

Элементы плазмохимии

Вторая составная часть рассматриваемой гипотезы — реакция окисления азота с выделением энергии — является самой проблематичной.

Здесь мы опираемся, в основном, на данные М.Т. Дмитриева о том, что в следе природной шаровой молнии никаких дополнительных химических соединений или веществ по отношению к воздуху, кроме превышения концентрации двуокиси азота и озона, не обнаружено.

Подтверждают возможность такой реакции недавно проведенные эксперименты с электронными пучками.

Азот под пучком электронов

В нашей стране были произведены работы по связыванию азота в ускорителях электронов высоких энергий.

Пучок электронов с кинетической энергией в 1—2 миллиона электрон-вольт, направленный на азотнокислородную смесь, превращает ее в холодную плазму. Но эта холодная плазма отличается от той, которая создается в плазмотронах. Там ее называют так лишь условно, потому что температура ее составляет несколько тысяч, а то и десятков тысяч градусов. Плазма, образующаяся в ускорителях электронов высоких энергий, — холодная в полном смысле этого слова. Она может образоваться без нагрева, при нормальной температуре. Энергия при этом будет расходоваться на расщепление молекул на атомы и их ионизацию.

Процесс образования окислов азота в такой плазме идет не с поглощением, а с выделением тепла. Однако выход окиси азота в этом процессе пока очень невелик.

Оптимальные условия образования окиси азота в ускорителях еще не найдены.

<http://chemistry.narod.ru/>

Наши собственные эксперименты говорят о том же.

Плазмохимия находится еще в стадии становления и ничего определенного сказать о природе реакции не может, по этой же причине ее и не отрицает.

Но, тем не менее, этот новый раздел химии совершенно определенно указывает, что если такая реакция существует, то это должна быть реакция колебательно возбужденных молекул в неравновесной плазме [8-11, 18].

Экспериментально установлено (рис. 16) и теоретически показано, что максимальная энергия передается на колебательный уровень возбуждения двухатомных молекул, когда собственная энергия электрона равна 1 эВ. Это справедливо как для азота, так и для кислорода.

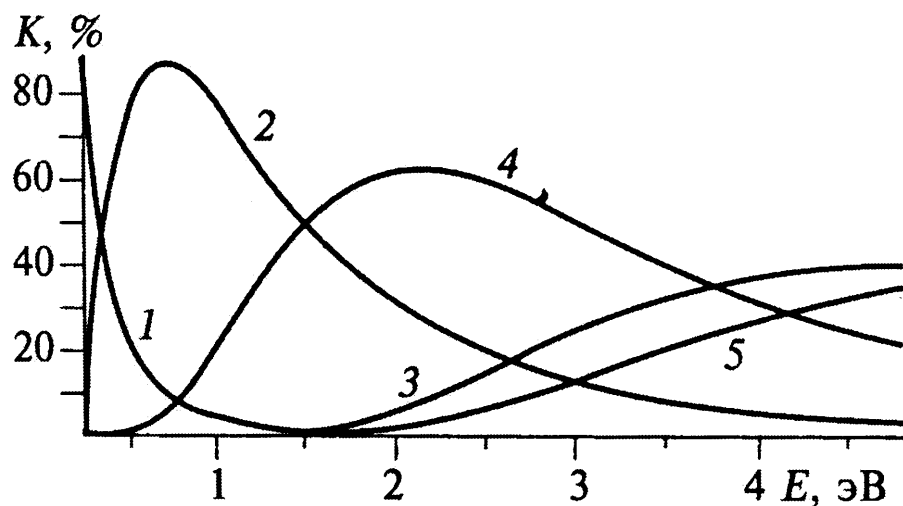


Рис. 16. Распределение энергии электрона при возбуждении молекулы.

1. Упругие потери на поступательное движение.
2. Возбуждение колебательных движений.
3. Возбуждение электронной подсистемы.
4. Диссоциативное прилипание.
5. Ионизация.

Отсюда можно рассчитать оптимальную напряженность электрического поля внутри разрядного промежутка экспериментальной установки, предназначенной для получения искусственных шаровых молний в воздухе. Для этого необходимо, чтобы разность потенциалов на начальном и конечном участке движения электрона составляла 1 В. Участок, на котором движется электрон – это длина свободного пробега λ . Она определяется по формуле

$$\lambda = \frac{1}{QN_0} \quad (19)$$

где N_0 – концентрация молекул.

При нормальных условиях ($P = 1 \text{ atm}$, $T = 273^\circ \text{ K}$) в 1 cm^3 газа содержится $N_0 = 2.683 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ молекул (число Лошмидта).

Сечение соударений при скорости электронов 1 eV для азота $Q = 9.98 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$, для $Q = 7.6 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$ [12]. Отсюда следует длина свободного пробега электрона $\lambda = 3.7 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$.

Напряженность электрического поля в воздухе, которое обеспечивает энергию электрона 1 eV при соударении с нейтральными частицами, равна $E = 27 \text{ KV/cm}$.

Считается установленным факт, что синтез окислов азота в неравновесной плазме зависит от внешнего энерговклада, что демонстрируется рис. 17. Реакция начинается тогда, когда энерговклад больше, чем $E_v \geq 1 \text{ J/cm}^3$.

Установлено, что колебательная температура азотно-кислородной смеси накапливается, если частота повторения коротких возбуждающих импульсов более 500 Гц (рис. 18.).

Эти плазмохимические величины послужили основой для выбора параметров экспериментальной установки ГИН (генератора импульсного напряжения), предназначенной для получения искусственных шаровых молний.

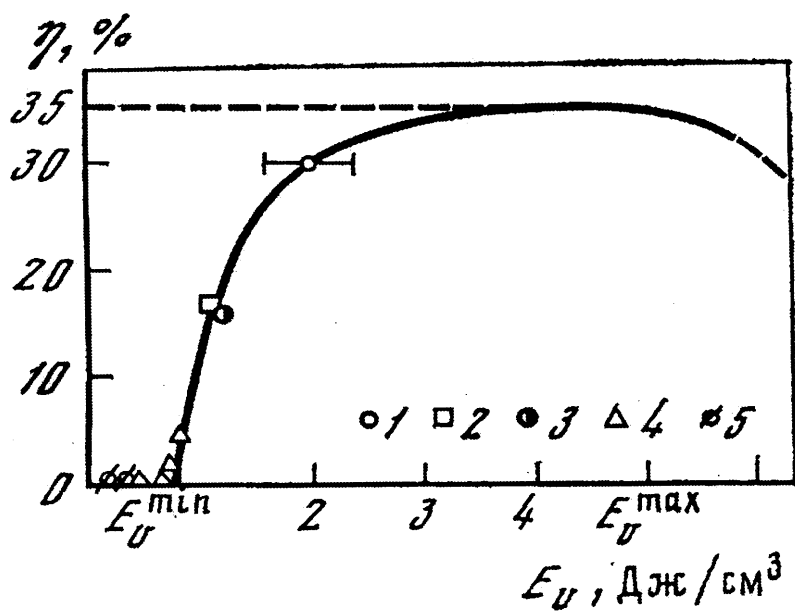


Рис. 17. Зависимость эффективности синтеза двуокиси азота от удельного энерговклада.

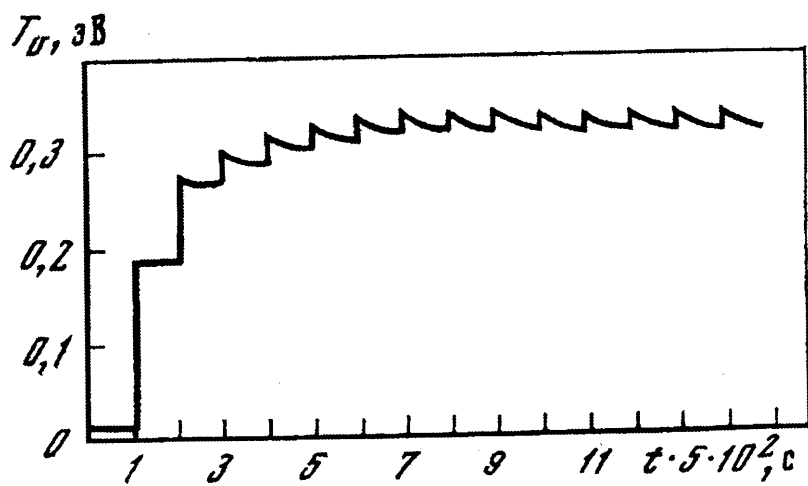


Рис. 18. Зависимость колебательной температуры смеси азот-кислород при импульсном возбуждении.