

УЧЁТ ВЛИЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕССЫ ИЗМЕРЕНИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ВЫБРОСАХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Мажан М.В., студ.; Хламов М.Г., проф., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

В последние годы в мире заметен интенсивный рост количества автомобилей и максимальная концентрация их в городах. Загрязнение атмосферного воздуха выхлопами автотранспорта рассматривается как одна из крайне острых экологических проблем. Анализ количественных характеристик выбросов вредных веществ в атмосферу показывает, что в крупных городах выбросы от автотранспорта составляют до 80% валовых выбросов [1].

Автомобильный транспорт - один из основных загрязнителей окружающей среды. Автомобиль стал бы гораздо безвреднее для окружающей его среды, если бы в его двигателе углеводородное топливо превращалось исключительно в углекислый газ и водяные пары. Температура горения топлива бывает или слишком высокой, или низкой, что приводит к его неполному сгоранию. Кроме того, не следует забывать о качестве самого горючего и примесях, содержащихся в нем. Все это, как известно, приводит к возникновению токсичных веществ: оксида углерода, оксидов азота и серы, несгоревших углеводородов – бензапирена и прочих газов, а также твердых частиц сажи и соединений свинца.

Увеличение масштабов сжигания нефтепродуктов является причиной загрязнения воздушной среды. Бензин, израсходованный на приведение в действие двигателей внутреннего сгорания, никуда не исчезает. Отдавая заключённую в нём энергию химических связей, он разлагается на более простые вещества – оксиды углерода, сажу, углеводороды и др. Наибольшее количество загрязняющих атмосферу веществ выбрасывается с выхлопными газами автомобилей. Анализ выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания показал, что в них содержится около двухсот различных веществ, большинство из которых токсично.

Основными нормируемыми токсичными компонентами выхлопных газов двигателей являются углеводороды. Бенз(а)пирен, входящий в состав этих углеводородов несёт опасность для человека и на биоту в целом.

Бенз(а)пирен - вещество высшего класса опасности, попадает в воздушную среду вместе с другими полиароматическими соединениями, вызывает необратимые, крайне опасные заболевания организма человека. Химически и термически устойчивое вещество, обладающее свойствами биоаккумуляции, накапливается в организме, действует постоянно и точно, приводит к онкологическим заболеваниям. Помимо канцерогенного воздействия, оказывает сильное мутагенное, эмбриотоксическое и гематогенное воздействие .

Для обнаружения бенз(а)пирена в воздушных массивах жилых районов города Донецка, используется метод бездисперсионной спектрометрии, на базе которой была построена математическая модель измерительного преобразователя бенз(а)пирена. Измерительный преобразователь совмещен с устройством подготовки пробы. Измерительный преобразователь с устройством подготовки пробы изображён на рис.1. Описание процесса обнаружения бенз(а)пирена изложено в статье [3].

С помощью разработанного устройства, производится концентрирование бенз(а)пирена в малом количестве растворителя - четырёххлористый водород (Cl_4H_4). Эффективное извлечение бенз(а)пирена из атмосферного воздуха достигается прокачкой нескольких куб.м. пробы воздуха и ультразвуковым распылением его в растворителе. За счёт уменьшения пузырьков воздуха, осуществляется эффективное поглощение бенз(а)пирена из газовой среды в жидкую.

Обязательным условием, для полноценного обнаружения концентрации бенз(а)пирена, является учёт влияния температуры раствора. С целью более чёткого и правдивого анализа, мы пришли к выводу, что температура анализируемого раствора должна находиться на

уровне 20°C . Для обеспечения данного условия необходимо устройство термостабилизации раствора.

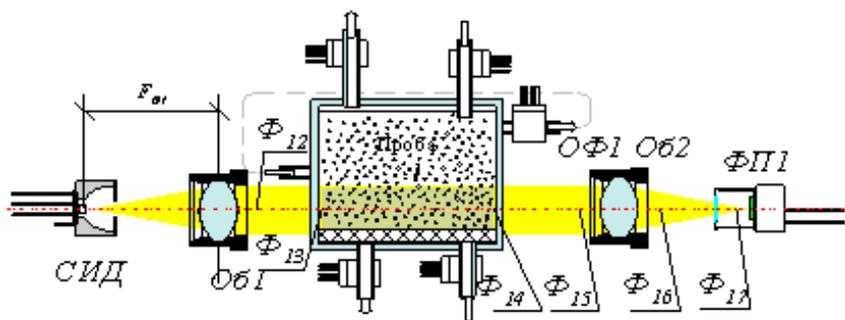


Рисунок 1 – Измерительный преобразователь

Влияние рН раствора на растворы выражается в различных формах, однако в большинстве случаев оно сводится к разрушению или изменению состава полученного соединения растворителя. Иногда оно способствует образованию раствора с посторонними ионами, присутствующими в растворе, обуславливает изменение растворимости соединений, влияет на состояние окислительно - восстановительное взаимодействие [2].

При более детальном рассмотрении данного вопроса, выявили влияние анионов хлора находящихся в полученном анализируемом растворе. С целью исключения влияния анионов хлора, в процессе подготовки раствора, в момент смешивания четырёххлористого водорода с выхлопным газом, вместе с термостатированием проводится измерение содержание анионов хлора в получаемом растворе, так как анионы влияют на результат измерения концентрации бенз(а)пирена.

Производится данное измерение с помощью комбинированных ион – селективных электродов для измерения хлоридного баланса раствора. Комбинированные электроды измерения хлорида изображены на рис.2. Кроме анионов хлора, должны быть катионы водорода. Чтобы обеспечить требуемую для исследования концентрацию хлора, авторы управляют величиной концентрации водорода. Для этого чтобы уменьшить величину рН добавляем кислоту, а чтобы увеличить - щёлочь.



Рисунок 2 – Комбинированные ион-селективные электроды для определения хлорида в растворах

Для управления величинами концентрации, производится расчёт требуемых параметров. Одной из таких величин, является условная константа устойчивости, которая непосредственно зависит от температуры раствора находящегося в кювете.

Под условной константой устойчивости понимают такую характеристику, которая является производной концентрационной константы, но в отличие от нее содержит в своем выражении коэффициенты, учитывающие влияние побочных, сопряженных равновесий.

Условные константы устойчивости комплекса MR_n выражается соотношением:

$$\beta'_{MR_n} = \frac{[MR_n]}{([C_M] \cdot [C_R]^n)}, \quad (1)$$

где М – определяемый ион, R – фотометрический раствор – четырёххлористый водород. $[MR_n]$ – равновесная концентрация исследуемого окрашенного соединения, моль/л; $[C_M]$ и $[C_R]$ – суммарные равновесные концентрации всех ионных форм определяемого катиона и реагента, не связанных в окрашенное соединение MR_n , моль/л. [3].

Соединение «автомобильные выбросы (исследуемый газ) – четырёххлористый водород Cl_4H_4 (растворитель)» изменяет интенсивность своей реакции во времени. В некоторых случаях из-за малой скорости реакции образования исследуемого раствора, интенсивность реакции развивается постепенно и лишь по истечении определенного времени (10– 20 мин) достигает своего максимального и постоянного значения. В других случаях, наоборот, интенсивность реакции развивается очень быстро, но ее постоянное значение сохраняется сравнительно недолго. Спустя некоторое время интенсивность реакции начинает уменьшаться, потому, что происходит окислительно-восстановительное взаимодействие между реагирующими ионами. **В спектрофотометрическом анализе можно использовать только такие соединения, которые сохраняют устойчивость состава не менее 10–15 мин.**

При более детальном рассмотрении данного вопроса, авторы пришли к мнению, что устройство подготовки пробы должно иметь в своём составе следующие приборы: компрессор для подачи выхлопного газа в кювету, расходомер для измерения количества, поданного в кювету исследуемого выхлопного газа. Непосредственно в кювете необходимо наличие комбинационных ион – селективных электродов для определения анионов хлора и наблюдением за кислотно – щелочным балансом получаемого раствора и устройство термостатирования, для обеспечения постоянной необходимой температуры полученного раствора для проведения фотометрического анализа. Структурная схема изображена на рисунке 3:



Рисунок 3 – Устройство подготовки пробы

Введение данных приборов позволяет автоматизировать процессы как пробоподготовки так и измерение бенз(а)пирена. Данная автоматизация проводится под управлением микропроцессорной техники.

Перечень ссылок

1. Марчук, Г. И. Приоритеты глобальной экологии / Г. И. Марчук, К. Я. Кондратьев – Москва : Наука, 1992. – 263 с.
2. Булатов, М. И. практическое руководство по фотометрическим методам анализа / М. И. Булатов, И. П. Калинин. – Ленинград : Химия, 1986. – 25 с.
3. Мажан, М. В. Измерение концентрации бенз(а)пирена в выбросах автомобильного транспорта / М. В. Мажан, М. Г. Хламов // Сборник научных трудов. «Автоматизация технологических процессов. Поиск молодых». – Донецк, 2017. –С. 386-389.