

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ИЗ ОБЛАКОВ РАЗЛИЧНЫХ СИНОПТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ, ПОДВЕРГНУТЫХ И НЕПОДВЕРГНУТЫХ ИСКУССТВЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

**М.Т. Салуквадзе - Институт физической и органической химии им.
П.Меликишвили Академии Наук Грузии**
**Л.Ш. Абесалашвили, Т.Г. Салуквадзе - Институт геофизики им. М.Нодия
Академии Наук Грузии**

Химический состав атмосферных осадков восточной Грузии в разное время изучали А.И.Карцивадзе, Г.Д.Супаташвили, Л.Ш.Абесалашвили и др. [1,2,3]. В Алазанской долине ими были исследованы осредненные в пространстве и во времени значения концентраций различных химических веществ в атмосферных осадках.

В настоящей работе мы попытались исследовать влияние на химический состав атмосферных осадков различных синоптических ситуаций и количества диспергированного в облачную среду льдообразующего реагента. В общей сложности изучено 138 случаев внутримассовых одноячейковых и фронтальных супер и многоячейковых облаков, как с воздействием, так и без него, а также химический состав осадков, выпавших из этих облаков. Из 138 случаев 42 относится к внутримассовым, а 96 к фронтальным облакам. 98 облаков подвергались искусственному воздействию, а 40 нет.

В течение одного опыта радиолокатором прослеживалась траектория перемещения облака относительно места взятия проб осадков. Имея информацию о месте и времени введения реагента в облачную среду, а также об его количестве, можно было судить о том, сколько реагента было диспергировано в облаке до момента взятия проб осадков.

Каждый опыт отбирался таким образом, что облака имели не только одинаковый генезис развития, но и примерно одинаковую траекторию перемещения относительно места взятия проб осадков и одинаковые радиолокационные характеристики. Исходя из специфики противоградовых работ, к моменту взятия проб осадков, в эти облака было введено различное количество льдообразующего реагента. На рис.1 представлено упрощенное схематическое изображение одного из опытов. На нем замкнутыми ломанными линиями представлены горизонтальные сечения радиоэхо облака в разное время (цифрами обозначены их условные значения). Интервал времени между двумя соседними положениями радиоэхо равняется примерно 4-6 минутам. Круглыми точками обозначены места запуска противоградовых ракет, а прямыми линиями со стрелками ограничены горизонтальные углы, внутри которых запускались они. Прямоугольной точкой обозначено место взятия проб осадков (с. Руиспири Телавского р-на).

Включение в анализ таких случаев, когда на облака воздействие не проводилось, обусловлено тем, что необходимо иметь фоновые значения концентраций, интересующих

нас химических веществ в атмосферных осадках. Естественно, такие облака по своим характеристикам были примерно такими же, как и облака, подвергнутые воздействию, но по разным причинам на них воздействие не было проведено.

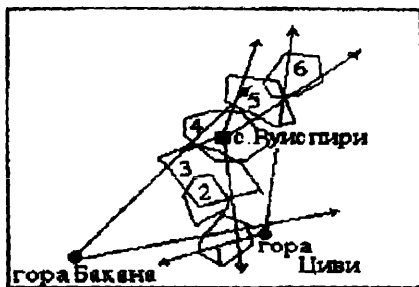


Рис.1. Схематическое изображение опыта по воздействию на конвективное облако

В собранных нами пробах осадков были изучены значения общей минерализаций (сумма главных ионов - Σ_n) и концентраций таких ионов и микроэлементов, на которых мог повлиять состав поверхностного слоя почвы (Ca^{++} , HCO_3^- , Cu^{++}), искусственное воздействие (Pb^{++} , I) и морская вода (Cl^-).

В таблице 1 приведены значения концентраций вышеупомянутых химических веществ в осадках, соответствующих различным синоптическим ситуациям при искусственном воздействии и без него.

Концентрации некоторых ионов и микроэлементов в атмосферных осадках из облаков различных синоптических ситуаций

Облака	Тип процессов	Кол-во проб	Химические вещества						
			мг/л				мкг/л		
			Σ_n	Ca^{++}	HCO_3^-	Cl^-	Pb^{++}	I	Cu^{++}
Без воздействия	Внутримассовый	19	12.9	3.7	6.2	1.0	2.6	4.6	1.5
	Фронтальный	21	15.7	4.3	9.3	1.1	4.2	8.9	3.4
С воздействием	Внутримассовый	23	16.2	4.1	3.7	1.2	6.15	8.4	1.4
	Фронтальный	75	21.4	6.4	10.8	1.1	10.7	14.8	3.6

Из этой таблицы видно, что осадки, выпавшие из внутримассовых одноячейковых облаков менее минерализованы, чем осадки выпавшие из фронтальных облаков. Разница для случая без воздействия составляет приблизительно 22%, а в случае с воздействием - 32%. Для всех облаков, рассмотренных нами атмосферных процессов, среднее значение минерализации равняется 16,5 мг/л. Эта величина приблизительно на 10% превышает приведенное в [4] соответствующее значение минерализации. Без учета искусственного воздействия осадки, выпавшие из фронтальных облаков, приблизительно на 28% более минерализованы, чем осадки внутримассовых облаков (минерализация осадков для обоих типов процессов равняется 18,5 мг/л и 14,5 мг/л, соответственно).

Это можно объяснить тем, что при прохождении сильных атмосферных фронтов в нижних слоях атмосферы развиваются сильные турбулентные движения, которые способствуют попаданию в облака теригенных аэрозолей. Путем захвата частицами осадков этих аэрозолей при их падении в нижних слоях атмосферы также может увеличиваться общая минерализация осадков. При внутримассовых процессах интенсивность турбулентных движений не так высока и, соответственно, осадки менее минерализованы.

Содержание хлора, источником которого в основном является морская вода, в осадках из облаков внутримассовых и фронтальных процессов остается почти постоянным (в пределах 1,0 - 1,2 мг/л). Это, видимо, обусловлено тем, что из-за значительного удаления моря (в нашем случае Черного моря) от места взятия проб осадков, дело имеем с фоновым значением концентрации этого иона.

Основное внимание было уделено значениям концентраций Pb^{++} , I и Cu^{++} , т.к. Pb^{++} и I входят в состав активного реагента, а Cu^{++} и Pb^{++} являются геологически аналогичными элементами и значение, концентрации Cu^{++} может послужить контрольным значением для Pb^{++} .

Фоновым значением концентраций Pb^{++} , I и Cu^{++} в осадках для всей Грузии считается 2,63 мкг/л, 4,9 мкг/л и 1,2 мкг/л соответственно [3]. Для облаков, неподвергнутых воздействию, средние значения этих величин отличаются от вышеприведенных (для свинца она равняется 3,4 мкг/л, для йода - 6,9 мкг/л, а для меди - 2,5 мкг/л). Причиной тому может быть то, что величины, приведенные в [3], являются среднегодовыми для всей Грузии, тогда как в нашем случае они являются средними только для теплого времени года, которое характеризуется интенсивными турбулентными движениями, способствующими попаданию в атмосферу теригенных веществ.

Увеличение концентрации свинца и йода в осадках облаков, подвергнутых воздействию, по сравнению с фоновым явно является следствием воздействия. Если бы такое увеличение концентрации свинца и йода было следствием интенсивных турбулентных движений воздуха, которыми характеризуются дни с воздействием, тогда примерно также должна была увеличиваться и общая минерализация соответствующих осадков. Однако, низкое значение коэффициента корреляции ($r_{корр}=0,14$) между значениями концентрации Pb^{++} в осадках и их общей минерализацией указывает на то, что с большой вероятностью это увеличение можно считать следствием воздействия.

Количественно была оценена связь между количеством диспергированного в облачную среду PbI_2 и концентрацией иона свинца в соответствующих осадках. Эта связь графически представлена на рис.2.

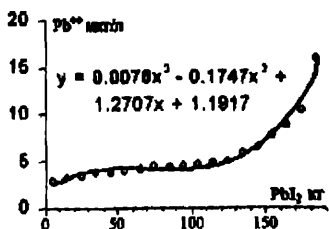


Рис.2. График зависимости между концентрацией свинца в осадках и количеством диспергированного в облачную среду PbI_2 .

Эта связь хорошо аппроксимируется полиномом третьей степени (он приведен на самом графике) с коэффициентом корреляции 0,96. Для малых значений количества израсходованного на одно облако реагента, величина концентрации Pb^{++} в осадках меняется незначительно. Так, например, при значениях количества диспергированного PbI_2 10 ÷ 90 кг, содержание иона свинца в осадках меняется в пределах 3,8 ÷ 4,3 мкг/л. Значительное увеличение израсходованного количества PbI_2 (100 кг и больше) приводит к быстрому росту концентрации свинца в осадках.

Зависимость между значениями концентраций ионов свинца и йода в атмосферных осадках носит линейный характер (см.рис.3). Коэффициент корреляции между этими величинами высокий ($r_{кор}=0,95$). Это можно было ожидать, т.к. в Алазанской долине источником йода в атмосферных осадках является исключительно реагент воздействия - PbI_2 .

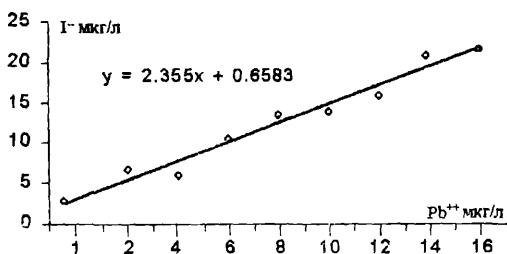


Рис.3. График зависимости между значениями концентраций ионов свинца и йода в атмосферных осадках

Была оценена связь между концентрациями Cu^{++} и Pb^{++} в осадках. В случае только теригенного происхождения свинца в атмосферных осадках, корреляция между концентрациями Cu^{++} и Pb^{++} должна была быть высокой, т.к. эти элементы являются геологически аналогичными. Однако, расчеты показали, что $r_{кор}=0,21$. Это может быть еще одним доказательством того, что ион свинца в атмосферных осадках, в случае искусственного воздействия, не только теригенного происхождения.

Л и т е р а т у р а

1. Г.Д.Супаташвили, Н.А.Карсанидзе, Л.Ш.Абесалашвили - Формирование химического состава атмосферных осадков в условиях активного воздействия на облака. Материалы XXII Гидрометеорологического Совещания. Новочеркасск. Гидрометеоиздат. Вып. 1, 1968. 80.
2. Г.Д.Супаташвили, А.И.Карцивадзе, Л.Ш.Абесалашвили, Н.А.Карсанидзе - Микроэлементы в атмосферных осадках Алазанской долины. Вестник Академии Наук Грузии, 66, №1, 1972. 121-124.
3. Л.Ш.Абесалашвили, А.И.Карцивадзе, Н.А.Карсанидзе, Г.Д.Супаташвили - Исследование химического состава атмосферных осадков в районе активного воздействия на облака. Труды Института геофизики Академии Наук Грузии. т. XXXVIII, 1972. 125-130.

გემოქმედებაქმნილი და არაგემოქმედებაქმნილი სხვადასხვა ტიპის სინოპტიკური სიტუაციის ღრუბლებიდან მოსული ატმოსფერული ნალექების ქიმიური შემადგენლობა

მ. სალუქვაძე, ლ. აბესალაშვილი, თ. სალუქვაძე

რეზიუმე

სტაგიაში გამოკვლეულია აღმოსავლეთ საქართველოს ატმოსფერულ ნალექებში ზოგიერთი იონებისა და მიკროელემენტების (მთავარი იონების ჯამი - Σi , Ca^{++} , HCO_3^- , Cl^- , Pb^{++} , I^- , Cu^{++}) კონცენტრაციები ატმოსფერული პროცესების ტიპებთან და ღრუბლებზე აქტიური გემოქმედების მასშტაბთან დამოკიდებულებაში. ამასთან ერთად დადგენილია მოცემული რეგიონისათვის ხსენებული იონებისა და მიკროელემენტების კონცენტრაციათა ფონური მნიშვნელობები.

სტატისტიკურად უზრუნველყოფილ მასალაზე ნაჩვენებია, რომ ფრონტალური ღრუბლებიდან მოსული ნალექები უფრო მინერალიზებულია (საშუალოდ 20-30%-ით), ვიდრე შიდამასიური ღრუბლებიდან მოსული ნალექები.

დადგენილია, რომ Pb^{++} -სა და I^- -ის საშუალო მნიშვნელობების გაზრდა ფონურ მნიშვნელობასთან შედარებით ღრუბლებზე ხელოვნური გემოქმედების შედეგია.

Chemical composition of precipitation from seeding and not seeding clouds of various synoptical situations

M.T. Salukvadze, L.Sh. Abesalashvili, T.G. Salukvadze

Abstract

It is investigated of concentration of some ions and microelements (sum of ions - Σi , Ca^{++} , HCO_3^- , Cl^- , Pb^{++} , I^- , Cu^{++}) in precipitation depending on synoptical situations (air-mass and frontal situations) and scale of artificial influence on clouds in East Georgia. Together with it the background importance of concentration of these ions and microelements for given region are established.

The statistically supplied material shows that precipitation from frontal clouds is more mineralized (on the average on 20-30 of %) than from air-mass clouds.

It is established that the increased average values of concentration Pb^{++} and I^- after comparison with background are a consequence of artificial influence.