

УДК 502.56.568

ХАРАКТЕРИСТИКА КИСЛОТНОСТИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ГОРОДА ТРОИЦКА

Гаращук София Евгеньевна

МБОУ «Лицей № 13», город Троицк, Челябинской области,

sofiya_garashchuk@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена проблеме кислотных дождей в городах, где нет крупных промышленных предприятий

Ключевые слова: Кислотные осадки; экология; город.

**Sofia Garashchuk(Russia) CHARACTERISTICS OF THE ACIDITY OF
ATMOSPHERIC PRECIPITATION IN THE CITY OF TROITSK**

Annotation: The article deals with the problem of acid rain in cities without large industrial plants.

Keywords: Acid precipitation; ecology; city

Цель: определить pH атмосферных осадков в нашем городе.

Задачи:

1. Изучить методику определения кислотно-щелочного баланса атмосферных осадков;
2. Определить экспериментально кислотно-щелочной баланс атмосферных осадков;
3. Сравнить кислотно-щелочной баланс осадков, выпавших в разные дни;
4. Сделать выводы о вреде кислотных дождей.

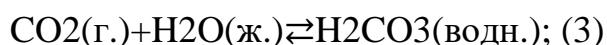
Гипотеза: В связи с тем, что в г. Троицке нет промышленных предприятий, значение pH атмосферных осадков будет иметь естественный уровень.

Кислотность дождей обусловлена оксидами азота и серы, значительный вклад в появление которых в атмосфере вносят выбросы нефтеперерабатывающих, металлургических, химических заводов, а также автомобильного транспорта. Взаимодействуя с кислородом воздуха и парами воды, оксиды серы и азота превращаются в серную и азотную кислоты:



которые вместе с дождями выпадают на землю. В связи с этим водородный показатель дождевой воды снижается и становится равным 3-4 и даже 2. Прежде всего, дожди называют кислотными только в том случае, если значение водородного показателя (pH) дождевой воды станет меньше 5,6. Даже в самом чистом воздухе всегда есть небольшое количество оксида углерода(IV), которое не является антропогенным загрязнением. Поэтому дождевая вода, растворяя

его, немного подкисляется до pH 5,6-5,7. Растворение оксида углерода(IV) в природной дождевой воде протекает согласно следующим уравнениям:



Уравнение (5) не столь важное для атмосферы, поэтому значение pH капельки воды в равновесии с атмосферным CO₂ может быть определено после комбинирования уравнений (3) и (4) для равновесных констант, которые управляют растворением и диссоциацией. Если угольная кислота H₂CO₃ единственный источник катионов водорода, то их концентрация [H⁺] должна быть равна концентрации гидрокарбонат-иона [HCO₃⁻]. Условие равновесия для уравнения (4) может быть записано так:

$$K' = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}, (6)$$

, где K' – константа равновесия.

Константа Генри, определяемая с помощью уравнения (3), равна:

$$K_H = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{p(\text{CO}_2)} (5)$$

где p(CO₂)- парциальное давление углекислого газа в воздухе. Константа Генри описывает равновесие между газовой и жидкой фазами при растворении газообразных веществ. Отсюда следует, что [H₂CO₃] соответствует произведению величин K_H • p(CO₂), которое можно подставить в уравнение (6), после чего получим концентрацию катионов водорода [H⁺], равную 2,4 • 10⁻⁶ моль • л⁻¹, или pH 5,6. [5]

Теперь можно рассмотреть, каким образом значение рН осадков (или дождя) снижается ниже, чем обычное значение рН дождевой воды, равное 5,6. Для начала нужно проследить, что заставляет газы вступать в химические реакции в атмосфере. Оказывается, что большинство газов антропогенного происхождения, присутствующих в атмосфере (CO_2 , N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , SO_2 и др.), не очень активно вступают в реакции с основными компонентами воздуха. Наиболее реакционно-способной единицей в атмосфере является фрагмент молекулы воды - радикал $\cdot\text{OH}$. Этот радикал образуется в результате фотохимически инициируемой последовательности реакций, которая запускается фотоном света $h\nu$.

Радикал $\cdot\text{OH}$ может вступать в реакции со многими соединениями в атмосфере, поэтому у него короткое время пребывания в ней и скорости реакций его больше, чем у такого распространённого газа, как кислород O_2 .

Кинетические измерения в лаборатории показали, что газы, у которых низкие скорости реакций с радикалом $\cdot\text{OH}$ (N_2O , NO , N_2O_3 , CH_4 , хлорфторуглеводороды), имеют большое время пребывания в атмосфере и поднимаются выше – в стратосферу. Другой газ, вносящий существенный вклад в кислотность осадков, - оксид серы (IV) SO_2 , чьим основным источником являются процессы сжигания твёрдого топлива (каменный уголь, кокс, горючие сланцы, мазут и в небольшой степени дрова) в промышленности или в быту. Определённый вклад в антропогенный цикл серы на планете вносит природный цикл серы, и оба цикла связаны и взаимозависимы. Данный оксид присутствует в атмосфере в меньших количествах, чем, например, CO_2 , но он имеет большую растворимость и константу диссоциации. В дождевой воде есть сильные природные окислители: озон и пероксид водорода, которые способны окислить SO_2 . [3]

Существует два главных процесса, приводящие к увеличению кислотности осадков вследствие наличия соединений серы. Один из них - сжигание

ископаемых топлив с образованием газа SO_2 . Другой процесс – продуцирование морскими организмами газа диметилсульфида (ДМС) $(\text{CH}_3)_2\text{S}$. Этот газ продуцирует морской фитопланктон, затем он переходит в атмосферу через поверхность раздела море-воздух. [4]

Давайте теперь рассмотрим негативное влияние кислотных дождей на городские экосистемы. Данные осадки характерны для севера Европы и США. В России же очагами кислотных осадков являются Кольский полуостров, Норильск, Челябинск и другие города.

Для дальнейшего разбора ситуации обратимся к водородному показателю. Водородный показатель (pH) — величина, характеризующая активность или концентрацию ионов водорода в растворах. Это понятие было введено в 1909 году датским химиком Серенсенем. В зависимости от данной величины может изменяться скорость протекания химических реакций, токсичность загрязняющих веществ и т.д.

Водородный показатель можно приблизительно оценивать с помощью индикаторов, точно измерять pH-метром или определять аналитически путём, проведением кислотно-основного титрования. Мы использовали метод pH-метра, поскольку данный метод самый быстрый и доступный. [4]

Для проведения экспериментальной части, мы в течении года собирали атмосферные осадки и в условиях школьной лаборатории определяли значение pH с помощью цифровой лаборатории.

Таблица №1.

Показатели pH за осень 2020 года

Число	09.09	10.09	16.10	20.11
pH	6,18	6,759	6, 534	6,231

Проанализировав показатели рН за осень 2020 года, мы выяснили, что они имеют слабокислую среду, что является нормальным показателем для дождевой воды.

Таблица № 2.

Показатели рН за зиму 2020-2021 годов

Число	09.12	10.12	11.12	19.12	08.01	01.02	02.02	14.02	25.02	27.02
рН	6,964	6,836	7,02	6,841	7,087	7,2	7,277	7,067	7,825	7,39

Ознакомившись с результатами измерений рН за зиму 2020-2021 годов, мы увидели закономерность. В декабре 2020 года показатели рН имели почти нейтральную среду

(от 6,836 до 7,02), что говорит об отсутствии загрязнений. Начиная с января 2021 года, показатель рН начинает расти и, в отличие от показателей рН за осень, является не слабокислым, а имеет слабощелочную среду (от 7,087 до 7,825). Эти показатели также свидетельствуют об отсутствии загрязнений. Атмосферные осадки перестали иметь кислую среду, так как уменьшилось количество выбросов от станции ГРЭС и сократилось количество автотранспорта. Выхлопные газы стали меньше загрязнять окружающий воздух в нашем городе.

Таблица № 3.

Показатели рН за весну 2021 года

Число	19.03	22.03	07.04	19.04	01.05	04.05
рН	6,908	6,939	7,415	7,342	7,323	7,333

Проанализировав результаты измерений за весну 2021 года, мы пришли к выводу, что в марте показатель рН имеет почти нейтральную среду (6,908-6,939), в апреле и мае слабощелочную (7,323-7,415), что соответствует норме. Показатели рН за зиму и весну имеют нейтральную и слабощелочную среду, т.к

все осадки собирались рядом с рекой Уй. В верховье реки Уй построен свинокомплекс «Рамкор», мы можем предположить, что он делает выбросы большого количества фекалий в сточные воды реки, разложение которых в воде приводит к образованию аммиака. А он, взаимодействуя с атмосферной водой, дает образование щелочной среды.

Выводы

1. В результате нашей работы мы определили кислотно-щелочной баланс атмосферных осадков и выяснили, что показатели рН за осень, зиму и весну в нашем городе соответствуют норме.

2. Слабощелочная среда осадков, выпавших в январе и феврале 2021 года, свидетельствует об уменьшении количества выбросов от станции ГРЭС и сокращении количества автотранспорта.

3. Таким образом, наша гипотеза подтвердилась полностью: из-за отсутствия в городе Троицке крупных промышленных предприятий, значение рН атмосферных осадков имеет естественный уровень, что говорит о благоприятной окружающей обстановке.

Библиография

1. Белоусов, Д.Л. Основы учебно-исследовательской деятельности учащихся лицея. Методические указания к выполнению и оформлению учебно-исследовательских работ учащихся, составленные на основе рекомендаций всероссийских конкурсов исследовательских работ / Д.Л.Белоусов. - Троицк, 2013. – 25 с.
2. Боровский, Е. В. Кислотные дожди / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев. - М.: Просвещение, 2004. - 296 с.
3. Ерёмин, В.В. Понятие о кислотных дождях / В.В.Ерёмин. – Н.Новгород: НГМА, 2001. -272 с.
4. Кононенко, Л.В. Воздействие загрязнителей на экосистемы и человека / Л.В.Кононенко. - М.: Педагогика, 2014. – 80 с.
5. Кузьменко, Н.Е. Начала химии: современный курс для поступающих в вузы: учебное пособие / Н.Е. Кузьменко, В.А. Попков. – М.: Экзамен, 2001. - 720 с.
6. Ланина, С.Н. Методические указания: Здоровый образ жизни / С.Н. Ланина. - Мурманск: МГТУ, 2002. – 192 с.
7. Муравьев, А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / А.Г. Муравьев. – М.: Просвещение, 2002. – 220 с.
8. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек : [учеб. пособие для вузов, сред. шк. и колледжей] / Ю.В. Новиков. – М.: Гранд Фаир-пресс, 2005. – 727 с.
9. Чёрный, Л.А. Целитель плюс / Л.А. Чёрный. – М.: Сфера, 2005. – 200 с.
10. Яковлев, А.А. Я иду на урок химии / А.А.Яковлев. – М.: Первое сентября , 2000. – 320 с.

Приложения

Диаграмма № 1.

Показатели рН с 09.09.20 по 04.05.21

