

Оглавление

1	СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФАКЕЛА ВЫБРОСОВ	
4		
1.1	Методы контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу	
4		
1.1.1	Инструментальный метод.....	4
1.1.2	Расчетный метод.....	10
1.2	Применение тепловизоров для контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.....	16
1.2.1	Тепловизоры и области их применения.....	16
1.2.2	Применение тепловизоров для решения смежных проблем	19
1.3	Вывод	21

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире остро возникла проблема загрязнения воздуха. Выбросы заводов и автомобилей приводят к повышению температуры воздуха. На сегодняшний день температура воздуха уже повысилась на градус Цельсия и в обозримом будущем, при текущем уровне выбросов, это значение вырастет до трех градусов. Такая ситуация может привести к ужасным последствиям: вымирание флоры и фауны, повышение уровня мирового океана, ухудшение качества почвы и как следствие уменьшение общего количества продовольствия, а также влияет на твердость грунта, который сегодня может выдержать на 17% меньше нагрузки, чем в конце двадцатого века, а в отдельных регионах – на все 45%.

Другой вредный аспект выбросов – загрязнение атмосферы химическими соединениями. Загрязнение приводит к уменьшению толщины озонового слоя, что несет риск для здоровья человека и животных, загрязнение воды и атмосферы, которое приводит также к ухудшению качества продовольствия.

Решением этой проблемы является сокращение количества выбросов в атмосферу вредных соединений промышленными предприятиями. На сегодняшний день эта проблема решается с помощью контроля за содержанием и объемом дыма, а также его химического анализа. Это необходимо для своевременного снижения интенсивности работы предприятия и как следствие снижения выбросов. Для решения этой задачи используют газоанализаторы и различные датчики, но зачастую этот способ является экономически нецелесообразным.

С другой стороны, многие геометрические и физические характеристики выбросов можно проанализировать, используя тепловые и оптические снимки. Для реализации подобного способа анализа можно воспользоваться классическими методами компьютерного зрения. Преимуществами

такого подхода является относительная дешевизна используемого оборудования, а также его относительная мобильность. Кроме того, использование тепловых снимков позволит более точно определить геометрические характеристики выбросов в сравнении с анализом на основе оптических снимков.

Целью данной работы является расчет геометрических и физических свойств выбросов предприятий.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) исследование существующих методов для решения задачи получения геометрических и физических характеристик выбросов;
- 2) исследование современных способов применения тепловых снимков;
- 3) разработка алгоритма для сегментации факела выбросов с использованием тепловых и оптических снимков;
- 4) разработка алгоритма получения физических характеристик факела выбросов.

1 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ФАКЕЛА ВЫБРОСОВ

1.1 Методы контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

1.1.1 Инструментальный метод

Инструментальный метод – осуществление контроля с помощью газоаналитических средств, проверенных и занесенных в Государственный реестр средств измерений. Метод подходит для работы с организованными источниками. Для реализации данного метода преимущественно используются газоанализаторы.

Газоанализаторами называют измерительные приборы для анализа состава и свойств веществ, а также газовых смесей в химико-технологических процессах.

В зависимости от назначения и выполняемых задач газоанализаторы можно подразделить на несколько основных групп:

- 1) газоанализаторы горения для наладки и контроля печей, котлов и топливо-сжигающих установок;
- 2) газоанализаторы по определению параметров и контроля воздуха рабочей зоны (приборы безопасности);
- 3) газоанализаторы для контроля выбросов в атмосферу (экология) и различных технологических процессов;
- 4) приборы по контролю выхлопных газов различных двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
- 5) анализаторы для анализа газов в воде и других жидкостях.

По конструктивному исполнению и особенностям газоанализаторы подразделяются на следующие типы:

- 1) портативные (персональные и индивидуальные);

- 2) переносные;
- 3) стационарные.

Характерными особенностями переносных и портативных газоанализаторов принято считать небольшие массогабаритные показатели, что позволяет их применять практически на любом рабочем месте. Портативные и переносные приборы газового анализа, как правило, имеют цифровую индикацию результатов измерения, а также светозвуковую сигнализацию о превышении порогов опасных концентраций газов. Основным и важным назначением переносных газоанализаторов для контроля параметров воздуха рабочей зоны принято считать обследование замкнутого пространства и подземных объектов на предмет дефицита кислорода, наличия токсичных веществ и горючих газов, например, при оформлении допуска рабочих для осуществления работ. Преимуществом таких моделей газоанализаторов является их мобильность и простота использования. Недостатками же, по моему мнению, является неполнота информации, меньшая в сравнении со стационарными моделями точность, а также невозможность использовать их применительно к поставленной проблеме выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями.

Для газоанализаторов стационарного типа масса и габариты, как правило, не важны и не являются критичными, зато к ним предъявляются высокие требования к стабильности показаний и надёжности работы. Стационарные приборы могут быть оснащены средствами сигнализации о превышении пороговых значений концентрации, интерфейсом для передачи данных на компьютер, а также средствами выключения либо включения исполнительных устройств, например, с помощью блоков реле из состава газоанализаторов. Преимуществом является заявленная ранее точность работы, а также возможность использования их для решения проблемы выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями. Недостатками является большая цена и неудобство использования.

По количеству измеряемых компонентов газоанализаторы классифицируются следующим образом:

- 1) однокомпонентные;
- 2) многокомпонентные.

Однокомпонентные газоанализаторы – это, как правило, простые приборы, которые комплектуются одним датчиком или сенсором и рассчитаны для измерений концентрации только одного вещества. Газоанализаторы на один компонент могут иметь портативное, переносное либо стационарное исполнение конструкции. Преимуществом перед многокомпонентными газоанализаторами является меньшая цена, недостатком – меньшая точность и недостаток информации, так как зачастую выбросы содержат более одного вредного вещества.

Многокомпонентные газоанализаторы применяются для измерения и контроля одновременно нескольких разных веществ. В таких мультигазовых анализаторах обычно используются отличные друг от друга типы сенсоров или электрохимические ячейки. В зависимости от количества и типа установленных чувствительных элементов многокомпонентный газоанализатор способен индицировать на экране цифрового дисплея свои показания от 1 до 6 газов одновременно. Недостатком перед однокомпонентными газоанализаторами является высокая цена.

По количеству датчиков или каналов измерения газоанализаторы подразделяются:

- 1) одноканальные;
- 2) многоканальные.

Одноканальные газоанализаторы – это приборы, предназначенные для контроля концентрации одного определённого вещества и имеющие один датчик или один измерительный канал, либо одну точку для отбора пробы. Выделяют стационарные моноблочные одноканальные газоанализаторы, объединяющие в одном корпусе измерительный сенсор, электронный

преобразователь, а также световые либо цифровые индикаторы; стационарные одноканальные приборы с информационным пультом и одним выносным датчиком либо измерительным преобразователем на конкретный газ. Одноканальные газоанализаторы стационарного типа могут работать как автономно, так и в составе измерительной газоаналитической системы, которая объединяет необходимое количество газоанализаторов. Кроме того, одноканальными газоанализаторами могут быть и компактные переносные приборы, в том числе персональные (индивидуальные).

Многоканальные газоанализаторы – это приборы для одновременного контроля до 16 и больше каналов измерения. В одном таком газоанализаторе допускается сочетание каналов измерения разных газов в произвольном наборе. В случае газоанализаторов с измерительными датчиками проточного типа проблему многоточечного контроля можно решить при помощи вспомогательных устройств специального типа: газовых распределителей, обеспечивающих поочередную подачу пробы к датчику из нескольких точек пробоотбора.

В рамках контроля за промышленными выбросами выделяют несколько областей применения:

- 1) химическая, нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность;
- 2) металлургия;
- 3) энергетика и теплоэнергетика;
- 4) машиностроение;
- 5) контроль валовых выбросов загрязняющих веществ от рассредоточенных источников выбросов;
- 6) экологический мониторинг на промышленных предприятиях, стационарных и мобильных постах экологического контроля;
- 7) производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона;
- 8) предприятия для обезвреживания различных отходов (мусоросжи-

гательные заводы, специализированные установки для обеззараживания).

В виду большей предпочтительности некоторых видов газоанализаторов для контроля за промышленными выбросами, чаще всего для решения этой задачи используют газоанализаторы типовой структуры (рисунок 1.1). Типовая газоаналитическая система экологического мониторинга формируется по блочно-модульному принципу сборки отдельных функциональных узлов и состоит из:

- 1) пробоотборное оборудование;
- 2) линия транспортирования пробы (ОЛТП);
- 3) устройство пробоподготовки;
- 4) шкаф газоаналитический (ШГА);
- 5) автоматизированное рабочее место (АРМ) эколога (устройства сбора и передачи информации).

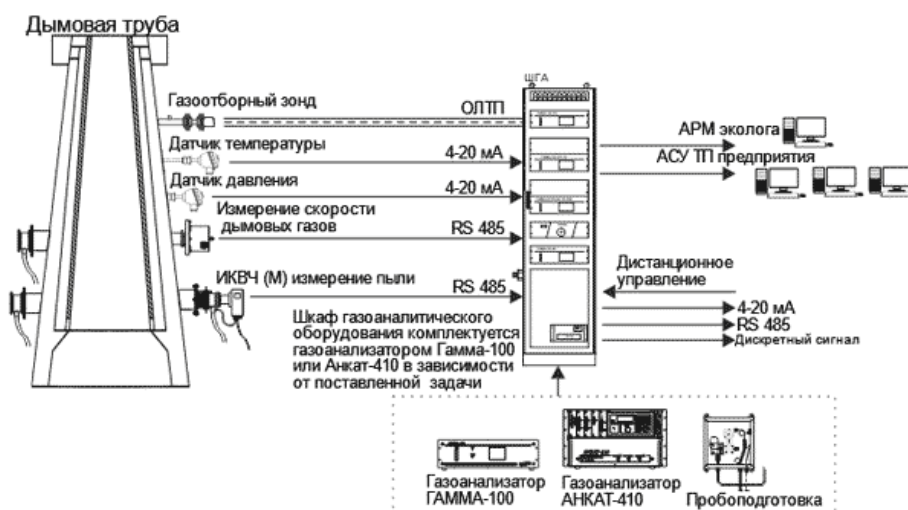


Рисунок 1.1 – Типовая структура газоаналитической системы

Пробоотборное оборудование устанавливается непосредственно в месте отбора пробы и выполняет следующие функции:

- 1) предварительное охлаждение;
- 2) фильтрация газовой смеси;
- 3) автоматическая продувка пробоотборника.

Длина линии транспортирования пробы, в том числе обогреваемой, до 150 метров (для КГО на базе масс-спектрометров до 300 метров). Обогреваемая линия транспортирования пробы предназначена для переноса газовой пробы от газохода до газоанализаторов без пробоподготовки при температурах окружающей среды от -50 до +50 °С без выделения конденсата. Необогреваемая линия транспортирования пробы предназначена для переноса неочищенной газовой пробы при температуре окружающей среды от +5 до +50 °С.

Устройство пробоподготовки предназначено для подготовки газовой пробы для анализа и выполняющая задачи по удалению влаги, пыли, в том числе по автоматическому сливу конденсата, а также регулировки и стабилизации расхода пробы через газоанализатор (автоматическое переключение каналов измерения).

В состав шкафа газоаналитического (далее – ШГА) входят различные газоанализаторы, измерители и анализаторы, предназначенные для измерения компонентного состава в контролируемой газовой пробе (измерение массовой концентрации газов, пыли, температуры и скорости потока дымовых газов). К наиболее распространённым приборам, применяемым в газоаналитических системах экологического контроля, относятся

1) АНКАТ-410 газоанализатор промышленных выбросов стационарный многоканальный (возможный ряд измеряемых газов (до 6 компонентов одновременно): O₂, CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, H₂S, HCL, NH₃, Cl₂, CO, NO, NOX, SCH);

2) ГАММА-100 газоанализатор многокомпонентных смесей автоматический многофункциональный стационарный (возможный ряд измеряемых газов (до 3 компонентов одновременно): CO, CO₂, SO₂, H₂, N₂, CH₄, NO, O₂, He);

3) ИКВЧ-М измеритель концентрации пыли (пылемер) оптический (по методу светопропускания) стационарный;

4) SERVOPRO 4900 (SERVOMEX) газоанализатор промышленных выбросов стационарный многоканальный (возможный ряд измеряемых газов: O₂, CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, CH₄).

Автоматизированное рабочее место (АРМ) эколога (устройства сбора и передачи информации) применяется при необходимости сбора и передачи информации в АСУП предприятия.

На основании вышеизложенной информации можно сделать вывод о дороговизне инструментального метода мониторинга промышленных выбросов, а также о сложности внедрения и эксплуатации подобных систем.

1.1.2 Расчетный метод

Данный метод используется для расчетов рассеивания выбросов от дымовых труб, вентиляционных шахт, а также от источников организованного выброса загрязняющих атмосферный воздух веществ из установленных отверстий (далее – от точечных источников выброса) при условии, что скорость ω_0 выхода газовой смеси (далее – ГВС) из устья источника выброса не превосходит скорости звука в атмосферном воздухе (в целях данных Методов принимается равной 330 м/с), а температура T_r ГВС не превышает 3000°С.

Максимальная приземная разовая концентрация Загрязняющего вещества (далее – ЗВ) c_M , мг/м³, при выбросе ГВС из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при опасной скорости ветра u_M на расстоянии x_M от источника выброса и определяется по формуле (1.1):

$$c_M = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (1.1)$$

Где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе;

M – масса ЗВ, выбрасываемого в атмосферный воздух в единицу

времени (мощность выброса), г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания ЗВ (газообразных и аэрозолей, включая твердые частицы) в атмосферном воздухе;

m и n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выброса из устья источника выброса;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (определяемый в соответствии с главой VII настоящих Методов);

H – высота источника выброса, м;

V_1 – расход ГВС, определяемый по формуле (1.2), м /с;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой ГВС T_r и температурой атмосферного воздуха T_v , °С.

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0, \quad (1.2)$$

где D – диаметр устья источника выброса, м;

ω_0 – средняя скорость выхода ГВС из устья источника выброса, м/с.

Мощности M выброса, высоты источников H , диаметры устьев D , температуры T_r и расходы V_1 ГВС при проектировании предприятий должны определяться расчетом в технологической части проекта (для проектируемых, вводимых в эксплуатацию построенных и реконструированных объектов), а для действующих производств должны определяться по результатам инвентаризации стационарных источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

При расчете максимальных разовых концентраций принимаются сочетания при времени осреднения 20-30 мин значений M и V_1 , реально возможные в течение года при безаварийных условиях эксплуатации предприятия, при которых достигается максимальная концентрация c_M ЗВ. Способ определения зависимости мощности выброса M от скорости ветра опреде-

ляется методикой расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками выброса.

При определении величины ΔT для предприятий, работающих по сезонному графику, допускается принимать значения расчетной температуры окружающего атмосферного воздуха T_v равными средним месячным температурам воздуха за самый холодный месяц. Для остальных источников выбросов расчетная температура T_v принимается равной средней максимальной температуре воздуха наиболее теплого месяца года.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от характеризующих свойства источника выброса параметров ν_M , ν'_M , f и f_e :

$$\nu_M = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}, \quad (1.3)$$

$$\nu'_M = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H}, \quad (1.4)$$

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T}, \quad (1.5)$$

$$f_e = 800 (\nu'_M)^3. \quad (1.6)$$

Коэффициент m определяется по формулам (1.7)-(1.8):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100, \quad (1.7)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100. \quad (1.8)$$

Для $f_e < f < 100$ коэффициент m вычисляется при $f = f_e$. Коэффициент n при $f < 100$ определяется по формулам (1.9)-(1.11):

$$n = 4,4\nu_M \text{ при } \nu_M < 0,5, \quad (1.9)$$

$$n = 0,532\nu_M^2 - 2,13\nu_M + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq \nu_M < 2, \quad (1.10)$$

$$n = 1 \text{ при } \nu_M \geq 2 \quad (1.11)$$

Для $f \geq 100$ (или $0 \leq \Delta T < 0,5$) и $\nu'_M 0,5$ (холодные выбросы) при расчете c_M вместо формулы (1.1) используется формула (1.12):

$$c_M = \frac{AMFn\eta}{H^{\frac{4}{3}}}K, \quad (1.12)$$

где

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7,1\sqrt{\omega_0 V_1}}, \quad (1.13)$$

причем n определяется по формулам (1.9-1.11) при $\nu_M = \nu'_M$.

Аналогично при $f < 100$ и $\nu_M < 0,5$ или $f \geq 100$ и $\nu'_M < 0,5$ (случаи предельно малых опасных скоростей ветра) расчет c_M производится по формуле (1.14):

$$c_M = \frac{AMFm'\eta}{H^{\frac{7}{3}}}, \quad (1.14)$$

где

$$m' = 2,86m \text{ при } \nu_M < 0,5, \quad (1.15)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, \nu'_M < 0,5. \quad (1.16)$$

Формула (1.14) при $m' = 0,9$ применяется также при расчете концентраций ЗВ для источников выбросов, у которых вертикальная составляющая скорости поступающей в атмосферу газовой смеси не превышает 0,01 м/с, а давление в ней, ее плотность и температура отличаются от соответствующих характеристик атмосферного воздуха не более, чем на 0,01% (далее – источник выбросов фиксированной высоты) H при $0 \leq \nu'_M < 0,5$ и $-0,5 \leq \Delta T \leq 0,5$.

Расстояние x_M от источника выброса, на котором приземная концентрация c ЗВ при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения c_M , определяется по формуле (1.17):

$$x_M = \frac{5 - F}{4} dH. \quad (1.17)$$

Безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам (1.18)-(1.20):

$$d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) \text{ при } \nu_M \leq 0,5, \quad (1.18)$$

$$d = 4,95\nu_M(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) \text{ при } 0,5 < \nu_M \leq 2, \quad (1.19)$$

$$d = 7\sqrt{\nu_M}(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) \text{ при } \nu_M > 2. \quad (1.20)$$

При $f < 100$ или $0 \leq \Delta T < 0,5$ коэффициент d находится по формулам (1.21)-(1.23):

$$d = 5,7 \text{ при } \nu'_M \leq 0,5, \quad (1.21)$$

$$d = 11,4\nu'_M \text{ при } 0,5 < \nu'_M \leq 2, \quad (1.22)$$

$$d = 16\sqrt{\nu'_M} \text{ при } \nu'_M > 2. \quad (1.23)$$

Для источника выброса фиксированной высоты H при $0 \leq \nu'_M < 0,5$ и $-0,5 \leq \Delta T \leq 0$ значение x_M принимается равным $5,7H$.

Опасная скорость ветра u_M на стандартном уровне флюгера (10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшая приземная концентрация ЗВ c_M , в случае $f < 100$ определяется по формулам (1.24)-(1.26):

$$u_M = 0,5 \text{ при } \nu_M \leq 0,5, \quad (1.24)$$

$$u_M = \nu_M \text{ при } 0,5 < \nu_M \leq 2, \quad (1.25)$$

$$u_M = \nu_M(1 + 0,12\sqrt{f}) \text{ при } \nu_M > 2. \quad (1.26)$$

При $f < 100$ или $0 \leq \Delta T < 0,5$ значение u_M вычисляется по формулам (1.27)-(1.29):

$$u_M = 0,5 \text{ при } \nu'_M \leq 0,5, \quad (1.27)$$

$$u_M = \nu'_M \text{ при } 0,5 < \nu'_M \leq 2, \quad (1.28)$$

$$u_M = 2,2\nu'_M \text{ при } \nu'_M > 2. \quad (1.29)$$

Для источника выброса фиксированной высоты H при $0 \leq \nu'_M < 0,5$ и $-0,5 \leq \Delta T \leq 0$ принимается $u_M = 0,5$ м/с.

Описанный выше расчетный метод контроля выбросов имеет множество плюсов, главным из которых является отсутствие затрат на установку и содержание технически сложного оборудования. К минусам данного метода можно отнести низкую точность получаемых результатов при недостатке данных для расчетов. При этом нельзя сказать что расчетный метод полностью не зависит от технически сложных устройств, так как для расчетов необходимы многие характеристики выбросов, что частично нивелирует главное достоинство этого метода.

1.2 Применение тепловизоров для контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

1.2.1 Тепловизоры и области их применения

Тепловизоры — устройства, предназначенные для наблюдения нагретых объектов по их собственному тепловому излучению. Они преобразуют невидимое глазом человека инфракрасное излучение в электрические сигналы, которые после усиления и автоматической обработки вновь преобразуются в видимое изображение объектов

По принципу получения изображения тепловизоры делятся на:

- 1) тепловизоры с оптико-механическим сканированием. Основные элементы тепловизоров с оптико-механическим сканированием;
- 2) матричные тепловизоры.

Для получения видимого изображения теплоизлучающего объекта в тепловизорах с оптико-механическим сканированием осуществляют разложение (развертку) объекта на некоторое число элементарных площадок. Каждая такая площадка, называемая элементом разложения, является наименьшей деталью, которую может воспроизвести данная система. Анализ мощности теплового излучения отдельных элементов производится приемником излучения, с выхода которого последовательно во времени снимаются сигналы, содержащие информацию о теплоизлучающем объекте и окружающем его фоне. Таким образом, двумерное распределение яркостей в пространстве объектов в результате сканирования преобразуется в одномерное распределение напряжения на нагрузочном резисторе приемника излучения. Сигналы с приемника передаются по одному каналу в индикатор видео устройства (Видеоконтрольное устройство), который преобразует их в видимое изображение. Чаще всего в качестве индикатора ВКУ используют электронно-лучевую трубку (кинескоп). Так как в каж-

дый момент времени на экране кинескопа воспроизводится только один элемент изображения, закон движения электронного луча кинескопа должен быть идентичен закону развертки, что достигается применением синхронизирующих элементов.

Одним из главных элементов тепловизоров с оптико-механическим сканированием, определяющим их температурную чувствительность и максимальную дальность действия, является приемник инфракрасного излучения. Чувствительные элементы приемников представляют собой фоторезисторы, проводимость которых изменяется под действием падающего на излучения. Главным параметром приемников инфракрасного излучения является порог чувствительности — минимальный поток излучения, который вызывает на выходе приемника сигнал, равный напряжению шумов, или превышающий его в заданное число раз.

В техническом отношении одним из преимуществ таких тепловизоров является то, что они построены на основе матричного инфракрасного детектора. Это преимущество проявляется в сравнении с тепловизорами, использующими сканирующие системы, и которых много ещё на мировом рынке. В связи с использованием принципа накопления информационного сигнала матричные тепловизоры при прочих равных условиях выигрывают у сканирующих систем по совокупности таких параметров, как надёжность, чувствительность, быстродействие и пространственное разрешение. Типовая блок-схема матричных тепловизоров приведена на рисунке 1.2.

На сегодняшний день известно множество способов применения тепловизоров. Один из них – получение информации о состоянии материалов, степени их износа, примером является контроль за состоянием облицовки доменных печей. Полная замена облицовки доменных печей является весьма дорогой процедурой, так как влечет остановку производства на 3-4 дня. Использование тепловизора позволит быстро обнаружить трещины и иные повреждения.

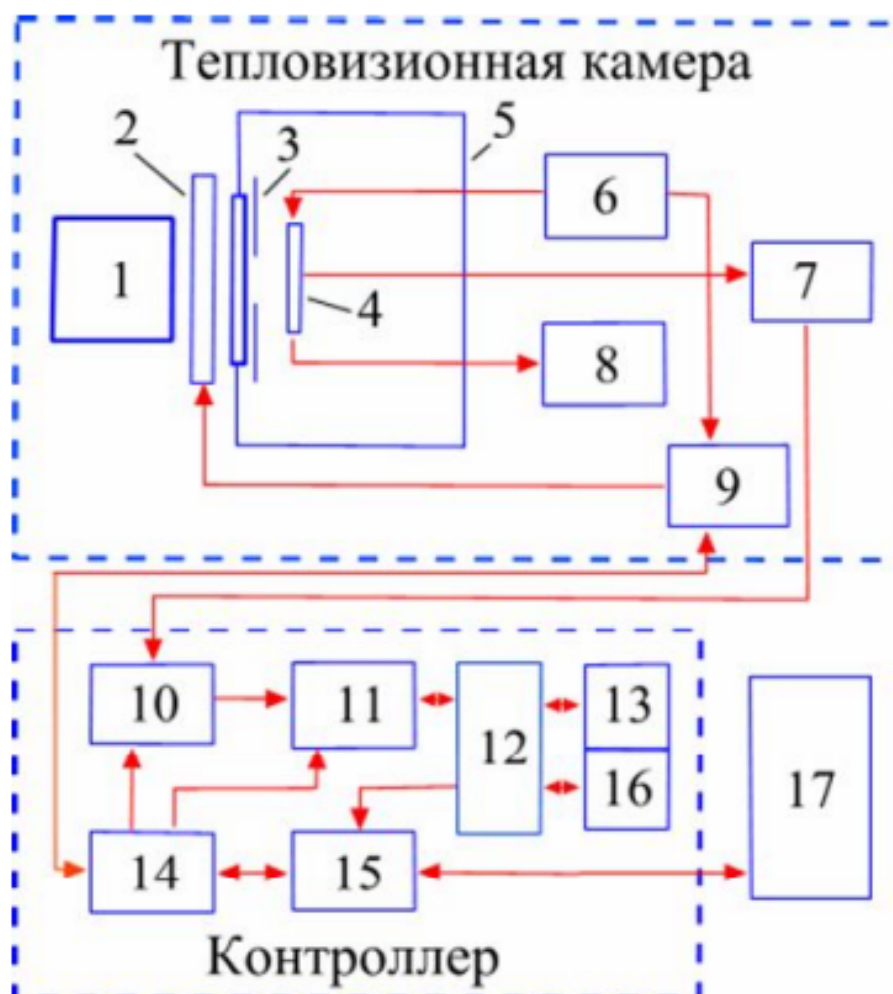


Рисунок 1.2 – Блок-схема тепловизионной камеры: 1 – объектив; 2 – устройство калибровки; 3 – холодная диафрагма; 4 – матричное ФПУ; 5 – вакуумный криостат с просветленным окном; 6 – генератор управляющих импульсных и постоянных напряжений; 7 – усилитель с дифференциальным выходом; 8 – измеритель температуры ФПУ и автомат включения напряжения смещения подложки из InAs; 9,14 – блоки управления и синхронизации; 10 – АЦП; 11 – сумматор; 12 – диспетчер памяти; 13,16 – банки памяти; 15 – блок связи с персональным компьютером; 17 – персональный компьютер

Помимо применения в дефектоскопии тепловизионные устройства широко применяются для снятия тепловых карт местности. Этот способ основан на дистанционном измерении температуры земной поверхности с са-

молета или с искусственного спутника земли. Тепловые карты позволяют судить о геологическом строении и полях активности кратеров, способствуют поискам и регистрации тепловых источников, гейзеров, мест подземных утечек в энергосистемах, тепломагистралах, дренажных устройствах, позволяет своевременно обнаруживать очаги зарождающихся пожаров и определять границы крупных пожаров сквозь пелену сплошного дыма, а также границы пожаров горючих ископаемых по скрытым очагам в штабелях угля, сланцев, шахтных отвалов и т. д.

Еще одной областью в которой тепловизоры нашли широкое применение является медицина. Тепловидение значительно расширяет обычные области применения инфракрасной техники в медицине, так как позволяет не только фотографировать освещенную инфракрасными лучами поверхность тела человека и расположенные вблизи от нее сосуды, но и наблюдать изображения, создаваемые собственным тепловым излучением тела. Тепловидение является хотя и эффективным, но дополнительным методом при диагностике различных заболеваний; полезно сочетание тепловизионного метода исследования с другими, например, рентгенологическим, ультразвуковым, радиоизотопным, лазерным, охватывающими более широкий спектр электромагнитных волн.

1.2.2 Применение тепловизоров для решения смежных проблем

На сегодняшний день тепловизоры часто применяются также для решения проблем, смежных поставленной нами задачи контроля за выбросами вредных веществ в атмосферу на промышленных предприятиях. Примером такой проблемы является контроль за факелом газа сжигаемого на нефтехимических заводах. Использование тепловизоров обеспечивает надежный контроль за температурой пламени факела, его объемом и формой. Преимуществом тепловизоров перед оптическими видеосистемами является не зависимость от времени суток и погодных условий. Тепловизоры

также выгодно отличаются от других систем контроля температуры, так как могут контролировать процесс с безопасного расстояния, что позволяет сэкономить на системах защиты тепловизора. Схематичное устройство системы представлено на рисунке 1.3.

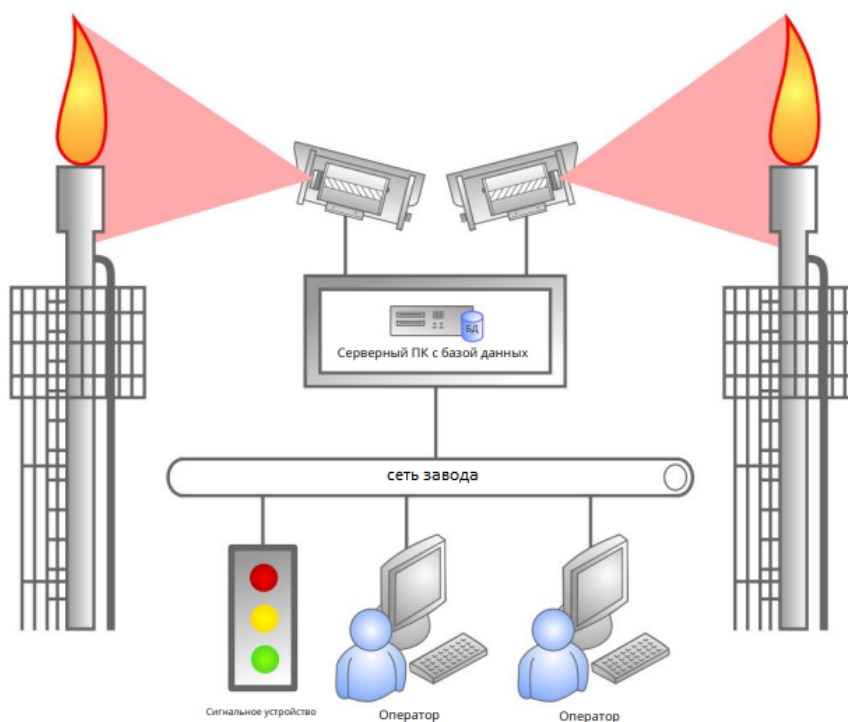


Рисунок 1.3 – Схематичное устройство системы контроля за факелом горения газа

Другим примером использования теплоизоров для обнаружения вредных выбросов является проведенное компанией FLIR исследование выбросов, производимых автомобилями. В исследовании было продемонстрировано движение автомобилей, заснятое тепловизором и обычной камерой. На оптическом видео не было видно выбросов, тогда как в инфракрасном спектре был отчетливо виден факел выхлопных газов. В результате этого исследования было обнаружено, что тепловизоры способны обнаруживать даже невидимые невооруженным глазом выбросы. Это говорит о потенциальной возможности использования тепловизоров для контроля за любым видом выбросов.

1.3 Вывод

В данной главе были представлены современные способы контроля за выбросами вредных веществ в атмосферу. Таковыми являются инструментальный и расчетный методы. В результате проведенного обзора было обнаружено, что данные методы обладают многими серьезными недостатками.

Инструментальный метод является наиболее затратным, как с точки зрения стоимости оборудования, так и с точки зрения затрат на эксплуатацию этого оборудования и содержание необходимых специалистов. При этом он обладает высокой точностью.

Расчетный метод является менее затратным, так как не требует обязательного наличия сложного оборудования, но при этом обладает низкой точностью. Эта проблема может быть компенсирована более точными начальными данными, но для этого необходимо использовать сложное оборудование. Это обстоятельство лишает расчетный метод его главного преимущества.

Также в этой главе были рассмотрены устройство и области применения тепловизоров. В результате было выявлено, что с помощью тепловизоров можно получить информацию о пространственно-геометрических, а также о некоторых физических характеристиках факела выбросов. Было установлено, что тепловизоры успешно используются в похожих задачах. В сравнении с ранее описанными методами тепловизор обладает значительно меньшей стоимостью и относительно высокой мобильностью, что позволяет сделать вывод о целесообразности использования тепловизоров для решения поставленной задачи.