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. Методы контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферу
     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 портативныхгазоанализаторов 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 просто та 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. Коме 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 (мусоросжигательные 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 1.1.1.1). 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).

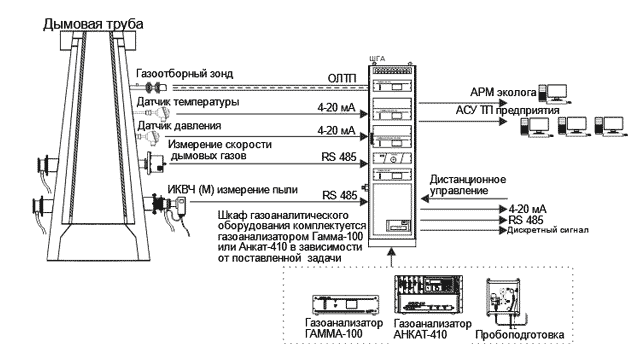


Рисунок 1.1.1.1 – типовая структура газоаналитической системы

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 °C без выделения конденсата. Необогреваемая линия транспортирования пробы предназначена для переноса неочищенной газовой пробы при температуре окружающей среды от +5 до +50 °C.

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 (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](https://gazoanalizators.ru/catalog/gazoanalizatory/statsionarnye/ankat-410-gazoanalizator-promyshlennykh-vybrosov/) газоанализатор промышленных выбросов стационарный многоканальный (возможный ряд измеряемых газов (до 6 компонентов одновременно): О2, СО, СО2, NО, NО2, SО2, H2S, НCL, NН3, Cl2, СО, NО, NОХ, SСН);
2. [ГАММА-100](https://gazoanalizators.ru/catalog/gazoanalizatory/statsionarnye/gamma-100/) газоанализатор многокомпонентных смесей автоматический многофункциональный стационарный (возможный ряд измеряемых газов (до 3 компонентов одновременно): СО, СО2, SО2, H2, N2, CН4, NO, О2, He);
3. [ИКВЧ-М](https://gazoanalizators.ru/catalog/gazoanalizatory/statsionarnye/ikvch-m/) измеритель концентрации пыли (пылемер) оптический (по методу светопропускания) стационарный;
4. SERVOPRO 4900 (SERVOMEX) газоанализатор промышленных выбросов стационарный многоканальный (возможный ряд измеряемых газов: О2, СО, СО2, NО, NО2, SО2, 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. Расчетный метод

Данный метод используется для расчетах 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  выхода газовоздушной 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  ГВС не превышает 3000°С.

Максимальная приземная разовая концентрация ЗВ , мг/м, при выбросе ГВС из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при опасной скорости ветра  на расстоянии  от источника выброса и определяется по формуле (3):

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| , | (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;

 - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (определяемый в соответствии с [главой VII настоящих Методов](https://docs.cntd.ru/document/456074826#7DQ0KB));

H - высота источника выброса, м;

- расход ГВС, определяемый по формуле (4), м/с;

 - разность между температурой выбрасываемой ГВС  и температурой атмосферного воздуха , °С.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| , | (1.2) |

где D - диаметр устья источника выброса, м;

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