

УДК 551.57

П. П. МХИТАРЯН

ОБ ОДНОЙ ГИПОТЕЗЕ ЗАРЯЖЕННОСТИ ОБЛАКОВ

Существует ряд гипотез о заряженности облаков. Подробные сведения об этих гипотезах и об их недостатках можно получить из работ [2, 3].

В существующих в настоящее время гипотезах заряженность облаков рассматривается как чисто физическое явление. Однако, на наш взгляд, заряженность облаков является следствием физико-химических процессов, происходящих в облаках.

Известно, что некоторые кислотные окислы (CO_2 , SO_2 , NO_2 и др.) в обычных условиях находятся в газообразном состоянии, вследствие чего атмосфера богата ими. Соединяясь с молекулами воды, кислотные окислы в облаках образуют соответствующие кислоты (H_2CO_3 , H_2SO_3 , HNO_3 и др.), которые, диссоциируя, образуют катионы водорода (H^+) и анионы кислотных остатков (HSO_3^- , HCO_3^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_3^{2-} и др.). Вода, хотя и слабо, но также диссоциируется на ионы H^+ и OH^- . Катионы водорода, соединяясь с водой, образуют гидроксониевый катион H_3O^+ . Их ионные массы следующие: $\text{H}^+ \rightarrow 1$; $\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 19$; $\text{OH}^- \rightarrow 17$; $\text{HCO}_3^- \rightarrow 61$; $\text{CO}_3^{2-} \rightarrow 60$; $\text{HSO}_3^- \rightarrow 81$; $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow 80$; $\text{NO}_3^- \rightarrow 62$.

Известно также [1], что если на вращающийся диск поместить пробирку, наполненную раствором йодистого калия, то вследствие разницы масс ионов K^+ и I^- под действием центробежной силы концентрация ионов на концах пробирки будет различна и гальванометр зафиксирует разность потенциалов между концами пробирки. Как видно, под действием внешних сил ионы, имеющие различную массу и заряд, могут быть отделены друг от друга. По той же аналогии можно сказать, что положительные и отрицательные ионы в облаках могут быть частично разделены под действием силы притяжения Земли. В верхних слоях облаков образуется избыток положительных ионов, так как ионная масса их меньше (1; 19) массы отрицательных ионов, а в нижних слоях облаков наблюдается избыток отрицательных зарядов, так как ионная масса их больше (60, 61, 62, 80, 81 и т. д.), чем масса положительных зарядов. По нашему мнению, этим можно объяснить тот факт, что верхние слои облаков заряжены положительно, а нижние отрицательно.

Неравномерному распределению положительных и отрицательных зарядов в облаках на разных высотах может способствовать и то явление, что при электролитической диссоциации воды и кислот всегда образуются положительные однозаряженные катионы (H^+ , H_3O^+), а отрицательно заряженные анионы имеют как один (HCO_3^- , HSO_3^- , NO_3^- , OH^-), так и два отрицательных заряда (CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , SO_4^{2-}). Из-

вестно, что чем больше заряд, тем больше степень гидратации. Следовательно, гидраты, образованные из отрицательных зарядов, могут иметь большую массу, чем гидраты, образованные из положительных зарядов. Это, в свою очередь, способствует тому, чтобы отрицательно заряженные гидраты находились в сравнительно низких слоях облаков.

Опытным путем доказано [5], что в грозовых облаках средний заряд капель обычно превышает 350 е, в отдельных случаях достигая 2100 е, при среднем радиусе капель 5—7,1 м.

Возникает вопрос: достаточна ли концентрация ионов, получаемых в результате электролитической диссоциации вышеупомянутых кислот, чтобы каждая капля приобрела столько же избыточного заряда, сколько установлено экспериментом?

Для этого определим концентрацию ионов, образующихся в капле радиусом 5 мк на высоте 4 км при электролитической диссоциации угольной кислоты. Содержание углекислого газа в воздухе по объему равно 0,03%.

С помощью гипсометрического уравнения рассчитаем содержание углекислого газа на высоте 4 км:

$$\frac{C}{C_0} = e^{-\frac{Mgh}{RT}}, \quad (1)$$

где C —содержание на высоте h ;

C_0 —содержание на уровне моря;

M —молекулярная масса газа;

R —универсальная газовая постоянная;

g —ускорение силы тяжести Земли;

T —температура на высоте h по шкале Кельвина.

Если подставить соответствующие значения в уравнение (1), то содержание углекислого газа будет 0,014%.

Если на уровне моря температура будет 25—30°, то на высоте 4 км приблизительно будет равна 0—5°C.

При 0°C и 1 атм в 1 л воды растворяется 1,71 л углекислого газа [4], а на высоте 4 км парциальное давление CO_2 будет равно 0,00014 атм.

На указанной высоте и температуре в 1 л воды растворится $0,00014 \cdot 1,71 = 0,00024$ л углекислого газа.

Для последующих расчетов объем растворенного углекислого газа приводим к нормальным условиям.

Чтобы объем углекислого газа привести к нормальным условиям, воспользуемся следующим уравнением:

$$V_0 = \frac{PV T_0}{P_0 T}, \quad (2)$$

где V_0 —объем газа при нормальных условиях;

V —объем газа при данных условиях;

P_0 — атмосферное давление на уровне моря;

P — атмосферное давление на высоте 4 км;

T_0 — 0°C ;

T — температура на высоте 4 км по шкале Кельвина.

Если подставить соответствующие значения в уравнение (2) и произвести расчет, то получим, что V_0 равно $1,46 \cdot 10^{-4}$ л.

Концентрация углекислого газа в молях на 1 л воды составит $6,51 \cdot 10^{-6}$ моль/л.

Пользуясь числом Авогадро ($6,02 \cdot 10^{23}$), рассчитаем число молекул углекислоты в 1 л воды, что составит: $n = 6,51 \cdot 10^{-6} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,9 \cdot 10^{18}$. Учитывая, что углекислый газ находится в воде в виде углекислоты (H_2CO_3), исходя из константы диссоциации I степени [5] $K_1 = 2,64 \cdot 10^{-7}$,

в 0°C и концентрации, рассчитаем степень диссоциации $\alpha = \frac{\sqrt{K_1}}{C} = 0,2$.

Исходя из степени диссоциации углекислоты, число ионов в 1 л воды составит: $3,9 \cdot 10^{18} \cdot 0,2 = 7,8 \cdot 10^{17} (\pm) e$. Тогда число зарядов в $1 \mu^3$ составит $780 (\pm) e$.

Таким образом, количество зарядов, образовавшихся при I степени диссоциации угольной кислоты, в капле воды радиусом 5μ превышает $400.000 \pm e$; количество же зарядов (H^+ и OH^-), образовавшихся при диссоциации воды, составляет около $11000 \pm e$, а при диссоциации II степени угольной кислоты количество ионов CO_3^{--} составляет около 1700.

Количество разноименных зарядов в капле на самом деле намного больше, если учитывать диссоциации и других кислот.

Исходя из теоретических расчетов, можно сказать, что количество разноименных зарядов, образовавшихся при диссоциации кислот, вполне достаточно, чтобы каждая капля приобрела избыточный заряд, равный заряду, полученному опытным путем.

Есть определенные опытные данные, подтверждающие выдвинутую нами гипотезу [2]. При воздействии на мощные кучевые облака несколькими килограммами углекислого газа увеличивается его электрическое поле, причем автор эксперимента считает это неэлектрическим методом воздействия на заряженность облаков.

По нашему мнению, в этом случае происходят вышеупомянутые физико-химические процессы, в результате которых и увеличивается электрическое поле облаков.

В пользу выдвинутой нами гипотезы говорят и те явления, которые наблюдались при изучении заряженности облаков, а именно:

1. Заряженность облаков над большими городами выражена сильнее, чем над сельской местностью. По выдвинутой нами гипотезе, это объясняется тем, что воздух в больших городах богат различными газами, в том числе и кислотными окислами, и поэтому увеличивается заряженность облаков.

2. Отрицательно заряженные капельки намного крупнее, чем положительно заряженные. Это явление вытекает непосредственно из выдвинутой нами теории.

3. В южных широтах и заряд, и электрическое поле в облаках сильнее, чем в облаках умеренных широт. По нашему мнению, это объясняется тем, что степень диссоциации электролита тем больше, чем выше температура. Следовательно, и концентрация ионов будет больше.

Ереванский политехнический институт

Поступила 24.I.1977.

Պ. Պ. ՄԽԻՏԱՐՅԱՆ

ԱՄՊԵՐԻ ԼԻՑՔԱՎՈՐՄԱՆ ՄԵԿ ՀԻՊՈԹԵԶԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոգիվածում դիտվում են ամպերի լիցքավորման պատճառների հարցերը: Ամպերի լիցքավորումը դիտվում է որպես ամպերում տեղի ունեցող ֆիզիկա-քիմիական պրոցեսների հետևանք: Օդում գտնվող մի շարք թթվային օքսիդներ (CO_2 , SO_2 , NO_2 և այլն) ամպերում միանալով ջրի հետ առաջացնում են համապատասխան թթուներ՝ H_2CO_3 , H_2SO_3 , HNO_3 և այլն: Վերջիններս ենթարկվելով էլեկտրոլիտիկ դիսոցման առաջացնում են ջրածնի կատիոններ՝ H^+ և թթվային մնացորդի անիոններ՝ HCO_3^- , CO_3^{--} , HSO_3^- , SO_3^{--} , NO_3^- և այլն:

Քանի որ կատիոններն անիոնների համեմատ ունեն ավելի փոքր մասսա, ապա Նրկրի ձգողական ուժի ազդեցության տակ նրանք մասնակիորեն բաժանվում են, որի հետևանքով ամպերի վերին շերտերում ստեղծվում է դրական իոնների, իսկ ներքևի շերտերում՝ բացասական իոնների ավելցուկ: Դրական և բացասական իոնները մտնելով ամպերում ջրի կաթիլների մեջ, հանդիսանում են նրանց լիցքավորման հիմնական պատճառը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Глинка Н. Л. Общая химия. 1956.
2. Имянитов И. М., Чубарина Е. В., Шварц Я. М. Электричество облаков. 1971.
3. Мейсон Б. Дж. Физика облаков. 1961.
4. Справочник химика, том III, 1964.
5. Шишкин Н. С. Облака, осадки и грозовое электричество. 1964.