

УДК 504.75

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В АТМОСФЕРЕ

Е.С. Филь, студент гр. ХНб-211, II курс

Научный руководитель: В.К. Андриянова, преподаватель в ЦДНИТТ при
КузГТУ «УникУм»

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Как многим известно в состав атмосферы входит большое количество газов. В основном это азот и кислород, которые в сумме составляют ~99% от общего количества газов. Оставшийся 1% составляет большое количество газов. Одним из них является озон.

Озон – бледно-голубой газ (при нормальных условиях), который в процессе охлаждения превращается в голубую жидкость. Содержание озона в атмосфере невелико. Но даже такое небольшое количество служит на благо населения всей планеты. На высоте 15-30 километров данный газ образует “озоновый слой”, который отражает 95% ультрафиолетовых лучей [1].

Озон оказывает и неблагоприятное воздействие на здоровье людей. Ученые изучили эффект воздействия озона и установили, что повышенная концентрация озона может вызывать раздражение органов дыхания, а также вызывает аллергию, уменьшает легочную функцию, значительно уменьшает иммунитет ко многим инфекциям. Повторное воздействие озона также негативно влияет на здоровье, даже если человек не ощущает признаков его воздействия.

Существует приземной озон (или же тропосферный озон), который представляет собой остаточный газ в тропосфере со средней концентрацией 20-30 частей на миллиард по объему.

Увеличение концентрации приземного озона происходит летом в солнечную антициклонную погоду. Этому способствуют нисходящие движения воздуха, которые переносят озон из верхних слоев атмосферы, а также фотохимические реакции между углеводородами при воздействии на них фотонов видимого излучения, которое исходит от Солнца. Повышенная температура лишь ускоряет процесс, а слабый ветер не позволяет газу рассеиваться.

Максимальные значения концентрации приземного озона приходятся на полуденные часы, минимальные – на раннее утро. Защититься от вредного воздействия озона довольно просто – необходимо меньше бывать на улице в жару в дневные часы [2].

Приземной озон образуется в атмосфере в результате фотохимических реакций в присутствии коротковолнового солнечного излучения. Существует два основных механизма, приводящих к повышенному содержанию озона в приземном воздухе:

Первый механизм связан с метеорологическими условиями, когда в условиях жаркой погоды имеет место приток озона из вышележащих слоев атмосферы. В этом случае дневные концентрации озона высокие, а ночные –

спадают практически до нуля. Этот механизм обеспечивает повышенные концентрации озона в солнечные дни летних месяцев. Уменьшение концентрации озона происходит под влиянием двуокиси азота.

Второй механизм заключается в образовании озона в результате химических реакций между углеводородами при воздействии солнечной радиации. Однако значимость такого механизма образования озона значительно ниже [3].

В условиях антропогенного загрязнения повышение концентрации озона обусловлено выхлопными газами автотранспорта. Также озон может образовываться в результате диссоциации кислорода под действием ионизирующих излучений. В приземном слое атмосферы основным ионизатором считается естественная радиоактивность земли. Общими факторами, определяющими электрическое состояние атмосферы и содержание озона, могут быть и метеорологические условия. Существует гипотеза аэрозольного происхождения озона при диссоциации молекул воды. Водяной пар и жидкий аэрозоль влияют на электрические свойства атмосферы.

Максимальная разовая предельно допустимая концентрация озона в соответствии с Гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.3492-17 составляет 0,16 мг/м³ [4]. Для определения концентрации озона в воздухе используют газоанализатор (рис. 1).



Рис.1. Газоанализатор ОЗОН-5

Принцип действия газоанализатора основан на избирательном поглощении озоном ультрафиолетового излучения с длиной волны около 254 нм. Газоанализатор измеряет разность интенсивностей излучения, прошедшего через анализируемую и опорную газовые смеси.

На предприятиях, которые работают с небольшим количеством озона, не всегда можно встретить данный прибор. Да и в повседневной жизни нет необходимости запасаться газоанализатором. Одной из основных причин может послужить высокая стоимость аппарата, большой размер и крупный вес. Повышенное количество озона образуется летом в жаркую солнечную погоду, поэтому в другое время года газоанализатор может оказаться бесполезным. Но определять повышенное количество озона в воздухе необходимо, для того чтобы знать, что в воздухе не содержится вредная для здоровья доза газа.

Решение этой проблемы - индикатор для определения озона, который будет работать по принципу универсальных бумажных индикаторов. Универсальные индикаторы меняют цвет в зависимости от pH среды. В зависимости от количества озона в воздухе, индикатор изменяет свой цвет.

Для изготовления тестовой версии индикатора потребовалось:

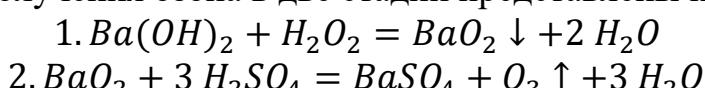
1. Фильтровальная бумага;
2. Раствор крахмала;
3. Раствор йодида калия.

Фильтровальную бумагу пропитали раствором крахмала и дождались полного высыхания.

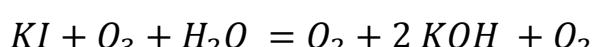
Для проверки индикатора в лабораторных условиях был получен озон. В ходе работы использовались следующие реагенты:

1. Гидроксид бария;
2. Пероксид водорода;
3. Концентрированная серная кислота.

Реакции получения озона в две стадии представлены ниже.



Качественным реагентом для определения озона является раствор йодида калия.



В ходе взаимодействия раствора йодида калия и озона выделяется простой йод, который имеет темно-фиолетовую окраску. Для того, чтобы зафиксировать выделившийся йод, бумагу необходимо пропитать раствором крахмала, высушить и обработать реагентом. В ходе взаимодействия с определяемым газом, крахмал окрашивается в темно-фиолетовый цвет.

Для работы индикатора высушенную фильтровальную бумагу, пропитанную раствором крахмала, необходимо сбрызнуть раствором йодида калия. После чего бумагу поместить в емкость, в которой в ходе реакций выделяется озон. Индикатор приобретает темно-синюю окраску, что подтверждает наличие озона.

Затем было принято решение использовать индикатор при определении разного количества озона. В ходе испытания было выявлено, что индикатор определяет предельно допустимую концентрацию озона в воздухе. Значит, индикатор можно использовать на практике. Также экспериментальным путем была выявлена зависимость: чем больше объем озона, тем быстрее и интенсивнее индикатор окрашивается (рис. 2)

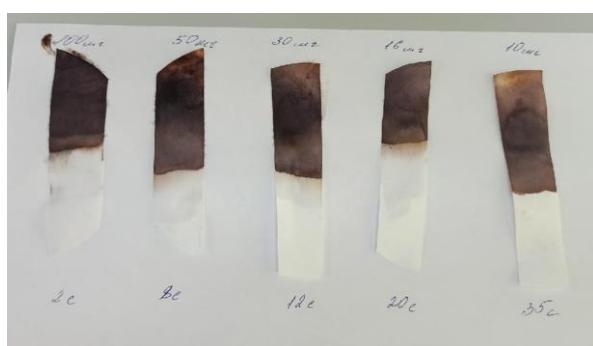


Рис.2. Результаты эксперимента с индикатором



Рис. 3. Прототип набора

В результате работы создан набор, который состоит из:

1. Фильтровальной бумаги, пропитанной раствором крахмала;
2. Распылителя, наполненного раствором йодида калия.

Прототип набора представлен на рис. 3.

Набор можно применять в повседневной жизни для определения повышенной концентрации озона, а также в лабораторных условиях. Набор не занимает много места, имеет небольшой вес и невысокую стоимость, заменяя тем самым газоанализатор.

Список литературы:

1. Александров, Э.Л., Израэль, Ю.А. Озон. Озоновый щит Земли и его изменения / Э.Л. Александров, Ю.А. Израэль, И. Л. Кароль, А.Х. Хриган. - СПб. : Гидрометиздат, 1992. - 278 с.
2. Коробкин, В.И., Передельский, Л.В., Экология / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. - 4-е изд. перераб. и доп.- Ростов н./Д: «Феникс», 2003. - 576с.
3. Шаманский Ю.В., Потемкин В.Л., Приземный озон и электрическое состояние атмосферы // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2011. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prizemnyy-ozon-i-elektricheskoe-sostoyanie-atmosfery> (дата обращения: 14.10.2022).
4. Билло Е.В. Контроль и надзор в сфере охраны атмосферного воздуха / Е.В. Билло, Е.С. Сухаревская, А.Ю. Игнатова // Сборник материалов XI Все-российской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». – Кемерово. – КузГТУ. – 16-19 апреля 2019 г. – С. 70605. URL: <https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2019/RM19/pages/sections.htm> (дата обращения 21.10.2022 г.).