

Бесконтактное измерение температуры в промышленности: как выбрать технологию и оборудование

Во многих производственных процессах объект нагревается до температур, при которых стандартные термометры выходят из строя. Заготовки движутся с высокой скоростью, поверхности находятся под напряжением, окружающая атмосфера может включать пары реагентов. В таких ситуациях важна возможность измерять температуру дистанционно, без риска повреждения оборудования или вмешательства в технологический цикл.

Бесконтактное измерение температуры — это способ получения температурных данных без физического соприкосновения с объектом. Метод основан на анализе инфракрасного излучения, которое любое тело передает в окружающее пространство.

Для промышленных условий такой подход стал ключевым инструментом контроля, поскольку контактные датчики далеко не всегда могут работать в нужном диапазоне или выдерживать воздействие среды.



Бесконтактные приборы дают быстрый результат, обеспечивают неразрушающий контроль, позволяют фиксировать тепловые аномалии и отслеживать динамику различных процессов в реальном времени. В статье разбираем:

- бесконтактную технологию измерения,
- виды и особенности приборов с этим принципом действия,
- критерии выбора таких решений для промышленности.

Она позволит определить, какой тип прибора подойдет для применения в вашей отрасли, познакомиться с конкретными решениями и не ошибиться с технологией.

Как работает бесконтактное измерение температуры?

Любой объект с температурой выше абсолютного нуля испускает инфракрасное излучение. Его интенсивность и распределение по спектру меняются с ростом нагрева: чем горячее тело, тем сильнее поток излучения и тем короче длина волны максимума.

Именно на этом основаны законы Стефана–Больцмана и Вина, которые описывают связь температуры с характеристиками излучения. В промышленных приборах эти зависимости используются для вычисления температуры поверхности по измеренному сигналу.

Важное значение имеет коэффициент излучения — свойство материала отражать или поглощать тепловой поток. Сталь, керамика и стекло имеют разные значения эмиссии, которые заметно влияют на итоговое измерение. На результат также воздействуют цвет покрытия, степень окисления, шероховатость и даже наличие окалины. Прибор, настроенный под объект с неправильным коэффициентом, покажет заниженную или завышенную температуру, поэтому настройка всегда проводится с учетом материала и условий работы.



Основные технологии бесконтактного измерения

1. Инфракрасные пирометры

Пирометр инфракрасный является прибором, который оценивает температуру по уровню инфракрасного излучения. В промышленности применяются:

- яркостные модели — фиксируют излучение отдельных участков спектра;
- радиационные — оценивают общий поток;
- спектральные — используют два диапазона (работа по принципу двух спектральных каналов) для повышения точности на сложных поверхностях.

Промышленные пирометры работают в широком температурном диапазоне — от минимальных отрицательных значений до максимальных +3000 °С. Расстояние до объекта определяется оптическим разрешением D:S: чем выше параметр, тем меньше размер измеряемого пятна на большой дистанции.

Использование лазерного прицела облегчает точное наведение на измеряемую область.

2. Тепловизионные системы

Тепловизор для контроля оборудования формирует тепловое изображение — карту распределения температуры по площади. Такие системы помогают отслеживать зоны перегрева, выявлять дефекты изоляции, определять тепловые аномалии в двигателях, подшипниках, трансформаторах. Приборы подходят для диагностики сложных установок, где важно видеть всю картину, а не одну измерительную точку.

3. Сканирующие ИК-системы

Эти системы работают в режиме непрерывного обзора широкой полосы. Они применяются на конвейерах, прокатных линиях, участках формования стекла и керамических изделий. Сканирование позволяет создать температурный профиль объекта в движении, контролировать равномерность нагрева и фиксировать дефекты процесса в потоке.

4. Инфракрасные бесконтактные датчики

Бесконтактный контроль температуры на производстве ориентирован на процессы, где требуется множество точечных измерений и простая интеграция. Этим требованиям отвечают инфракрасные бесконтактные датчики. Они измеряют температуру поверхности по интенсивности инфракрасного излучения и формируют стандартный выходной сигнал для передачи данных в АСУ ТП. Благодаря этому они напрямую интегрируются в системы управления, регистраторы и средства визуализации без дополнительной обработки измерительной информации.

Линейки инфракрасных бесконтактных датчиков включают широкий набор модификаций, отличающихся диапазоном измеряемых температур, временем отклика, оптическим разрешением, спектральным диапазоном и исполнением корпуса. В рамках одной серии могут быть доступны варианты для низких и высоких температур, быстротекущих процессов, работы на различном расстоянии до объекта или в сложных условиях эксплуатации.



В отличие от ручных пирометров и тепловизоров такие устройства ориентированы на стационарную установку и непрерывную работу в составе технологического оборудования. Ниже в статье приведен пример одного из инфракрасных бесконтактных датчиков, представленных в каталоге, — для наглядного пояснения конструкции и принципа работы. При необходимости наши инженеры помогут подобрать конфигурацию под параметры конкретного технологического процесса, включая температурный диапазон, скорость измерения, оптические характеристики и условия установки.

Инфракрасные бесконтактные датчики температуры на примере Dobenу

ИК-измерение температуры в агрессивных средах можно проводить с помощью приборов производителя Dobenу [серии IRT](#). Компактные ИК-приборы выполнены в различных типах корпусов из нержавеющей стали диаметром от 14 до 18 мм и длиной от 28 мм до 145 мм. Конструкция обеспечивает защиту сенсора от внешних воздействий. Настраиваемый коэффициент излучения упрощает подбор: датчики легко подстраиваются под определенные условия работы и сохраняют стабильность показаний долгое время.

Принцип работы Dobenу IRT

- Нагретый объект излучает энергию в ИК-диапазоне.
- Сенсор внутри датчика принимает этот поток, после чего электрическая схема преобразует сигнал в линеаризованную форму.
- Результат выводится в виде стандартного промышленного сигнала 4...20 мА, что позволяет подключать датчики к ПЛК, индикаторам, регистраторам и другим электронным средствам АСУ ТП.



Бесконтактный измеритель температуры пирометр Dobenу используется на линиях с движущимися изделиями, в сборочных автоматах, на участках с ограниченным доступом, в системах контроля температуры оборудования и технологических сред. Области применения: обработка металлов, энергетика, пищевые линии, пластмассовое производство и задачи других технологических процессов. Например, компактная модификация для низких и средних температур IRT/.01-50A имеет повышенную повторяемость, устойчивость к длительной работе без дрейфа. Подробные технические параметры товара доступны в [карточке модели](#) на сайте.

Бесконтактный датчик температуры для металлургии Dobenу предназначен для дистанционного контроля температур поверхностей, которые недоступны для контактных методов.

 [Пример применения Dobenу на критических узлах дробильной установки при обработке горных пород](#)

[Выбрать и купить промышленный пирометр Dobenу в каталоге «РусАвтоматизации» >>](#)



Где применяется бесконтактное измерение температуры?

В каждой сфере использование тепловизионного контроля решает ключевые задачи по обеспечению качества, предотвращению аварий, оптимизации энергозатрат и поддержанию технологических параметров:

- **Металлургия** — контроль температуры расплавов,ковки, прокатного стана и других мест; наблюдение за охлаждением металлических заготовок.
- **Энергетика** — мониторинг трансформаторов, турбин, котельного оборудования, паропроводов.
- **Машиностроение** — контроль нагрева подшипников, тормозных систем, двигателей в тестовых режимах.
- **Химическая промышленность** — наблюдение за реакторами, трубопроводами, зонами экзотермических процессов.
- **Пищевая отрасль** — пастеризация, сушка, выпечка без прямого контакта с продуктом.
- **Электроника** — тестирование печатных плат, анализ распределения тепловыделения, обнаружение горячих точек.

Как выбрать устройства для бесконтактного измерения?

Ниже приведен чек-лист ключевых параметров пирометра бесконтактного промышленного:

- **Температурный диапазон.** Значения должны соответствовать реальным условиям. Для нагретых металлов требуются коротковолновые диапазоны, для полимеров — длинноволновые.
- **Оптическое разрешение (D:S).** Чем выше значение, тем меньше зона измерения при большой дистанции. Для мелких объектов требуется $D:S \geq 60:1$.
- **Спектральный диапазон.**
 - SWIR — горячие металлы, стекло;
 - MWIR — керамика, графит;
 - LWIR — полимеры, продукты, низкие температуры.
- **Характер поверхности.** Цвет, окисление, покрытие и шероховатость влияют на излучение. Важно задать корректный коэффициент.
- **Условия эксплуатации.** Пыль, пар, вибрации и нагрев корпуса требуют защитных окон, продувки или охлаждающих кожухов.
- **Защита корпуса.** IP65/67 для стандартных производственных условий; охлаждаемые кожухи — для горячих зон.
- **АСУ ТП и интерфейсы.** Поддержка 4...20 мА, Modbus, RS-485 или потокового вывода данных для тепловизоров с возможностью передачи информации по промышленным сетям.
- **Поверка и калибровка.** Необходима регулярная поверка и контроль дрейфа чувствительности.



Распространенные ошибки и как их избежать

Бесконтактные методы измерения температуры — оптические датчики для бесконтактного измерения температуры, пирометры, тепловизоры и сканирующие ИК-системы — чувствительны к условиям измерения и настройкам. Ошибки могут возникать как на этапе выбора технологии, так и при эксплуатации оборудования, поэтому важно учитывать типичные источники искажений.

- **Неверный коэффициент излучения.** Характерен для всех инфракрасных методов. Некорректное значение эмиссии приводит к систематической погрешности, особенно на металлических и блестящих поверхностях. Решение — корректная настройка коэффициента или применение двухцветных пирометров.
- **Измерение через среду, непрозрачную для ИК.** Стекло, пар, дым, пыль или горячие газы между прибором и объектом искажают сигнал. Ошибка актуальна как для точечных приборов, так и для тепловизионных систем. Используются специальные ИК-прозрачные окна, продувка или корректный выбор спектрального диапазона.
- **Неподходящий спектральный диапазон.** Разные материалы излучают энергию в разных участках спектра. Ошибка выбора диапазона приводит к нестабильным показаниям и заниженным значениям температуры, особенно при измерении стекла, расплавов и полимеров.
- **Неправильная геометрия измерения.** Для пирометров и датчиков важно, чтобы измеряемое пятно полностью перекрывало объект. Частичное попадание на фон формирует погрешность. Для тепловизоров аналогичная ошибка возникает при неправильном выборе дистанции или угла обзора.
- **Большой угол визирования.** При измерении под значительным углом возрастает доля отраженного излучения. Это влияет на все инфракрасные технологии и особенно критично при контроле металлических поверхностей. Желательно измерять близко к нормали.
- **Несоответствие быстродействия процессу.** Медленный отклик датчика или тепловизионной системы приводит к усреднению показаний и потере пиковых значений. Для динамичных процессов необходимо выбирать приборы с соответствующим временем отклика и частотой обновления данных.

FAQ о бесконтактном измерении температуры

- **Как измерить температуру расплавленного металла без контакта?**
 - Температуру расплава можно определить с помощью коротковолновых пирометров или специализированных ИК-датчиков, работающих в диапазоне 0,7–1,6 мкм. Инфракрасный термометр для высоких температур минимизирует влияние низкой излучательной способности жидкого металла и отражений. Измерение выполняют через наблюдательный порт или защитное окно без соприкосновения с металлом.



- **Можно ли применять один пирометр для разных материалов?**
Нет, необходим подбор спектрального диапазона под материал.
- **Почему прибор показывает плавающие значения?**
Часть пятна может попадать на фон или отраженную поверхность.
- **Можно ли измерять через обычное стекло?**
Нет — стекло непрозрачно для ИК. Рекомендуется использование германия или сапфира.
- **Что делать, если поверхность зеркальная?**
Применять коротковолновые или двухцветные модели.
- **Нужна ли калибровка?**
Да, особенно при высоких нагрузках и длительной работе.

Заключение

Бесконтактные методы контроля высокотемпературных объектов позволяют работать в условиях, где контактные датчики неприменимы. Правильный выбор технологии позволяет получить точные данные без вмешательства в рабочий цикл, снижает риски и помогает поддерживать процесс в допустимых пределах. От корректного подбора пирометра, тепловизора или сканирующей системы напрямую зависит качество контроля и безопасность оборудования.

Если перед вами стоит вопрос, как промышленный пирометр купить и интегрировать его в существующую систему, наши инженеры помогут найти информацию и подходящее решение под реальные условия эксплуатации и бюджет.

