

Г. А. МАКСИМОВИЧ

доктор геолого-минералогических наук

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ г. ПЕРМИ И БОРЬБА С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ

Обычно считается, что атмосферные осадки – дождь и снег – являются почти химически чистой водой. В действительности это не так. Лишь в районах, удаленных от морей и населенных пунктов, минерализация атмосферных осадков действительно невелика. Например, в районе пос. Большие Коты на западном берегу озера Байкала она равна всего 7,0–9,5 мг/л (К. К. Вотинцев, 1954). В остальных районах земного шара минерализация обычно больше; в среднем для СССР она составляет 46,42 мг/л. Наибольшая минерализация в пределах Советского Союза отмечена на ст. Аральское море (Казахская ССР), где в среднем из двух проб она оказалась равной 561,5 мг/л (Е. С. Бурксер и др., 1952; Н. Е. Федорова, 1954).

Источники минерализации атмосферной облачной воды и выпадающих из них атмосферных осадков разнообразны. Прежде всего, в атмосфере всегда имеются мельчайшие твердые минеральные вещества в виде солей морского и частично вулканического происхождения. Кроме того, растворенная в атмосферной воде углекислота при гидратации и диссоциации дает ионы водорода и гидрокарбонатный ион, а атмосферные электрические разряды приводят к образованию окислов атмосферного азота. Однако все эти и другие источники обуславливают минерализацию облачных вод всего в 3–7 мг/л. Преобладающее значение при этом обычно (при отсутствии вулканических извержений) имеют морские соли.

Химический состав выпадающих атмосферных осадков отличен от состава облачной воды. Он определяется помимо состава последней, количеством имеющихся в воздухе сухих растворимых веществ, количеством и характером выпадения осадков, а также условиями, при которых происходило их выпадение. После длительного отсутствия дождей или снегопада, собранная при первом выпадении осадков вода, будет более минерализована, чем при последующих выпадениях, поскольку первые осадки очищают воздух от взвешенных в нем веществ. Поэтому при выпадении следующих осадков приземная тропосфера будет уже чище. Чем меньше осадков, тем больше их минерализация. Играет роль также время года, температура воздуха, предшествующая погода, направление ветра. Наконец, количество сухих примесей в воздухе, которые омывает или захватывает дождевая вода или снег, зависит от высоты облаков, из которых выпадают осадки, (Г. А. Максимович, 1949, 1950, 1953, 1955).

Не рассматривая случаи искусственного загрязнения атмосферы минеральными и органическими соединениями, растворенные вещества дождя или снега по происхождению можно разделить на три группы: а) веществ облачных вод, главным образом морского происхождения; б) природные вещества, поднятые воздушными течениями с поверхности

земли (морская -соль, пылеватые частицы и минеральные соли почвы и т. п.), захваченные и омытые при прохождении атмосферных вод через приземную тропосферу; в) вещества, попавшие в приземную тропосферу в результате бытовой и технической деятельности человека, захваченные и омытые атмосферными осадками. Над крупными населенными пунктами с развитой промышленностью особо значительную роль в загрязнении атмосферных вод играют вещества третьей группы (в), слагающиеся из выбросов дыма труб различных котелен и отопительных сооружений, выхлопных газов автомашин, разнородных выделений промышленных предприятий, содержащих сернистый газ, окислы азота и хлора и т. п.

Количество оседающей из атмосферы пыли в городах весьма значительно. Так установлено, что в Ленинграде в месяц на 1 м^2 площади оседало граммов: в промышленных районах города – 50, жилых – 30, парковых зонах – 15, курортно-парковых районах – 2–5. Около 30% пыли составляли главным образом продукты неполного сгорания топлива (сажа и смола), около 15% – растворимые в воде вещества (Н. М. Томсон, 1955).

Для г. Перми нет таких полных данных за последние годы. Лишь в 1935 г. В. А. Рязанов (1941) определил, что содержание копоти в воздухе над северо-восточной частью города составляло в среднем в год $0,152 \text{ мг/м}^3$ или $1,2 \cdot 10^{-8}$ объема. Среднемесячная задымленность колебалась зимой от 0,102 до 0,17 мг/м^3 , а летом – от 0,082 до 0,117 мг/м^3 . Это довольно значительные количества. В настоящее время, в связи с ростом промышленности, задымленность и засоренность атмосферы над г. Пермью сильно возросла. Учитывая, что по этому показанию Пермь вполне сравнима с Ленинградом, можно ориентировочно подсчитать количество пыли, оседающей над городом из атмосферы. Принимая для Ленинграда, по данным Н. М. Томсона (1955), среднее количество пыли, оседающей из атмосферы на 1 м^2 в 30 г, находим, что при площади города в 690 км^2 в Перми за год выпадает около 248 400 т или почти $100\,000 \text{ м}^3$ пыли. Приняв за основу расчета количество пыли, оседающее на 1 м^2 в парковой зоне г. Ленинграда, т. е. 15 г/м^2 , будем иметь около $50\,000 \text{ м}^3$ в год. Учитывая, что осевшая пыль может быть вновь поднята ветром в атмосферу и затем вновь осесть, возьмем только 50% от последней величины. Но и при таком допущении в г. Перми оседает из атмосферы около 25 тыс. м^3 в год.

Оседание этих огромных количеств пыли (включая продукты неполного сжигания топлива) происходит в основном при помощи дождя и снега. Дождь, и особенно, снег производят механическую очистку городской атмосферы от пылевых частиц, но они же и загрязняют улицы и площади города.

Химический состав атмосферных осадков в г. Перми до наших работ не изучался. Исследования начаты нами в 1945 г., но первоначально это были неполные анализы (Г. А. Максимович, 1960).

Химические анализы воды, полученной от таяния снега, собранного в г. Перми в 1954 г.
(Аналитик В. А. Берянович)

Таблица 1

№№ п.п.	Место взятия пробы снега	Дата	рН	В 1 литре содержится мг								общая минерализация
				HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	NO ₂	NH ₄	
1	Ботанический сад. Центральная часть. Старый снег	23 февраля	6,6	22,3	55,2	15,3	24,0	7,3	2,4	0,07	4,5	131,1
2	Там же, свежий снег через 3 дня после снегопада	6 марта	7,4	44,5	14,9	15,3	16,8	5,9	3,5	0,15	3,75	104,7
3	Около географического корпуса университета. Старый снег, верхний слой	26 февраля	6,8	22,3	84,5	23,2	24,0	14,6	8,4	0,15	3,75	180,8
4	Двор университета, около дымовой трубы. Свежий снег	3 марта	7,0	22,2	3,4	15,3	7,2	4,4	3,4	0,02	0,18	56,1
5	Крыша университета. Старый снег	12 марта	6,2	22,3	84,0	23,0	26,4	10,3	8,0	0,07	4,5	178,7
6	Там же, свежий снег	18 марта	7,0	22,3	43,7	23,2	24,0	7,3	2,8	0,1	7,0	130,4
7	Крыша университета, северная сторона. Поток тающего снега	10 марта	6,6	22,3	26,4	15,3	14,4	5,8	3,4	0,15	3,0	90,7
8	То же, западная сторона	11 марта	6,6	22,3	26,4	15,3	12,0	7,3	8,4	0,15	3,5	90,4
9	Ул. Овражная, 4 (Егошиха). Старый снег	28 февраля	6,9	22,3	26,4	30,7	19,2	7,3	5,1	0,06	4,5	115,5
10	Ул. Дзержинского. Снег после 4-дневного снегопада.	17 марта	7,1	33,4	48,0	15,3	24,0	7,3	4,9	0,1	6,0	139,0

В 1954 г. произведено несколько более полных химических анализов снега, собранного в районе университета и на р. Егошихе. Они показали (таблица 1), что минерализация снега колебалась от 56 до 150 мг/л, причем содержание сульфатного иона в старом снеге достигало 84,5 мг/л.

Последние химические анализы атмосферных осадков произведены в 1958 г. Были отобраны пробы снега в Ботаническом саду университета с поверхности почвы 4 января (А) и 18 января (Б), а также из дождемеров метеорологической станции: снег и дождь 3–4 марта (В) и дождь за апрель 15 мая (Г). В окрестностях г. Перми в д. Фролы из дождемера брались: снег 22 февраля – 28 марта (Д), снег и дождь 28 марта – 10 апреля (Е) и дождь с 7 по 20 мая (Ж) и с 20 по 31 мая (З). Результаты анализа проб приведены в таблице 2.

Суммирование осадков в дождемерах за значительный промежуток времени дало наибольшую минерализацию, доходящую до 240–245 мг/л (пункты Д и Е). Особенно показательны анализы воды из дождемера в районе д. Фролы с 22 февраля по 31 мая (пункты Д–З). Минерализация осадков за этот период уменьшилась с 245,4 до 89,5 мг/л, содержание сульфатного иона с 96 до 19,2, хлора – с 17,8 до 5,3, кальция с 20 до 8, натрия с 34,4 до 4,8, железа – с 0,3 до 0,1 и иона аммония с 4 до 1 мг/л.

По мере потепления и уменьшения к весне сжигания угля, содержащего много пирита и золы, снижается содержание в осадках сульфатов (из пирита), гидрокарбонатного иона, кальция и железа (из золы). Хлор, по-видимому, также выделяется при сжигании угля, как и ион аммония. С наличием органического вещества (сажи) в анализируемых осадках, по-видимому, связано изменение окисляемости, которая также снижается к весне.

Таблица 2

Характеристика химического состава атмосферных осадков в г. Перми (пункты А-Г) и его окрестностях — д. Фролы (пункты Д-З) в январе—мае 1958 г. (аналитик Т. В. Кирилловых)

Показатели	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Содержание, мг/л: HCO ₃	36,6	36,6	24,4	48,8	61,0	61,0	61,0	42,7
SO ₄	16,4	48,0	33,6	19,2	96,0	96,0	57,6	19,2
Cl	7,1	3,5	3,5	7,1	17,8	14,2	7,1	5,3
NO ₃	0,5	1,3	10,3	4,8	2,1	3,4	1,4	1,0
NO ₂	0,03	0,1	0,1	0,2	0,07	0,6	0,05	0,07
Ca	6,8	18,2	4,4	10,0	20,0	20,0	16,0	8,0
Mg	6,4	7,2	5,1	7,3	9,7	12,2	9,7	7,3
NH ₄	1,0	1,2	0,4	1,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Na	5,5	3,4	13,3	6,5	34,4	29,7	16,5	4,8
Fe	—	1,0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
Общая минерализация, мг/л	80,1	119,6	98,1	105,7	245,4	240,3	171,4	89,5
pH	6,9	7,2	6,2	6,8	7,2	6,9	6,9	6,7
Окисляемость, мг O ₂	—	—	3,1	10,0	16,0	13,6	5,6	6,4
Преобладающий компонент	HCO ₃	HCO ₃	SO ₄	HCO ₃	SO ₄	SO ₄	HCO ₃	HCO ₃

Совершенно иной химический состав атмосферных осадков в с. Усть-Кишерть, расположенном вдали от промышленных предприятий.

Здесь анализировалась (аналитик Е. А. Ашихмин) дождевая вода, собранная у школы летом 1955 г. Общая минерализация ее не превышала 15 мг/л, причем в ней были определены ионы: гидрокарбонатный (8 мг/л), кальция (4 мг/л) и сульфатный (3 мг/л). Более обстоятельные анализы произведены для проб, собранных в этом же селении во дворе дома № 44 по улице Набережной 27 июня 1958 г. после грозы с крыши и 23–25 августа 1959 г. в эмалированный таз, поставленный в огороде (таблица 3).

В анализе от 27 июня значительные количества соединений азота, вероятно, обнаружены в связи с омытием осадками деревянной крыши, на которую зимой во время отопления дровами осела сажа и мелкая зола. Вторая августовская проба была взята уже с большими предосторожностями. Однако и в этом случае минерализация осадков для сельской местности еще велика — 51,6 мг/л. Если исключить из подсчета нитратный ион и натрий, которые не определялись аналитически, а вычислялись по разности, то минерализация дождевой воды, собранной 23–25 августа 1959 г. составит около 20 мг/л. Эта цифра уже ближе к истине.

Таблица 3

Характеристика химического состава
атмосферных осадков в с. Усть-Кишерть
(аналитик Т. В. Кирилловых)

Показатели	27 июня 1958 г.	23—25 августа 1959 г.
Содержание, мг л: HCO ₃	36,6	9,2
SO ₄	—	4,0
Cl	1,4	3,6
NO ₃	41,3	20,9
NO ₂	0,1	0,03
Ca	4,2	2,0
Mg	6,1	0,6
NH ₄	6,0	0,8
Na	5,3	10,5
Fe	нет	нет
Общая минерализация	101,0	51,6
pH	6,6	6,2
Окисляемость, мг O ₂	12,3	4,3

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ

Атмосферные осадки в районе г. Перми характеризуются минерализацией от 56 до 245 мг/л, причем наибольшие показатели относятся к зимнему периоду для снега. В осадках преобладают ионы сульфатный, гидрокарбонатный и кальция. Первый из них обусловлен сжиганием угля со значительным содержанием пирита, а вторые два – его высокой зольностью. Кроме того, в воздухе г. Перми обнаруживаются продукты неполного сжигания топлива. Все они сравнительно мало влияют на химический состав атмосферных осадков, но образуют дымовую завесу над городом, которая держится на различной высоте в зависимости от состояния погоды, в частности ветра, барометрического давления и влажности воздуха. Необходимо учесть, что эта дымовая завеса поглощает солнечные лучи, особенно ультрафиолетовые, которые имеют важное биологическое значение для здоровья людей и развития растительности.

На территории города, по ориентировочным подсчетам, ежегодно оседает 25–50 тысяч м³ пыли. Наличие ее в атмосфере над городом является причиной повышенной минерализации атмосферных осадков. Пыль, вместе с газами действует раздражающе на органы дыхания.

В интересах охраны здоровья населения необходима настойчивая борьба с задымлением, систематическая борьба с запыленностью атмосферы. Переход на газовое отопление, теплофикация и бездымный способ сжигания топлива, систематическая поливка

улиц, озеленение и другие мероприятия, которые начали проводиться в г. Перми во все больших масштабах, обеспечат снижение задымленности города.

ЛИТЕРАТУРА

Бургсер Е. С., Федорова Н. Е. и Зайдис Б. Б. Атмосферные осадки и их роль в миграции химических элементов через атмосферу. Труды Киевской геофизической обсерватории, вып. 1. Киев, 1952.

Вотинцев К. К. Химический состав вод атмосферных осадков Прибайкалья. ДАН СССР, т. 95, № 5, 1954.

Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков. Конференция по химической географии вод. Тезисы докладов, Пермь, 4949.

Максимович Г. А. Основы учения о гидрохимических фациях. Гидрохимические материалы, т. 18, АН СССР, М., '1950.

Максимович Г. А. О роли атмосферных осадков в переносе растворенных веществ, ДАН СССР, т. 92, № 2, 1953.

Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков. Химическая география вод суши. Географгиз, М., ШЭ5.

Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков города (Перми. Доклады 5-го Всеуральского совещания по вопросам географии и охраны природы, Пермь, 4960.

Рязанов В. А. О содержании копоти в воздухе г. Перми. «Гигиена и здоровье», № 4. 1941.

Томсон Н. М. О загрязнении и очистке воздуха от 'продуктов неполного сгорания топлива. «Природа», № 5, 1955.

Федорова Н. Е. Химический и изотопный состав атмосферных осадков на территории СССР. Автореферат кандидатской диссертации, Новочеркасск, 1954

УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР
КОМИССИЯ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ
ВСЕРОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО СОДЕЙСТВИЯ ОХРАНЕ ПРИРОДЫ
И ОЗЕЛЕНЕНИЮ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
(СВЕРДЛОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ)

ОХРАНА ПРИРОДЫ НА УРАЛЕ

Вып. II

ПЕРМЬ
СВЕРДЛОВСКИ
1989

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ г. ПЕРМИ И БОРЬБА С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ АТМОСФЕРЫ

Обычно считается, что атмосферные осадки — дождь и снег — являются почти химически чистой водой. В действительности это не так. Лишь в районах, удаленных от морей и населенных пунктов, минерализация атмосферных осадков действительно невелика. Например, в районе пос. Большие Коты на западном берегу озера Байкала она равна всего 7,0—9,5 мг/л (К. К. Вотинцев, 1954). В остальных районах земного шара минерализация обычно больше; в среднем для СССР она составляет 46,42 мг/л. Наибольшая минерализация в пределах Советского Союза отмечена на ст. Аральское море (Казахская ССР), где в среднем из двух проб она оказалась равной 561,5 мг/л (Е. С. Бурксер и др., 1952; Н. Е. Федорова, 1954).

Источники минерализации атмосферной облачной воды и выпадающих из них атмосферных осадков разнообразны. Прежде всего, в атмосфере всегда имеются мельчайшие твердые минеральные вещества в виде солей морского и частично вулканического происхождения. Кроме того, растворенная в атмосферной воде углекислота при гидратации и диссоциации дает ионы водорода и гидрокарбонатный ион, а атмосферные электрические разряды приводят к образованию оксидов атмосферного азота. Однако все эти и другие источники обуславливают минерализацию облачных вод всего в 3—7 мг/л. Преобладающее значение при этом обычно (при отсутствии вулканических извержений) имеют морские соли.

Химический состав выпадающих атмосферных осадков отличается от состава облачной воды. Он определяется помимо состава последней, количеством имеющихся в воздухе сухих растворимых веществ, количеством и характером выпадения осадков, а также условиями, при которых происходило их выпадение. После длительного отсутствия дождей или снегопада, собранная при первом выпадении осадков вода, будет более минерализована, чем при последующих выпадениях, поскольку первые осадки очищают воздух от взвешенных в нем веществ. Поэтому при выпадении следующих осадков приземная тропосфера будет уже чище. Чем меньше осадков, тем больше их минерализация. Играет роль также время года, температура воздуха, предшествующая погода, направление ветра. Наконец, количество сухих примесей в воздухе, которые омывает или захватывает дождевая вода или снег, за-

висит от высоты облаков, из которых выпадают осадки, (Г. А. Максимович, 1949, 1950, 1953, 1955).

Не рассматривая случаи искусственного загрязнения атмосферы минеральными и органическими соединениями, растворенные вещества дождя или снега по происхождению можно разделить на три группы: а) вещества облачных вод, главным образом морского происхождения; б) природные вещества, поднятые воздушными течениями с поверхности земли (морская соль, пылеватые частицы и минеральные соли почвы и т. п.), захваченные и омытые при прохождении атмосферных вод через приземную тропосферу; в) вещества, попавшие в приземную тропосферу в результате бытовой и технической деятельности человека, захваченные и омытые атмосферными осадками. Над крупными населенными пунктами с развитой промышленностью особо значительную роль в загрязнении атмосферных вод играют вещества третьей группы (в), слагающиеся из выбросов дыма труб различных котлов и отопительных сооружений, выхлопных газов автомашин, разнородных выделений промышленных предприятий, содержащих сернистый газ, окислы азота и хлора и т. п.

Количество оседающей из атмосферы пыли в городах весьма значительно. Так установлено, что в Ленинграде в месяц на 1 м² площади оседало граммов: в промышленных районах города — 50, жилых — 30, парковых зонах — 15, курортно-парковых районах — 2—5. Около 30% пыли составляли главным образом продукты неполного сгорания топлива (сажа и смолы), около 15% — растворимые в воде вещества (Н. М. Томсон, 1955).

Для г. Перми нет таких полных данных за последние годы. Лишь в 1935 г. В. А. Рязанов (1941) определил, что содержание копоти в воздухе над северо-восточной частью города составляло в среднем в год 0,152 мг/м³ или $1,2 \cdot 10^{-8}$ объема. Среднемесячная задымленность колебалась зимой от 0,102 до 0,17 мг/м³, а летом — от 0,082 до 0,117 мг/м³. Это довольно значительные количества. В настоящее время, в связи с ростом промышленности, задымленность и засоренность атмосферы над г. Пермью сильно возросла. Учитывая, что по этому показанию Пермь вполне сравнима с Ленинградом, можно ориентировочно подсчитать количество пыли оседающей над городом из атмосферы. Принимая для Ленинграда, по данным Н. М. Томсона (1955), среднее количество пыли, оседающей из атмосферы на 1 м² в 30 г, находим, что при площади города в 690 км² в Перми за год выпадает около 248 400 т или почти 100 000 м³ пыли. Приняв за основу расчета количество пыли, оседающее на 1 м² в парковой зоне г. Ленинграда, т. е. 15 г/м², будем иметь около 50 000 м³ в год. Учитывая, что осевшая пыль может быть вновь поднята ветром в атмосферу и затем вновь осесть, возьмем только 50% от последней величины. Но и при таком допущении в г. Перми оседает из атмосферы около 25 тыс. м³ в год.

Оседание этих огромных количества пыли (включая продукты неполного сжигания топлива) происходит в основном при помощи дождя и снега. Дождь, и особенно, снег производит механическую очистку городской атмосферы от пылевых частиц, но они же и загрязняют улицы и площади города.

Химический состав атмосферных осадков в г. Перми до наших работ не изучался. Исследования начаты нами в 1945 г., но первоначально это были неполные анализы (Г. А. Максимович, 1960).

Химические анализы воды, полученной от таяния снега, собранного в г. Перми в 1954 г.
(Аналитик В. А. Берапович)

Таблица 1

№ п.п.	Место взятия пробы снега	Дата	рН	В 1 литре содержится мг								общая минерализация
				HCO ₃	SO ₄	Cl	Ca	Mg	Na	NO ₂	NH ₄	
1	Ботанический сад. Центральная часть. Старый снег	23 февраля	6,6	22,3	55,3	15,3	24,0	7,3	2,4	0,07	4,5	131,1
2	Там же. свежий снег через 3 дня после снегопада	6 марта	7,4	44,5	14,9	15,3	16,8	5,9	3,5	0,15	3,75	104,7
3	Около географического корпуса университета. Старый снег, верхний слой	26 февраля	6,8	22,3	94,5	23,2	24,0	14,6	8,4	0,15	3,75	180,8
4	Двор университета, около дымоходной трубы. Свежий снег	3 марта	7,0	22,2	3,4	15,3	7,2	4,4	3,4	0,02	0,18	56,1
5	Крыша университета. Старый снег	12 марта	6,2	22,3	84,0	23,0	26,4	10,3	8,0	0,07	4,5	178,7
6	Там же. свежий снег	18 марта	7,0	22,3	43,7	23,2	24,0	7,3	2,8	0,1	7,0	130,4
7	Крыша университета, северная сторона. Поток тающего снега	10 марта	6,5	22,3	26,4	15,3	14,4	5,8	3,4	0,15	3,0	90,7
8	То же, западная сторона	11 марта	6,6	22,3	26,4	15,3	12,0	7,3	3,4	0,15	3,5	90,4
9	Ул. Овражная, 4 (Егошиха). Старый снег	28 февраля	6,9	22,3	26,4	30,7	19,2	7,3	5,1	0,06	4,5	115,5
10	Ул. Дзержинского. Снег после 4-дневного снегопада.	17 марта	7,1	33,4	48,0	15,3	24,0	7,3	4,9	0,1	6,0	139,0

В 1954 г. произведено несколько более полных химических анализов снега, собранного в районе университета и на р. Егошихе. Они показали (таблица 1), что минерализация снега колебалась от 56 до 150 мг/л, причем содержание сульфатного иона в старом снеге достигало 84,5 мг/л.

Последние химические анализы атмосферных осадков произведены в 1958 г. Были отобраны пробы снега в Ботаническом саду университета с поверхности почвы 4 января (А) и 18 января (Б), а также из дождемеров метеорологической станции: снег и дождь 3—4 марта (В) и дождь за апрель 15 мая (Г). В окрестностях г. Перми в д. Фролы из дождемера брались: снег 22 февраля—28 марта (Д), снег и дождь 28 марта—10 апреля (Е) и дождь с 7 по 20 мая (Ж) и с 20 по 31 мая (З). Результаты анализа проб приведены в таблице 2.

Суммирование осадков в дождемерах за значительный промежуток времени дало наибольшую минерализацию доходящую до 240—245 мг/л (пункты Д и Е). Особенно показательны анализы воды из дождемера в районе д. Фролы с 22 февраля по 31 мая (пункты Д—З). Минерализация осадков за этот период уменьшилась с 245,4 до 89,5 мг/л, содержание сульфатного иона с 96 до 19,2, хлора — с 17,8 до 5,3, кальция с 20 до 8, натрия с 34,4 до 4,8, железа — с 0,3 до 0,1 и иона аммония с 4 до 1 мг/л.

По мере потепления и уменьшения к весне сжигания угля, содержащего много пирита и золы, снижается содержание в осадках сульфатов (из пирита), гидрокарбонатного иона, кальция и железа (из золы). Хлор, по-видимому, также выделяется при сжигании угля, как и ион аммония. С наличием органического вещества (сажи) в анализируемых осадках, по-видимому, связано изменение окисляемости, которая также снижается к весне.

Таблица 2

Характеристика химического состава атмосферных осадков в г. Перми (пункты А-Г) и его окрестностях — д. Фролы (пункты Д-З) в январе—мае 1958 г. (анализы Т. Н. Карлизовых)

Показатели	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Содержание, мг/л: HCO ₃	36,6	36,6	24,4	48,8	61,0	61,0	61,0	42,7
SO ₄	16,4	48,0	33,6	19,2	96,0	96,0	57,6	19,2
Cl	7,1	3,5	3,5	7,1	17,8	14,2	7,1	5,3
NO ₃	0,5	1,3	10,3	4,8	2,1	3,4	1,4	1,0
NO ₂	0,03	0,1	0,1	0,2	0,07	0,6	0,05	0,07
Ca	6,8	18,2	4,4	10,0	20,0	20,0	16,0	8,0
Mg	6,4	7,2	5,1	7,3	9,7	12,2	9,7	7,3
NH ₄	1,0	1,2	0,4	1,5	4,0	3,0	2,0	1,0
Na	5,5	3,4	13,3	6,5	34,4	29,7	16,5	4,8
Fe	—	1,0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
Общая минерализация, мг/л	80,1	119,6	98,1	105,7	245,4	240,3	171,4	89,5
pH	6,9	7,2	6,2	6,8	7,2	6,9	6,9	6,7
Окисляемость, мг O ₂	—	—	3,1	10,0	16,0	13,6	5,6	6,4
Преобладающий компонент	HCO ₃	HCO ₃	SO ₄	HCO ₃	SO ₄	SO ₄	HCO ₃	HCO ₃

Совершенно иной химический состав атмосферных осадков в с. Усть-Кисерт, расположенном вдали от промышленных предприятий. Здесь анализировалась (аналитик Е. А. Ашихмин) дождевая вода, собранная у школы летом 1955 г. Общая минерализация ее не превышала 15 мг/л, причем в ней были определены ионы: гидрокарбонатный (8 мг/л), кальция (4 мг/л) и сульфатный (3 мг/л). Более обстоятельные анализы произведены для проб, собранных в этом же селении во дворе дома № 44 по улице Набережной 27 июня 1958 г. после грозы с крыши и 23—25 августа 1959 г. в эмалированный таз, поставленный в огороде (таблица 3).

В анализе от 27 июня значительные количества соединений азота, вероятно, обнаружены в связи с омытием осадками деревянной крыши, на которую зимой во время отопления дровами осела сажа и мелкая зола. Вторая августовская проба была взята уже с большими предосторожностями. Однако и в этом случае минерализация осадков для сельской местности еще велика — 51,6 мг/л. Если исключить из подсчета нитратный ион и натрий, которые не определялись аналитически, а вычислялись по разности, то минерализация дождевой воды, собранной 23—25 августа 1959 г. составит около 20 мг/л. Эта цифра уже ближе к истине.

Таблица 3
Характеристика химического состава
атмосферных осадков в с. Усть-Кисерт
(аналитик Т. В. Клириловых)

Показатели	27 июня 1958 г.	23—25 августа 1959 г.
Содержание, мг/л: HCO ₃	36,6	9,2
SO ₄	—	4,0
Cl	1,4	3,6
NO ₃	41,8	20,9
NO ₂	0,1	0,03
Ca	4,2	2,0
Mg	6,1	0,6
NH ₄	6,0	0,6
Na	5,3	10,5
Fe	нет	нет
Общая минерализация	101,0	51,6
pH	6,6	6,2
Окисляемость, мг O ₂	12,3	4,3

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ

Атмосферные осадки в районе г. Перми характеризуются минерализацией от 56 до 245 мг/л, причем наибольшие показатели относятся к зимнему периоду для снега. В осадках преобладают ионы сульфатный, гидрокарбонатный и кальция. Первый из них обусловлен сжиганием угля со значительным содержанием пирита, а вторые два — его высо-

кой зольностью. Кроме того, в воздухе г. Перми обнаруживаются продукты неполного сжигания топлива. Все они сравнительно мало влияют на химический состав атмосферных осадков, но образуют дымовую завесу над городом, которая держится на различной высоте в зависимости от состояния погоды, в частности ветра, барометрического давления и влажности воздуха. Необходимо учесть, что эта дымовая завеса поглощает солнечные лучи, особенно ультрафиолетовые, которые имеют важное биологическое значение для здоровья людей и развития растительности.

На территории города, по ориентировочным подсчетам, ежегодно оседает 25—50 тысяч м³ пыли. Наличие ее в атмосфере над городом является причиной повышенной минерализации атмосферных осадков. Пыль, вместе с газами действует раздражающе на органы дыхания.

В интересах охраны здоровья населения необходима настойчивая борьба с задымлением, систематическая борьба с запыленностью атмосферы. Переход на газовое отопление, теплофикация и бездымный способ сжигания топлива, систематическая подметка улиц, озеленение и другие мероприятия, которые начали проводиться в г. Перми во все больших масштабах, обеспечат снижение задымленности города.

ЛИТЕРАТУРА

- Бурксер Е. С., Федорова Н. Е. и Зайцев Б. В. Атмосферные осадки и их роль в миграции химических элементов через атмосферу. Труды Киевской геофизической обсерватории, вып. 1, Киев, 1952.
- Ботвинцев К. К. Химический состав вод атмосферных осадков Прибайкалья. ДАН СССР, т. 95, № 5, 1954.
- Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков. Конференция по химической географии вод. Тезисы докладов, Пермь, 1949.
- Максимович Г. А. Основы учения о гидрохимических фациях. Гидрохимические материалы, т. 18, АН СССР, М., 1950.
- Максимович Г. А. О роли атмосферных осадков в переносе растворенных веществ. ДАН СССР, т. 92, № 2, 1953.
- Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков. Химическая география вод суши. Географизм, М., 1956.
- Максимович Г. А. Химический состав атмосферных осадков города Перми. Доклады 5-го Всесоюзного совещания по вопросам географии и охраны природы, Пермь, 1960.
- Рязанов В. А. О содержании копоти в воздухе г. Перми. «Гигиена и здоровье», № 1, 1941.
- Томсон Н. М. О загрязнении и очистке воздуха от продуктов неполного сгорания топлива. «Природа», № 5, 1955.
- Федорова Н. Е. Химический и иотопный состав атмосферных осадков на территории СССР. Автореферат кандидатской диссертации, Новочеркасск, 1954.