

О РОЛИ ИОНОВ ПРИ СВЕЧЕНИИ АТМОСФЕРЫ ПРИ ЗЕМЛЕТЯСЕНИИ

Выполнил студент

423 группы:

Готовцев Владислав Олегович

Научный руководитель

д. ф.-м. н., в. н. с. Бычков Владимир Львович

Введение

Ион молекулярные процессы в приземном слое атмосферы часто бывают ответственными за макроскопические проявления атмосферных событий. К таким событиям можно отнести свечение атмосферы при землетрясениях. Известно, что одним из основных индикаторов предвестников землетрясений является радон, который является главным источником α частиц. В связи с проблемой прогноза землетрясений представлена модель объясняющая механизмы приводящие к свечению в эпицентральных областях во время и после сейсмических событий на основе предположения о том, что именно ионизация воздуха α частицами приводит к зарядению пылевых частиц и капель до величины пробойного электрического поля вблизи их поверхности, рекомбинация которых с ионами в воздухе и проявляется в виде свечения.

Модель и её параметры

$$\frac{dQ^+}{dt} = \frac{e}{4} \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_i}} \cdot 4\pi r_d^2 \cdot N_i^+ - e4\pi R^2 \cdot v_i^- N_i^- \quad (1)$$

Дрейфовая скорость : $v_i^- = \mu^- \cdot E^+ = \frac{\mu^- \cdot Q^+}{4\pi \epsilon \epsilon_0 \cdot R^2}$,

Концентрация : $N_i^+ = N_i^- = \sqrt{\frac{q_b}{\alpha_{ii}}}$,

$$\frac{dQ^+}{dt} = \frac{e\mu^- N_i^-}{\epsilon \epsilon_0} \left(\sqrt{\frac{8kT\pi}{m_i}} \cdot r_d^2 \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0}{\mu^-} - Q^+ \right) \quad (2)$$

$$Q^+ = \sqrt{\frac{8kT\pi}{m_i}} r_d^2 \frac{\epsilon \epsilon_0}{\mu^-} (1 - \exp(-\frac{e}{\epsilon \epsilon_0} \mu^- N_i^- t)) \equiv \sqrt{\frac{8kT\pi}{m_i}} r_d^2 \frac{\epsilon \epsilon_0}{\mu^-} (1 - \exp(-\beta)). \quad (3)$$

Светящаяся область представляет собой полусферу радиусом 10-100 м, а продолжительность свечения составляет 10-100 с (Григорьев и др. 1988).

В области выхода радона и α -частиц $q_b \sim 7 \cdot 10^3 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$, при нормальных условиях $q_b \sim 4 \text{ см}^{-3} \text{ с}^{-1}$ (Пулинец С.А. и др. 1998).

Коэффициент ион-ионной рекомбинации кислородных ионов в воздухе $\alpha_{ii} \approx 2 \cdot 10^{-7} \text{ см}^3 / \text{с}$.

Диапазон концентраций ионов в воздухе : $N^- \in (4,5 \cdot 10^3 - 1,9 \cdot 10^5) \text{ см}^{-3}$.

$$\mu^- \approx 2 \cdot 10^4 \text{ м}^2 / (\text{В} \cdot \text{с})$$

$$1,6 < \beta < 69$$

$$Q^+ = \sqrt{\frac{8kT\pi}{m_i}} \cdot r_d^2 \cdot \frac{\varepsilon\varepsilon_0}{\mu^-}, \quad (4)$$

$$m_d = \frac{4\pi}{3} \cdot r_d^3 \cdot \rho$$

$$m_d \frac{dv_d}{dt} = m_d g - 6\pi \cdot \lambda \cdot r_d \cdot v_d,$$

$$v_d = \frac{m_d g}{6\pi \cdot \lambda \cdot r_d} (1 - \exp(-6\pi \cdot \lambda \cdot r_d \cdot t/m_d)) \equiv \frac{m_d g}{6\pi \cdot \lambda \cdot r_d} (1 - \exp(-\delta)). \quad (5)$$

$$v_d = \frac{2gr_d^2\rho}{9\lambda} \quad (6)$$

Коэффициент вязкости при комнатной температуре : $\lambda \approx 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$

$$v_d \approx 1 \text{ м/с}$$

$$r_d = 5,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Сферические частицы

Электрическое поле у поверхности частицы : $E = Q^+ / (4\pi\epsilon\epsilon_0 \cdot r_d^2) = \sqrt{\frac{8kT\pi}{m_i}} \cdot \frac{1}{4\pi\mu^-} \approx 4,2 \cdot 10^5 \text{ В/м}$

Пробойное значение напряженности в воздухе : $E = 3 \cdot 10^6 \text{ В/м}$

Несферические частицы

$$E = \frac{Q^+}{2\pi l_d^2 \cdot \epsilon\epsilon_0} = 4,2 \cdot 10^6 \text{ В/м}$$

Выводы

Рассмотрены процессы ионизации и рекомбинации с участием частиц пыли и ионов, заряженных быстрыми частицами в сейсмических условиях. Показано, что последовательность ионизационных и рекомбинационных процессов может приводить к зарядению частиц пыли.

Можно сделать вывод о том, что в период сейсмической активности с появлением светящихся предвестников в воздухе, их появление определяется в первую очередь ионизацией молекул по действием быстрых α -частиц, появляющихся при эманации радона из области сейсмической активности и разломов Земной коры.

Спасибо за внимание!