Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 4

ГЕОХИМИЯ

С. А. ДУРОВ и Н. Е. ФЕДОРОВА

ИСТОЧНИКИ ИОННО-СОЛЕВОГО СОСТАВА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ СССР

(Представлено академиком Н. М. Страховым 25 V 1955)

Е. С. Бурксер и Н. Е. Федорова исследовали в 1947 г. 21 образец атмосферных осадков (дождь, снег и град) в Киеве и вблизи него, а также провели единичные анализы атмосферных осадков в г. Щорсе и в приморских местностях — Одессе и Осипенко ([1]). Эти анализы показали, что даже вблизи моря состав солей, содержащихся в атмосферных осадках, может значительно отличаться от состава морских солей.

В развитие этих исследований Н. Е. Федорова произвела отбор 190 образцов атмосферных осадков с обширной территории СССР на 41 гидрометеорологической станции. Около половины этих станций находилось у берегов Черного и Азовского морей, Северного Ледовитого океана и Охотского моря ([2]). Исследованием были охвачены пункты: Киев; Феофания; Багринова гора; Кировоград; Полтава; Умань; Винница; Щорс; Ворошиловград; Берегово; Вознесенск; Осипенко — курорт; Одесса; Яски и Любань Ленинградск. обл.; Опочка и Западная Двина Великолукск. обл.; Валдай, Войцы и Боровичи Новгородск. обл.; Новосаратов Всеволжского района; Старая Русса Дно-Псковск. обл.; Каунас; Калуга; Максатиха, Тавда, Среднее Салтаново Свердл. обл.; Эльтон; ст. Аральское море; Углегорск, Александровск и Онор на Сахалине; бухта Тикси; мыс Челюскин; о. Диксон; бухта Тихая — земля Фр. Иосифа; Фрунзе, Пишпек и Пржевальск КиргССР; Сталинабад; Башкарсан УзбССР; ст. Шума (высота 1304 м) и Канах-Кенд (высота 2000 м) АзербССР.

Разослана инструкция по отбору и доставке образцов, составленная с участием Киевской геофизической обсерватории. Выработана и проверена методика определения малых содержаний ионов ([3]).

Применяя предложенную ранее классификацию, мы нанесли результаты анализа 190 образцов на сдвоенную треугольную диаграмму ([4]). Легко заметить (см. рис. 1), что среди исследованных атмосферных осадков отсутствует I класс начальных вод скупого растворения, состав которых характеризуется содержанием бикарбонатов кальция и магния. Все остальные классы представлены на диаграмме, а именно: 83 образца II класса, 19 образцов III класса (сульфатные), 36 образцов IV класса (хлоридные) и 36 образцов V класса (щелочные бикарбонатные). Кроме того, можно выделить 5 образцов вод переходных между II и IV классами и 11 образцов переходных между III и IV классами.

Явно преобладают воды континентальных типов (II, III, V классов), составляющие 72,6% от числа всех образцов. Эти воды невозможно отнести к морскому типу. Но и хлоридные воды по своему составу в подавляющем большинстве значительно отличаются от морской воды.

Главная масса точек состава атмосферных вод размещается на диаграмме между точками состава чистого бикарбонатного типа с отношением магния к кальцию, равным 0,2 (в эквивалентах) и, состава сульфатного типа зоны окисления сульфидов. Для последнего нами взят средний

состав сульфатных шахтных вод Донецкого бассейна за период 1911—1951 гг. Точка состава, отвечающая сульфату кальция (гипсу), показана на диаграмме пунктиром. Отсутствие точек состава вод вблизи точки гипса позволяет сделать заключение о малом участии прямого растворения гипса в формировании состава атмосферных вод.

Вычислив средний ионный состав всех 190 образцов, получаем данные, приведенные в табл. 1 и представленные на диаграмме (рис. 2 ([5])).

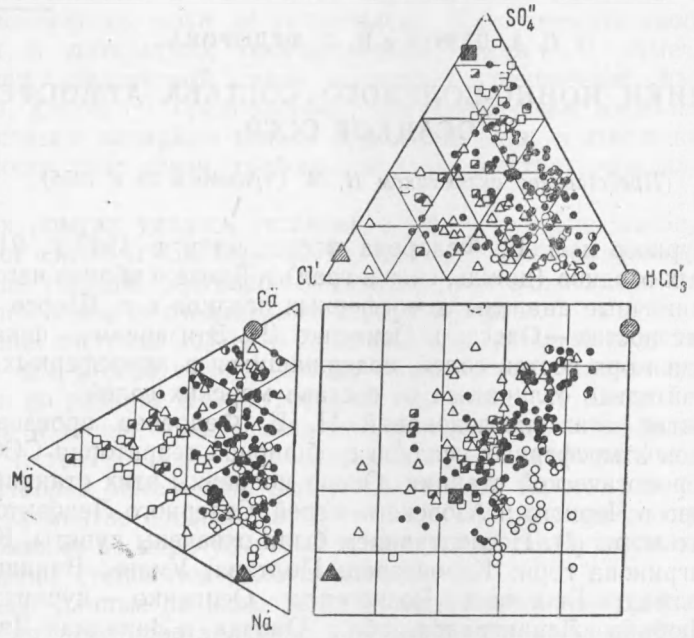


Рис. 1. Атмосферные осадки СССР. Нумерация значков показывает классы вод

Итак, соли морского типа составляют в среднем около 27% всех солей атмосферных осадков, тогда как соли, которые могут образоваться исключительно в континентальных условиях (бикарбонаты, сульфаты зоны окисления), представляют главную массу. Однако и бикарбонатные и сульфатные воды суши содержат всегда некоторую примесь хлоридов как солей реликтовых морей прежних геологических эпох. Следовательно, непосредственное влияние современного мирового океана на солевой состав атмосферных осадков СССР может быть оценен величиной менее 25%, возможно, даже около 20% (эта величина имеет, конечно, ориентировочный характер, так как взята из среднего состава).

Таблица 1

Средний состав 190 образцов атмосферных осадков территории СССР и расчет их исходного состава

Ионы	Состав мг/л	Средн. % экв.	В том числе в % от суммы солей			Сульфаты в % от суммы сульфатов
			морские соли	бикарбонаты	сульфаты	
$Mg^{..}$	1,74	26,53	4,77	8,90	12,86	44,8
$Ca^{..}$	4,82	40,00	0,95	35,48	3,57	12,5
$Na^{.}$	5,12	33,47	21,23	—	12,24	42,7
HCO_3'	18,20	44,45	0,07	44,38	—	—
SO_4''	9,17	31,18	2,51	—	28,67	100,0
Cl'	5,46	24,37	24,37	—	—	—
		100,00	26,95	44,38	28,67	

Все это указывает на то, что главная солевая масса атмосферных осадков вносится в условия нашей страны пылью и аэрозолями, поднимаемыми с поверхности континента и, очевидно, преимущественно с наиболее засушливых его мест.

Один из нас ранее уже указывал на отсутствие «гипсовых вод» с преобладанием сульфата кальция по всей Украине и на влияние ветрового переноса солей на территориальное распределение воды малых рек по их химическому составу (6). Надо принять во внимание, что около половины рассматриваемых данных относится к приморским местностям. Пока у нас отсутствуют сведения об атмосферных осадках из Западной и Восточной Сибири Забайкалья, Приамурья и Приморья. В Европейской части Советского Союза более подробно представлена Украина, совсем не охарактеризованы Северный Кавказ и Закавказье, мало данных о Средней Азии и т. д. Можно ожидать, что расширение исследований с более равномерным охватом территории СССР даст еще более определенную картину преобладания континентального характера солей в атмосферных осадках.

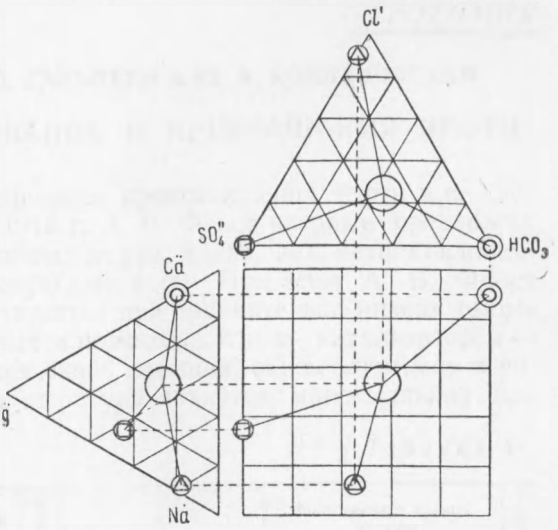


Рис. 2. Средний состав атмосферных осадков

Г. А. Максимович оценил содержание солей континентального происхождения в атмосферных осадках СССР в 67% (7). Мы склонны повысить эту цифру до 80% или еще несколько выше.

Задача будущего — выяснить главные места зарождения пылевых масс и пути их миграции. Для юга Европейской части СССР перенос связан с ветрами преимущественно восточных направлений. Однако не следует считать, что наши результаты в корне противоречат исследованиям Келера (8), Р. И. Грабовского (9), С. М. Шметера (10) и др., по которым центрами конденсации водяных паров являются морские соли, как, например, хлориды магния и натрия, и в облачных массах преобладают хлориды. Ветры восточных направлений на юге СССР обычно не дают атмосферных осадков — это суховеи. Они насыщают атмосферу пылью и аэрозолями. При смене синоптической обстановки и выпадении атмосферных осадков преобладают ветры западного направления, несущие водяные массы в состоянии пересыщения. При выпадении атмосферных осадков нижние слои атмосферы промываются ими и, увлекая пылевые частицы и аэрозоли, насыщаются солями континентального происхождения.

Новочеркасский политехнический институт
им. Серго Орджоникидзе
Криворожский горнорудный институт

Поступило
14 III 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Е. С. Бурксер, Н. Е. Федорова, Гидрохим. материалы, **16**, 107 (1949). [2] Н. Е. Федорова, Химический и изотопный состав атмосферных осадков на территории СССР, Диссертация, Новочеркасск, 1954. [3] Е. С. Бурксер, Н. Е. Федорова, Киевск. гос. унив., Геол. сборн., № 5 (1954). [4] С. А. Дуров, ДАН, **59**, № 1, 87 (1948). [5] С. А. Дуров, ДАН, **81**, № 5, 875 (1951). [6] С. А. Дуров, ДАН, **84**, № 5, 1005 (1952). [7] Г. А. Максимович, ДАН, **92**, № 2, 401 (1953). [8] H. Köhler, Nova acta Regiae. Soc. Sci. Upsaliensis, IV, 12, № 6 (1941). [9] Р. И. Грабовский, Природа, № 6, 91 (1954). [10] С. М. Шметер, Тр. Центр. аэролог. обс. (1952).