ISSN: 2219-8229
E-ISSN: 2224-0136
Founder: Academic Publishing House *Researcher*
DOI: 10.13187/issn.2219-8229
Has been issued since 2010.

European Researcher. International Multidisciplinary Journal



Geosciences

Науки о Земле

The Acidity of Atmospheric Precipitation in the Republic of Kazakhstan

UDK 551.577.5

[1] Vladimir S. Cherednichenko
[2] Aiman S. Nyssanbaeva
[3] Azamat S. Madibekov

[1] Kazakh National University named after Al-Farabi, Kazakhstan
050000, Almaty, Al-Farabi, 71
Doctor (Geography), Professor
E-mail: madibekov@mail.ru
[2] Kazakh National University named after Al-Farabi, Kazakhstan
050000, Almaty, Al-Farabi, 71
PhD
E-mail: nyssanbaeva@mail.ru
[3] Institute of Geography
050000, Almaty, St. Pushkin, 99
PhD
E-mail: madibekov@mail.ru

Abstract. This paper offers the results of studying the acidity of atmospheric precipitation at 35 monitoring points around the Republic of Kazakhstan. The study shows significant differences in the acidity which are related to the geographical locations of the monitoring stations as well as the level of the anthropogenic impact of the territories being studied.

Keywords: acidity; monitoring; atmospheric precipitation; pH; chemical composition of precipitation; concentration.

Введение. Важнейшим видом мониторинга за состоянием атмосферы является изучение химического состава атмосферных осадков. Осадки удаляют содержащиеся в атмосфере примеси и участвуют, таким образом, в очищении воздуха. Величина водородного показателя pH, характеризующая активность водородных ионов раствора, является важным свойствам раствора. Величина pH является мерой активной кислотности воды, которая создается в результате взаимодействия растворенных электролитов и газов.

Кислотность осадков определяется концентрацией свободных ионов водорода H^+. Химически чистая вода при 20 ^{0}C содержит 10^{-7} моль H^+/л (pH=7) и принята за нейтральную среду.

Над океанами из-за большого вклада морской соли в состав осадков pH > 8. Значение pH также возрастает при попадании в осадки почвенной пыли в районах со щелочными почвами. Ионы водорода поступают в раствор в результате диссоциации кислот в растворе. Сильные кислоты, например, азотная, диссоциируют почти полностью. Для слабых кислот (угольная) степень диссоциации тем больше, чем больше их концентрация.

Дождевая вода имеет в основном слабокислую реакцию, их pH <7. Для атмосферы кислотообразующим веществом является двуокись углерода. Ее растворение приводит к образованию угольной кислоты, которая диссоциируя, обеспечивает концентрацию ионов водорода $2,5*10^{-6}$ моль/л (pH=5,6) при равновесном содержании CO_2 в воздухе [1].

Целью наших исследований было изучение особенностей распределения кислотности атмосферных осадков по антропогенной нагрузке территории Республики Казахстан, выявление их сезонных различий и определение факторов, влияющих на возможное подкисление осадков.

Материалы и методы исследований. В результате антропогенных выбросов в атмосферу большого количества загрязняющих веществ химический состав осадков претерпел существенные изменения. Кислотность оказалась чрезвычайно подвержена влиянию антропогенных источников загрязняющих веществ. Характерной чертой закисления осадков является то, что они могут выпадать на больших расстояниях от источников выбросов.

В зависимости от уровня pH осадков можно условно разделить на несколько групп (табл. 1) [2,3].

Таблица 1

Водородный показатель pH атмосферных осадков

№	Уровень	Значения pH
1.	Сильнокислые	4
2.	Слабокислые	4,5-5,0
3.	Нейтральные	5,6-5,8
4.	Слабощелочные	>6

Химический состав атмосферных осадков является характеристикой загрязнения слоя атмосферы, в котором образуются облака и выпадают осадки. Отбор проб осадков на химический анализ проводится на станциях с использованием однотипных устройств и по единой методике. В зависимости от условий и длительности сбора осадков могут быть:

1) индивидуальные пробы осадков, относящиеся к отдельным дождям или несколько проб в течение одного выпадения; в этих пробах величина pH и удельная электропроводность измеряются непосредственно в момент выпадения осадков, причем, полученная информация может быть использована в оперативных целях;

2) единичные пробы осадков, относящиеся к отдельным выпадениям жидких или твердых осадков; их сбор может продолжаться от нескольких минут до нескольких часов;

3) суммарные, месячные пробы, включающие все осадки, выпавшие в течение каждого календарного месяца [4, 5].

В лабораторных исследованиях применялись следующие виды методов анализа: для сульфатов - турбидиметрический, хлоридов и щелочности - титриметрический, ионов аммония и нитратов - фотоколометрический методы. Содержание ионов кальция и магния чаще всего определяют атомно-абсорбционным методом, ионов натрия и калия - методом пламенной фотометрии. Показатель водородных ионов pH измеряется при помощи стеклянного электрода, удельная электропроводность – в ячейке с электродами из нечерненой платины, где ячейка термостатируется при 25 °C [4,5]

Отбор проб атмосферных осадков производится на метеорологических станциях, расположенных как в сельской местности, так и в пределах города или промышленного района. Часть этих станций входит в состав международной сети ВМО мониторинга фонового загрязнения атмосферы. Наблюдения на сети станций мониторинга фонового загрязнения атмосферы осуществляются в районах минимального загрязнения (базовые станции) и в районах, подверженных влиянию хозяйственной деятельности человека, куда загрязняющие вещества поступают путем местных миграционных процессов.

Определение концентрации примесей в атмосферных осадках**.** Пробы атмосферных осадков регистрируют сразу после поступления в химическую лабораторию. Пробы анализируют не позднее, чем через 10 суток после поступления в лабораторию, после чего определяют следующие макрокомпоненты: значение pH, удельную электропроводность, активную и общую

кислотность, массовые концентрации макрокомпонентов: сульфат-ионов, нитрат-ионов, хлорид-ионов, гидрокарбонат-ионов, ионов аммония, натрия, калия, кальция и магния - и микрокомпонентов: фосфат-ионов, ионов цинка, свинца, кадмия, марганца и никеля. В таб.2, приведены методы химического анализа проб атмосферных осадков [4].

Таблица 2

Методы химического анализа проб атмосферных осадков

№ пп	Определяемая характеристика	Метод анализа	Объем пробы, см³
1.	Ионы аммония	Колориметрический	10
2.	Удельная электропроводность	Кондуктометрический	30
3.	Рн	Электрометрический	30
4.	Сульфат-ионы	Нефелометрический	25
5.	Гидрокарбонат –ионы	Титрометрический	25
6.	Нитрат-ионы	Колориметрический	10
7.	Хлорид-ионы	Титрометрический	50
8.	Ионы натрия, кальция	Фотометрический пламенный	10
9.	Ионы кальция, магния, цинка	Атомно-абсорбционный Пламенный	10
10.	Микроэлементы	Атомно-абсорбционный пламенный	400

Известно, что антропогенное закисление осадков в первую очередь обусловлено растворением в каплях облаков и дождя серной кислоты и наиболее тесно связано с содержанием «избыточных» сульфатов. «Избыточные» сульфаты могут иметь биогенное, терригенное и антропогенное происхождение, однако для промышленных районов, «избыточные» сульфаты в основном имеют антропогенное происхождение.

В исследуемой работе исходным материалом послужили ежемесячные данные отдела химико-аналитических исследований Центра Гидрометеорологического Мониторинга (ЦГМ) г. Алматы за 2005-2009 гг., по 35 метеостанциям (МС) Казахстана.

Результаты и их обсуждение. Данные сети мониторинга использовались для установления общего уровня кислотности атмосферных, выяснения его динамики, определения их сезонной изменчивости. Значения pH приведены в таблице 3.

Таблица 3

Водородный показатель pH атмосферных осадков

№	Станции	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
		pH				
1.	Каменка	6,68	6,65	6,35	6,68	6,95
2.	Уральск	6,78	6,55	5,76	6,72	6,95
3.	Аксай	6,74	6,50	6,66	6,91	7,17
4.	Атырау	7,1	7,1	6,9	7,0	7,2
5.	Форт-Шевченко	7,2	6,8	6,8	6,9	7,0
6.	Актау	7,0	6,3	6,6	6,7	6,7
7.	Актобе	7,02	6,58	6,64	6,93	6,91
8.	Новороссийское	6,76	6,52	6,27	6,31	6,80
9.	Мугаджар	6,58	6,20	6,11	6,51	6,77
10.	Аякум	6,47	6,84	6,87	6,99	6,77
11.	Шалкар	6,4	6,3	5,9	6,1	6,4
12.	Костанай	6,43	6,30	6,11	5,99	6,17
13.	Петропавлоск	6,01	5,92	5,91	5,92	6,13

14.	Ертис	6,33	5,80	5,96	5,89	6,40
15.	Павлодар	6,20	6,09	5,95	6,05	6,33
16.	Боровое	5,82	5,43	5,69	5,65	5,94
17.	Щучинск	6,21	5,81	5,69	5,75	5,94
18.	Астана	6,66	6,36	6,50	6,55	6,66
19.	Караганда	6,06	5,95	5,91	5,97	6,23
20.	Жезказган	6,4	6,2	6,1	6,3	6,4
21.	Балкаш	6,6	6,3	6,3	6,1	6,5
22.	Улкен Нарын	6,0	5,6	5,4	5,6	6,1
23.	Аральское море	6,8	6,4	6,6	6,9	7,0
24.	Жусалы	7,2	6,6	6,4	6,6	6,9
25.	Казыгурт	6,8	6,0	6,6	6,8	6,2
26.	Шымкент	6,6	6,2	6,9	6,6	6,6
27.	Бурно-Октябрьское	6,9	6,4	6,6	6,5	6,5
28.	Тараз	6,1	6,0	6,0	5,8	5,8
29	Аул-4	6,9	6,6	6,7	6,8	7,0
30.	Капшагай	6,5	6,5	6,4	6,4	6,2
31.	Алматы	6,4	5,9	5.5	6,3	6,2
32.	Мынжилки	6,0	5,9	5,8	6,1	6,0
33.	Есик	6,2	5,9	6,0	5,8	6,0
34.	Текели	6,4	6,2	6,3	6,4	6,4
	Ср. значение	6,4	6,1	6,1	6,2	6,3

Рассматриваемые нами значения кислотности атмосферных осадков в основном имеют характер нейтральной и слабощелочной среды. Средние значения величины pH осадков за рассматриваемый период варьировались в пределах от 5,43 МС Боровое (2006 г.), до 7,2 МС Форт-Шевченко (2009 г.). Также слабощелочные показатели отмечались на МС Актобе – 7,02. (рис. 1).

Несмотря на заметную изменчивость pH от станции к станции наблюдается довольно хорошо выраженный тренд его уменьшения над районами северного и центрального Казахстана. Таким образом, если в западной части республики значения pH колеблются от 5,76 до 7,2, то в северных и центральных районах они находятся в пределах 5,43 – 6,4. (таблица 3).

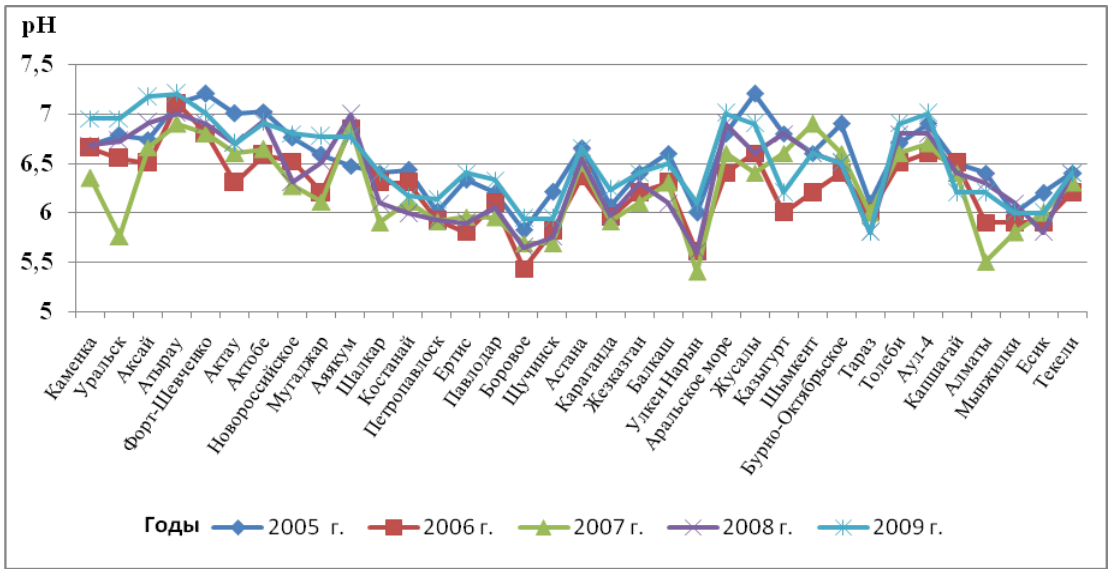


Рис.1. Средние значения pH за 2005–2009 гг.

Рассмотрено также распределение кислотности осадков в теплый и холодный период (табл.4).

Таблица 4

Средние значения pH осадков за теплый и холодный период

№	Метеорологические станции	Среднее значение pH	Средние значения pH за теплый период	Средние значения pH за холодный период
1	Каменка	6,9	6,9	6,9
2	Уральск	6,7	6,8	6,6
3	Аксай	6,7	6,8	6,5
4	Атырау	6,9	6,9	6,9
5	Форт-Шевченко	7,0	7,0	6,9
6	Актау	6,7	6,8	6,6
7	Актобе	6,9	6,9	6,9
8	Новороссийское	6,2	6,3	6,1
9	Мугаджар	6,9	6,9	7,0
10	Аякум	6,7	6,9	6,8
11	Шалкар	6,4	6,3	6,1
12	Костанай	6,7	6,8	6,6
13	Петропавлоск	6,2	6,1	6,2
14	Ертис	6,8	6,6	6,7
15	Павлодар	6,34	6,3	6,4
16	Боровое	6,5	6,7	6,2
17	Щучинск	6,6	6,9	6,3
18	Астана	6,6	6,8	6,3
19	Караганда	6,0	6,1	5,8
20	Жезказган	6,4	6,1	6,2
21	Балкаш	6,6	6,3	6,6
22	Улкен Нарын	5,7	5,7	5,7
23	Аральское море	6,7	6,6	6,8
24	Жусалы	6,7	6,8	6,6
25	Казыгурт	6,5	6,7	6,2
26	Шымкент	6,6	6,9	6,3
27	Бурно-Октябрьское	6,6	6,8	6,3
28	Тараз	5,9	6,1	5,8
29	Толеби	6,7	6,8	6,6
30	Аул-4	6,8	6,8	6,7
31	Капшагай	6,5	6,6	6,3
32	Алматы	6,2	6,4	6,0
33	Мынжилки	6,0	6,1	5,9
34	Есик	6,0	6,1	5,8
35	Текели	6,4	6,4	6,3
	Среднее значение pH по всей территории	6,5	6,6	6,4

По данным приведенной таблицы 4, можно отметить, что средние значения водородного показателя в теплый и зимний период по исследуемой территории колеблются в пределах 5,7 до 7, однако наблюдается некоторое превышение этих значений в целом по территории в теплый период и достигает значения 6,6.

Заключение. Таким образом, исследования атмосферных осадков по территории Казахстана за период с 2005-2009 годы, показали, что их кислотность определяется географическим положением пункта мониторинга и изменяется под воздействием климатических, метеорологических и антропогенных факторов. При этом средневзвешенные значения pH для всех пунктов выше равновесного значения 5,6. Наблюдается незначительная сезонная изменчивость кислотности осадков, при этом можно отметить, что в зимний период величина pH ниже, чем в летний период. Это обусловлено тем, что в зимнее время существенно повышаются выбросы в атмосферу кислотообразующих соединений серы и азота.

Кислотность проб атмосферных осадков на территории Республики Казахстан в основном имеет характер нейтральной и слабощелочной среды.

Примечания:

1. Рябошапко А.Г. Закисление атмосферных осадков в западных районах СССР. / Метеорология и гидрология. М.: Гидрометеоиздат, 1984. №2. С. 39-44.
2. Хорват, Л. Кислотный дождь. М.: Стройиздат, 1990. 325 с.
3. Заиков Г.Е., Маслов С.А., Рубайло В.Л. Кислотные дожди и окружающая среда. М.: Химия, 1991. 142 с.
4. РД 52.04.186-89. // Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М., 1991. 693 с.
5. РД 52.04.186-89 // Методические указания по определению химического состава осадков. М.: 1991. 90 с.

УДК 551.577.5

Кислотность атмосферных осадков в Республике Казахстан

[1] Владимир Сергеевич Чередниченко
[2] Айман Сагынбаевна Нысанбаева
[3] Азамат Сансызбаевич Мадибеков

[1] Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Казахстан
050000, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71
Доктор географических наук, профессор
E-mail: madibekov@mail.ru
[2] Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Казахстан
050000, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71
Кандидат географических наук, доцент
E-mail: nyssanbaeva@mail.ru
[3] ТОО Институт географии, Казахстан
050000, г. Алматы, ул. Пушкина, 99
Кандидат географических наук
E-mail: madibekov@mail.ru

Аннотация. Приводятся результаты исследований кислотности атмосферных осадков по 35 пунктам мониторинга в Республике Казахстан. Показаны существенные различия связанные с географическим расположением станций отбора, степенью антропогенного воздействия на изучаемую территорию.

Ключевые слова: кислотность; мониторинг; атмосферные осадки; водородный показатель; химический состав осадков; концентрация.