

## Двуокись азота.

Дата 23 августа 1965 г. на календаре исследователей шаровых молний должна быть отмечена красным цветом: кандидату химических наук М.Т. Дмитриеву удалось взять 4 пробы воздуха в непосредственной близости от шаровой молнии.

Для определения газового состава взятых проб использовался масс-спектрометр.

При анализе проб из четырех баллонов было установлено, что по составу взятый газ практически не отличается от обычного воздуха. Единственное различие с обычным воздухом было установлено для озона и окислов азота. Максимальная измеренная концентрация озона превышала обычное значение в 52, а двуокиси азота в 110 раз.

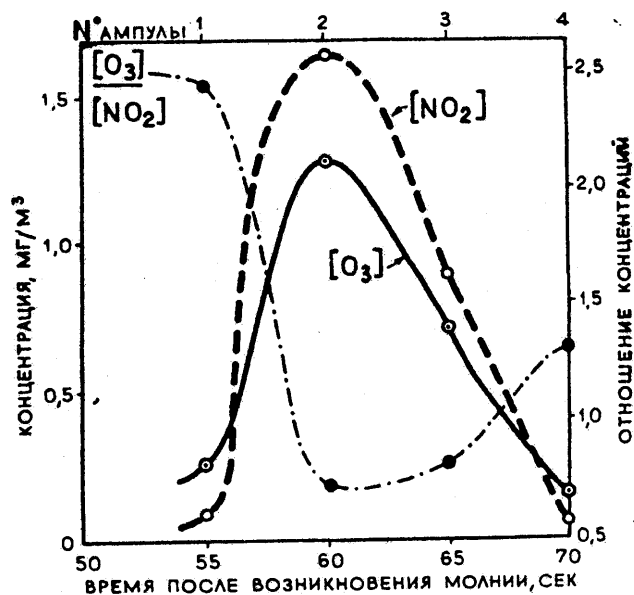


Рис. 3. Концентрация двуокиси азота и озона в следе природной шаровой молнии.

Наблюдателем природной шаровой молнии М.Т. Дмитриев стал случайно, но это событие послужило причиной возникновения его интереса к исследованию шаровых молний.

Им было опубликовано много статей в научной печати, идеи которых вращались вокруг экспериментальных данных 1965 г. Он понимал, что разгадка природы шаровой молнии как-то связана с появлением в ее следе двуокиси азота, но возможность окисления азота с выделением энергии химической наукой того времени отрицалась.

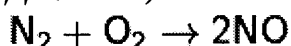
Только потом стали говорить о химически активной неравновесной плазме и о колебательном возбуждении молекул.

В 1984 г. вышла книга В.Д. Русанова и А.А. Фридмана «Физика химически активной плазмы», в которой сделана попытка осмыслить и систематизировать новые идеи и экспериментальные данные. Современная химическая наука, дополненная плазмохимией, уже не отрицает возможность выделения энергии при окислении азота.

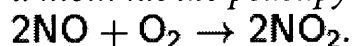
Зайдя на сайт

<https://ru.wikipedia.org/wiki>, Вы можете прочитать:

*Оксид азота(II) — единственный из оксидов азота, который можно получить непосредственно из свободных элементов соединением азота с кислородом при высоких температурах (1200—1300 °С) или в электрическом разряде. В природе он образуется в атмосфере при грозовых разрядах (тепловой эффект реакции –180,9 кДж/моль):*



*и тотчас же реагирует с кислородом:*



Этот фрагмент сайта мы дополним еще одной его строчкой:

*Энтальпия образования оксида азота (II) при нормальных условиях 81 кДж/моль.*

Эта строчка говорит о том, что обычная химическая реакция окисления азота требует подвода энергии, в то время как окисление в электрическом разряде выделяет энергию.

Появление двуокси азота в электрическом разряде проходит две стадии: сначала возникает моноокись азота, и только потом двуокись.

Относительно времени перехода моноокиси в двуокись мы провели несколько экспериментов, результаты которых изложены ниже.

Вид установки для исследования реакции перехода моноокиси азота в двуокись азота показан на рис. 4. Она представляет собой герметичный стеклянный ящик (аквариум) с размерами 20 X 32 X 40 см. Внутри него помещен вращающийся разрядник с частотой разряда 900 Гц. Напряжение на разрядный промежуток подавалось от трансформатора с напряжением вторичной обмотки 10 кВ.

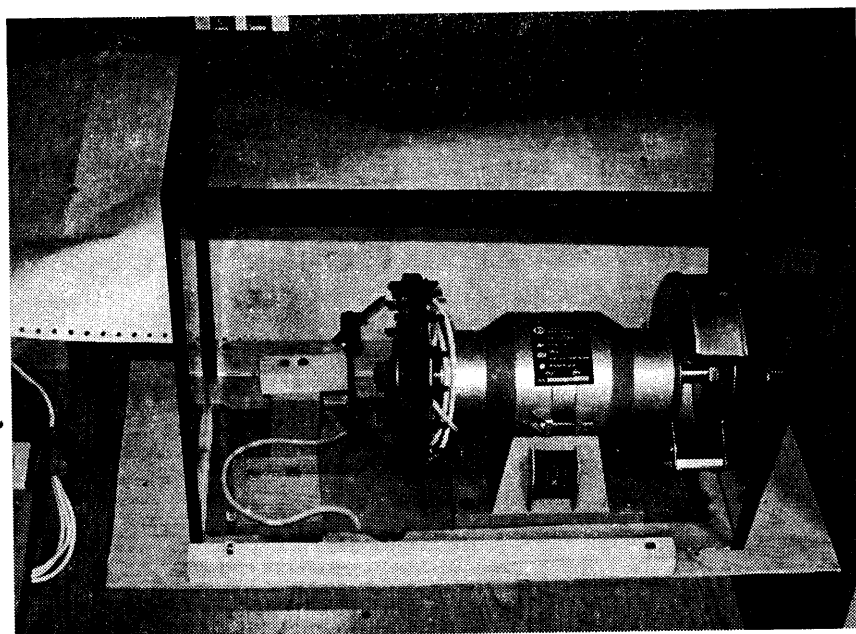
Перед экспериментами герметичный контейнер проветривался для выравнивания внутреннего газового состава с окружающим воздухом.

Каждый эксперимент начинался с включения разрядника на время 20 с. Далее регистрировалось

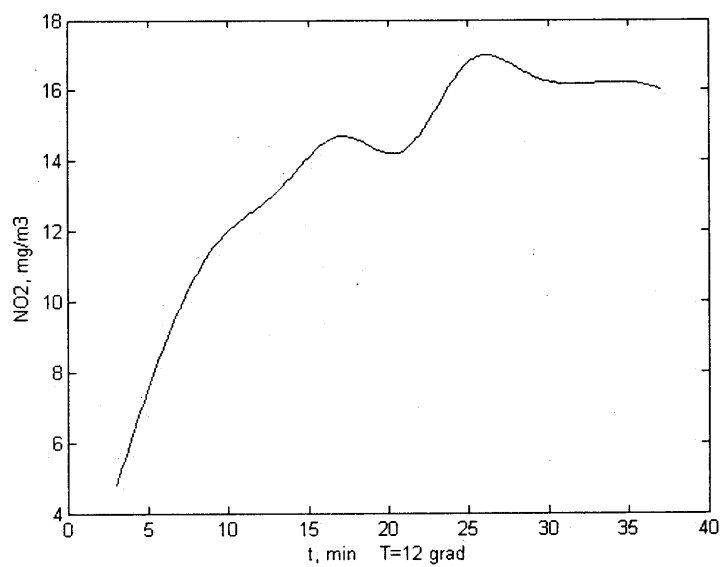
содержание двуокиси азота в контейнере прибором МГЛ-19 со средним темпом 1 измерение в 3 мин.

Забор газа осуществлялся через полиэтиленовую трубку диаметром 5 мм на высоте 5 см, пропущенную через отверстие в фанерном дне установки.

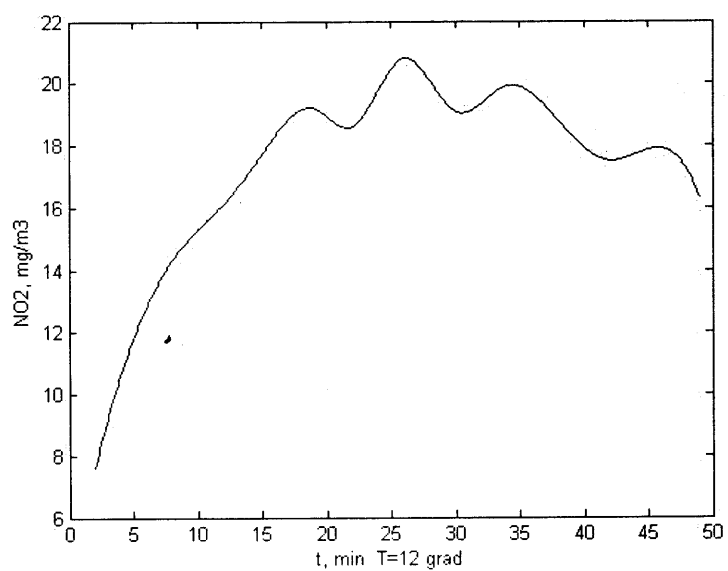
Забор производился резиновой грушей объемом 100 куб. см.



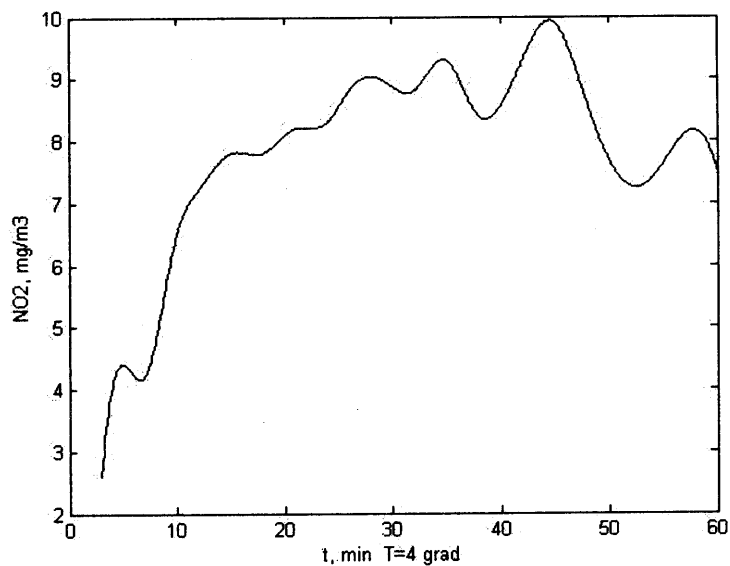
*Рис. 4*



*Puc. 5.*



*Puc. 6.*



*Рис. 7.*

На рис. 5-7 показано изменение концентрации двуокиси азота от времени. Измерения проводились в неотапливаемом помещении при относительно низких температурах в 12 и 4 град. Видно, что при этих температурах процесс доокисления азота достаточно медленный.

## Радиоизлучение грозы.

В 1968 г. в Журнале технической физики (том 38, выпуск 11) появилась статья «Радиоизлучение молний». В предисловии к этой статье, которое названо «Шаровая молния и радиоизлучение линейных молний», П.Л. Капица писал:

*Шаровая молния – одно из тех немногих явлений природы, которое до сих пор не имеет окончательного решения. Основная трудность в понимании этого явления лежит в источнике энергии, которая необходима для продолжительного яркого свечения «шара».*

В 1955 г. мною была выдвинуто предположение, что этим источником энергии являются микроволны, которые могут генерироваться в грозовых тучах и подводиться к месту, где возникает шаровая молния. Далее можно предположить, что мощность может подводиться к шаровой молнии двумя путями: либо направленным излучением из тучи, либо распространением от тучи к земле по сильно ионизированному шнуровому цилиндру, возникающему после разряда молнии. При этом естественно предположить, что размер шаровой молнии (примерно 20 – 40 см в диаметре) близок к длине волны питающего напряжения.

Выдвинутая гипотеза часто обсуждалась как в литературе, так и на научных совещаниях. Хотя, по-видимому, она является пока единственной гипотезой, решающей вопрос об энергетическом питании шаровой молнии, ее справедливость, разумеется, можно окончательно установить только прямыми наблюдениями над микроволнами во время грозы. За 13 лет, прошедших со времени опубликования моей работы, было сделано несколько попыток обнаружить во время

*грозы микроволны; эти волны были обнаружены, но они оказались очень слабыми. Эти наблюдения нужно признать недостаточными для каких-либо определенных выводов.*

Прежде всего уточним, что здесь имеется ввиду, когда говорится о радиоизлучении, или микроволнах.

Молния – это большой искровой разряд, поэтому от него естественно ожидать сверхширокополосного излучения во всех диапазонах, вплоть до оптического. Искровой разряд носит случайный характер, спектр его непрерывный и плавный.

Но здесь, когда упоминаются микроволны, речь идет о квазимонохроматическом сигнале, у которого явно выражена частота. Линейчатый спектр, когда выражен ряд частот, появляется у последовательности одинаковых импульсов.

В упомянутой выше статье приведена следующая осциллограмма радиоизлучения грозы:



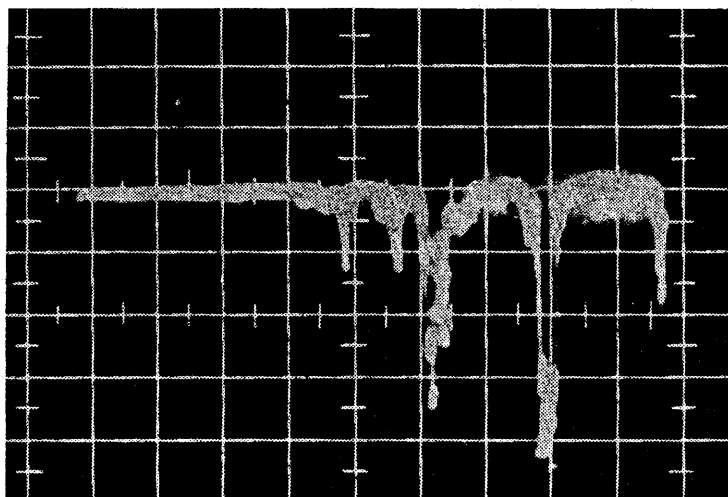


Рис. 1. Осциллограмма импульса радиоизлучения молнии на частоте 100 МГц.

Развертка справа налево со скоростью 500 мксек./дел. Калибровка по вертикали 50 мкВ/дел. Расстояние до молнии  $R=2.6$  км.

### Рис. 8.

Полоса приемника составляла 100 кГц, длительность зафиксированных импульсов от 0.2 до 5 мс. Это означает, что колебания в принятом сигнале имели устойчивый период, а их количество достигало 500000. Такой сигнал не может быть произведен искровым разрядом, имеющим случайную природу, а должен иметь механизм генерирования. По нашим представлениям, эти сигналы излучались короткоживущими ( $\sim 5$  мс) шаровыми молниями.

Природные линейные молнии возбуждают большое количество шаровых молний, но они, как правило, короткоживущие. Их можно наблюдать практически на любом снимке грозового разряда. Шаровые молнии

возникают на конце искрового разряда, поскольку там напряженность электрического поля равна пробивной для воздуха – 30 кВ/см, которая близка к оптимальной для возникновения шаровой молнии – 27 кВ/см. На рис. 9 приведена фотография грозового разряда, на котором стрелками показаны короткоживущие шаровые молнии.