

УДК 621.43.068

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОТРАБОТАВШИХ ГАЗАХ**

**Александр Геннадьевич Абросимов**

кандидат технических наук, доцент

alexabr84@bk.ru

**Виктория Сергеевна Ненашева**

студент

vichka\_nenasheva@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье говорится о некоторых методах, которые используются для измерения содержания вредных веществ в отработавших газах, их плюсы и минусы.

**Ключевые слова:** методы измерения, вредные вещества, отработавшие газы.

В нынешних условиях, когда вопросы экологии стоят особенно остро, пристальное внимание к мониторингу выбросов вредных веществ в воздушную среду становится критически важным. Выхлопные газы моторов, работающих на принципе внутреннего сгорания, представляют собой один из главных источников загрязнения, включающих в себя опасные составляющие, такие как оксиды азота (NO<sub>x</sub>), угарный газ (CO), углеводороды (HC), взвешенные частицы (PM) и прочие. Действенный надзор и управление данными выбросами не представляются возможными без применения надежных и проверенных способов определения их объема [3].

Существует множество методов определения содержания загрязняющих веществ в отработавших газах, среди которых можно выделить следующие:

1. Метод непосредственного измерения
2. Метод анализа объемного содержания газов за ездовой цикл
3. Метод дозированного отбора проб в течение ездового цикла, предусматривающий разбавление инертным газом.
4. Метод анализа разбавленных воздухом проб
5. Метод анализа индивидуальных проб газа и т.д.

Рассмотрим подробнее каждый метод

Метод непосредственного измерения для определения концентрации вредных веществ заключается в двойной фильтрации при температуре 5-20 °С с последующим удалением влаги и анализом на CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>. Каждый анализ занимает 2,5 секунды, а данные обрабатываются компьютером. Основным недостатком данного метода является возможность адсорбции углеводородов на материалах системы измерения, что может привести к искажениям в данных, особенно при низких концентрациях C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> или пониженных температурах. Также возможна потеря NO<sub>x</sub> и альдегидов из-за их растворения в конденсате. Для повышения точности используются две разные измерительные системы, выбор которых зависит от ожидаемого уровня

углеводородов. Для предотвращения накопления загрязнений системы периодически продуваются воздухом.

Метод анализа объемного содержания газов за ездовой цикл. Для сбора выхлопных газов автомобилей при низких температурах (10-15 °С) используется контейнер из тедлара или тефлона. Этот популярный в Европе метод имеет недостатки: потеря альдегидов, диоксида азота и тяжелых углеводородов, а также искажение данных из-за изменения давления на выходе двигателя при заборе проб. Преимущество метода – упрощение обработки данных, так как сложные расчеты не требуются.

Метод дозированного отбора проб в течение ездового цикла, предусматривающий разбавление инертным газом. Для более точного анализа выхлопных газов, в пробоотборник подается часть газовой смеси, которая соответствует доле расхода воздуха. Далее она разбавляется азотом в соотношении 4:1. Это разбавление способствует снижению адсорбции углеводородов и замедлению реакций между составляющими смеси. Дозировка происходит через клапан, который управляется сервомотором, управляемым датчиком расхода воздуха, с инерционностью до 80 мс. Точная настройка состава сложна, но ошибка не превышает 2%. Метод компактен и пригоден для использования в транспорте, однако требует сложной и дорогой электроники. Также необходимо удалять влагу из выхлопных газов при низкой температуре (около 0 °С), что может привести к утечкам оксидов азота.

Метод анализа разбавленных воздухом проб. Методика сбора данных о токсичных выбросах автомобилей предполагает откачку газовой смеси насосом с производительностью 10-15 м<sup>3</sup>/мин. Далее смесь охлаждается до 5-6°С и разбавляется очищенным активированным углем воздухом в пропорции не менее 8:1. Для этого используется воздух, очищенный активированным углем. Анализ состава занимает 2-3 секунды на каждую партию. Для минимизации погрешностей измерений, возникающих из-за наличия влаги, рекомендуется увеличивать степень разбавления, что способствует более точным результатам,

но это зависит от чувствительности используемых газоанализаторов. Важно также учитывать, что даже после очистки воздух может содержать до 0,0015% углеводородов, что может ввести в заблуждение при анализе. Основными компонентами этих углеводородов являются соединения с низкой молекулярной массой

Метод анализа индивидуальных проб газа. Для анализа работы двигателя газовые пробы отбираются в стеклянные вакуумированные аспираторы объемом 500 см<sup>3</sup>, которые предварительно вакуумируют до 1,3 ... 3 кПа. Во время сбора образцов могут возникать искажения, вызванные химическими и физическими изменениями, подсосом воздуха, растворением веществ в конденсате, адсорбцией на стенках трубопроводов и преждевременной "закалкой" оксидов азота, особенно при температурах свыше 700 °С [1].

С целью уменьшения этих искажений необходимо придерживаться определённых условий: температура стенок пробоотборников должна составлять не менее 50 ... 60 °С, а их длина не должна превышать 500 мм; выбирать места отбора на расстоянии не менее 300 мм от конца выпускной трубы, не превышать температуру газов в момент отбора 700 °С и предварительно продувать систему анализируемым газом. Соблюдение этих условий повышает точность анализа работы двигателя.

Таким образом, анализ методов измерения содержания загрязняющих веществ в ОГ показывает, что существует широкий спектр доступных технологий, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. Разрабатываются и другие, более современные и менее затратные методы измерения. Дальнейшее их усовершенствование позволит более эффективно контролировать состав отработавших газов, что, в конечном итоге, приведет к улучшению их качества [2].

### **Список литературы:**

1. Хорошков С.Д., Бахарев А.А. О зависимости силовых агрегатов различной техники от негативных климатических факторов Анализ применяемых методов после пускового прогрева силовой установки // Наука и Образование. 2023. Т. 6. № 2.
2. Топильский Д.В., Колдин М.С. Исследование устройства и принципов работы современных двигателе внутреннего сгорания // Наука и Образование. 2024. Т. 7. № 2.
3. Богайчук А. Е., Влияние низкотемпературных условий эксплуатации на экологичность автомобилей: дис. кан. техн. наук. Тюмень. 2004. 173 с.

**UDC 621.43.068**

## **ANALYSIS OF METHODS FOR MEASURING POLLUTANTS IN EXHAUST GASES**

**Alexander G. Abrosimov**

candidate of technical sciences, associate professor

alexabr84@bk.ru

**Victoria S. Nenasheva**

student

vichka\_nenasheva@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** The article talks about some of the methods that are used to measure the content of harmful substances in exhaust gases, their pros and cons.

**Keywords:** measurement methods, harmful substances, exhaust gases.

Статья поступила в редакцию 24.10.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 24.10.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.