TM8812 Micronics LTD

- Предназначен для измерения толщины объектов, доступ к которым возможен только с одной стороны.
- Имеет автоматическую калибровку датчика для любых однородных материалов.
- Для высокой точности измерений использован эксклюзивный микро-компьютер LSI.
- Применен для измерения толщины таких материалов как : сталь, чугун, алюминий, медь, латунь, цинк, кварцевое стекло, полиэтилен, хлорвинил, серый чугун, узловой чугун.



- **Технические характеристики:**
- Экран жидкокристаллический
- Диапазон: 1.2 – 200 мм/0.04-7.87 дюймов (45 сталь)
- Разрешение: 0.1 мм/0.001 дюйм
- Погрешность:  $\pm (0.5\%_n + 0.1)$
- Скорость звука: 500-9000 м/с
- Переход от метрической системы к английской системе мер
- Питание: 4x1.5 AAA батареи
- Размер: 120x62x30 мм (4.7x2.4x1.2 дюйма)
- Вес: около 164 г (без батарей)

# Кабелетрассотечеискатель «Атлет ТЭК-120ГАЗ-2»

- Кабелетрассотечеискатель предназначен для поиска подземных трасс, электрических кабелей и трубопроводов, а также определения глубины их залегания и мест повреждения. Наличие акустического датчика и ударного механизма позволяет проводить трассировку металлических и **неэлектропроводящих** трубопроводов, поиск утечек из трубопроводов и поиск мест повреждения кабеля.
- Генератор мощностью 120 Вт используется как источник тока синусоидальной формы звуковой частоты для определения мест повреждения силовых кабельных линий индукционным методом. Позволяет прибору производить трассировку с высокой дальностью и осуществлять высокоэффективный поиск мест повреждения кабелей.

## Кабелетрассотечеискатель «Атлет ТЭК-120ГАЗ-2»



# Анализатор электропотребления и качества энергии AR.5M

Производитель - Circutor Grup

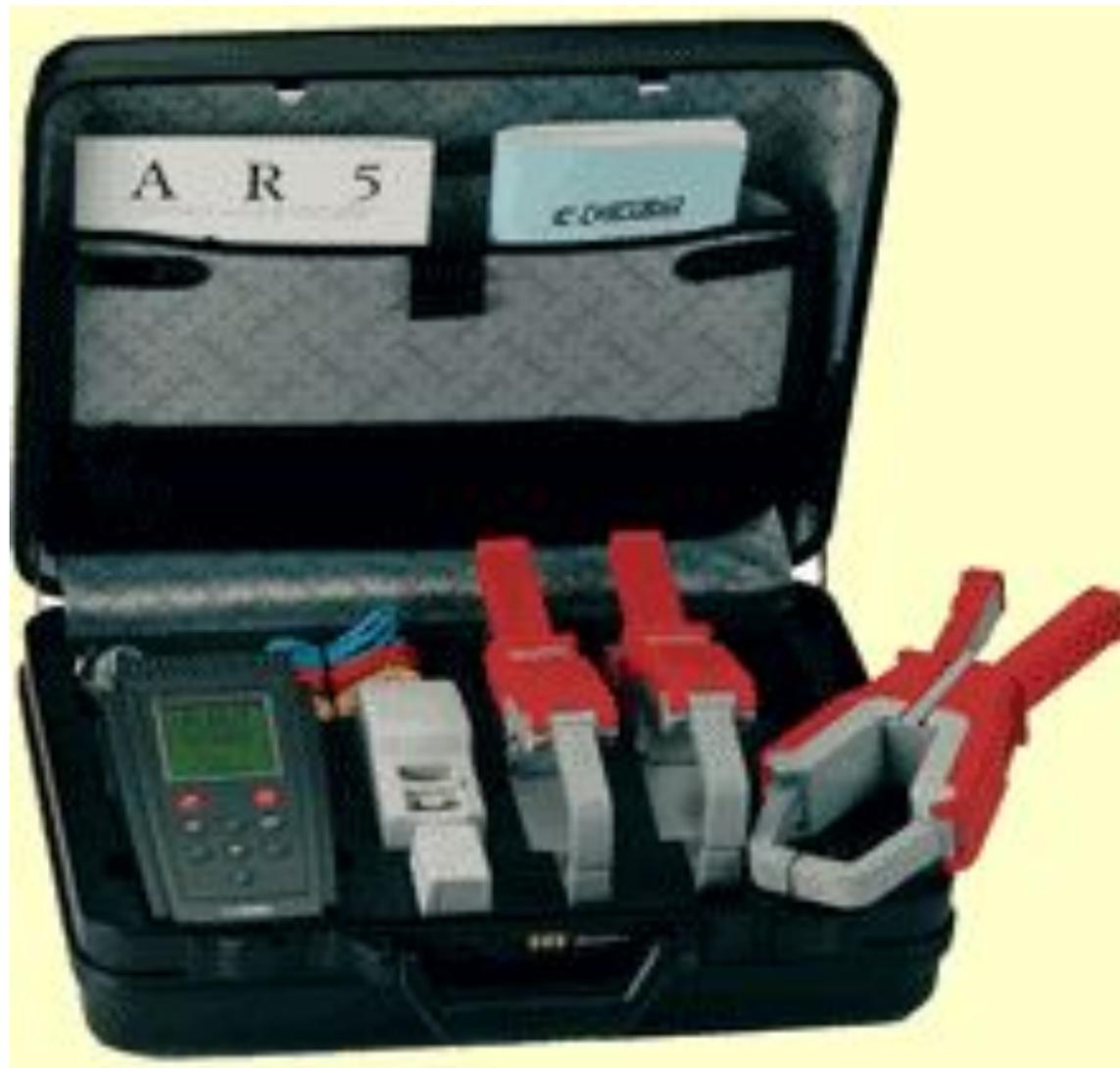
- Трехфазный портативный анализатор AR.5M предназначен для регистрации параметров сетей 220/380 В, а также высоковольтных сетей при наличии штатных измерительных трансформаторов.
- Прибор подключается с помощью токовых клещей или гибких датчиков тока номиналом от 5 до 10000А. Возможно подключение к 5-амперным выходам измерительных трансформаторов с помощью шунта. За каждый период измерения регистрируются среднее, максимальное и минимальное значения параметров.
- Память на 5000 результатов полных измерений.

## **Выполняемые функции прибора в энергосбережении:**

- обнаружение и недопущение избыточного потребления энергии (кВтч);
- анализ графика нагрузки и обнаружение моментов времени, на которые приходилось максимальное потребление;
- количественная оценка потребления энергии до и после усовершенствования систем для определения эффективности устройств энергосбережения
- расчет параметров батарей конденсаторов для компенсации реактивной мощности (квар); анализ исправности счетчиков электроэнергии и обнаружение погрешностей.
- Контроль качества электроэнергии при сертификации ее качества.

# Параметры, регистрируемые в каждом измерении:

- напряжение на каждой фазе и среднее;
- ток в каждой фазе и средний;
- частота сети;
- $\cos\phi$  в каждой фазе и средний;
- активная, реактивная (индуктивная и емкостная) мощность в каждой фазе и суммарная;
- потребленная активная, индуктивная и емкостная энергия;
- 1...15 гармоник токов и напряжений;



# ИЗМЕРИТЕЛИ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ТРЕХ- ПЯТИКАНАЛЬНЫЕ ИТП-МГ4.01 "ПОТОК" - ИТП-МГ4.03 "ПОТОК"

Приборы предназначены для измерения плотности тепловых потоков, проходящих через однослойные и многослойные ограждающие конструкции зданий и сооружений по ГОСТ 25380, через облицовку и теплоизоляцию энергообъектов при экспериментальном исследовании и в условиях эксплуатации. Приборы также позволяют измерять температуру воздуха внутри и снаружи помещения.



# Многофункциональный прибор Testo 435

Testo 435 - универсальный прибор с широким спектром применения благодаря возможности подключения сменных зондов: термоанемометрических, крыльчатых, температурных и т.д.



- testo 435 применяется для измерения: скорости воздуха в помещении, воздуховоде или вытяжной трубе, зондом с крыльчаткой, зондом термоанемометром и трубкой Пито
- с автоматическим усреднением и расчетом объемного расхода; влажности воздуха в помещении и воздуховоде с автоматическим расчетом точки росы; концентрации CO
- и CO<sub>2</sub> в закрытых помещениях; давления газа или воздуха и тяги в воздуховоде; освещенности; сквозняков
- и скоростей движения воздуха по слоям в помещении;

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- **ГОСТы:**
- **ГОСТ 25314-82 "Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения."**
- **ГОСТ 26782-85 "Контроль неразрушающий. Дефектоскопы оптические и тепловые. Общие технические требования";**
- **ГОСТ 23483-79 "Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования";**
- **ГОСТ 26629-85 "Метод тепловизионного контроля качества. Теплоизоляция ограждающих конструкций";**
- **ГОСТ 18353-79 "Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов";**
- **ГОСТ 28243-96 "Пирометры. Общие технические требования";**
- **ГОСТ 25380-82 "Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающую конструкцию ";**
- **ГОСТ 26254-84 "Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций ";**
- **ГОСТ 26602-85 "Окна. Метод определения сопротивления теплопередаче";**
- **ГОСТ 51379-99 "Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов";**
- **ГОСТ 51380-99 "Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям";**
- **ГОСТ 51387-99 "Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение";**
- **ГОСТ 51388-99 "Энергосбережение. Информирование потребителей об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения";**
- **ГОСТ 51541-99 "Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей".**

- Литература:
- С.А.Бажанов "Инфракрасная диагностика электрооборудования распределительных устройств";
- С.А.Бажанов "Тепловизионный контроль электрооборудования в эксплуатации" (часть 2); New
- "Применение инфракрасной техники в энергетике", выпуск 1, 1997 г, ОРГРЭС;
- "Объём и нормы испытаний электрооборудования" РД 34.45-51.300-97;
- "Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ" РД 153-34.0-20.363-99;
- "Методика инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования" РД 153.34.0-20.364-00, ОРГРЭС 2000г;
- "Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования" выпуск 11;
- "Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования", вып.2,
- "Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования, зданий и сооружений на основе приема излучений в инфракрасном диапазоне", СПб, ПЭИПК, 1997г.
- "Применение тепловизионных приёмников для выявления дефектов высоковольтного оборудования", методические указания г.Ленинград 1990 г;
- "Инфракрасная термография в энергетике", издательство ПЭИПК 2000г,
- г.С-Петербург. Авторы: А.В.Афонин, Р.К.Ньюпорт, В.С.Поляков, С.С.Сергеев, А.И. Таджибаев
- 
-