

02; 05.1

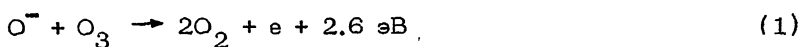
© 1992

ОЗОНОЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ПРЕДВЕСТНИК
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В.В. Л а с у к о в

Сравнительно давно в лабораторных условиях обнаружено явление электризации вновь образующихся поверхностей при деформировании и разрушении кристаллов, в том числе и геоматериалов [1-4]. Электризация материала происходит за счет разрыва ионных связей при движении трещин в материале, за счет движения заряженных дислокаций, адгезии или электролитических явлений. При этом плотность разделенных зарядов в зависимости от типа материала лежит в широких пределах 10^{-10} - 10^{-2} Кл/м², так что при поверхностной плотности зарядов порядка $\sim 10^{-5}$ Кл/м² возможен электрический пробой газового промежутка между бортами поверхностных трещин, который может сопровождаться генерацией озона (O_3) и атомарного кислорода (O^-) [5].

Процесс же разрушения отрицательных ионов кислорода (O^-)



приведет к увеличению равновесной плотности свободных электронов. Из уравнений баланса для плотности электронов N_e и отрицательных ионов N_- [6]

$$\begin{aligned} dN_e/dt &= (\nu_1 - \nu_2)N_e - k_4 N_e N_+ + (\nu_8 + \nu_9)N_- , \\ dN_-/dt &= \nu_2 N_e - k_3 N_- N_+ - (\nu_8 + \nu_9)N_- \end{aligned} \quad (2)$$

(при типичных условиях $N_e \ll N_-$, $N_+ = N_-$) следует, что квазипостоянные решения уравнений (2) имеют вид:

$$N_- = \frac{(\nu_8 - \nu_9)\nu_1}{(\nu_2 - \nu_1)k_3}, \quad N_e = \frac{(\nu_8 - \nu_9)^2 \nu_1}{(\nu_2 - \nu_1)^2 k_3} \quad (3)$$

Здесь $\nu_n = k_n [X]$ - частота соответствующих процессов, $[X]$ - объемная плотность атомных частиц сорта X ; $k_3 = 2 \cdot 10^{-6}$ см³/с;

$\nu_8 = k_8 [O_3]$, $k_8 = (3 \pm 1) \cdot 10^{-10}$ см³/с; $\nu_9 = k_9 [O_2]$, $\epsilon_0 = 0.42$ эВ;

$k_4 = \sqrt{\frac{8T_i}{\pi \mu}} \epsilon_0 \frac{d\sigma}{dE} \exp(-\epsilon_0/T_i)$; $T_i = T_2 + \frac{Mw^2}{2}$, $\frac{d\sigma}{dE} = 2.2 \cdot 10^{-17}$ см²·эВ

T_2 - температура газа; M - суммарная масса O^- и O_2 , μ -

приведенная масса иона O^- и O_2 ; ω - дрейфовая скорость O^- в воздухе.

Из выражения (3) можно получить, что зависимость отношений N'_- / N_- и N'_{e^-} / N_{e^-} (N - первоначальная, а N' - конечная концентрация) от концентрации озона имеет вид:

$$\frac{N'_-}{N_-} = \frac{\nu'_8 + \nu'_9}{\nu_8 + \nu_9}, \quad \frac{N'_{e^-}}{N_{e^-}} = \frac{(\nu'_8 + \nu'_9)^2}{(\nu_8 + \nu_9)^2}, \quad (4)$$

так что, когда концентрация $[O_3] > 10^{10} \text{ 1/см}^3$, то

$$\frac{N'_-}{N_-} \approx \frac{[O_3]'}{[O_3]}, \quad \frac{N'_{e^-}}{N_{e^-}} \approx \left\{ \frac{[O_3]'}{[O_3]} \right\}^2. \quad (5)$$

В свою очередь увеличение плотности свободных электронов и заряженных ионов приведет к увеличению проводимости приземного слоя воздуха

$$\gamma_B = \{ N_e \mu_e + N_- \mu_- + N_+ \mu_+ \} e, \quad (6)$$

где $\mu_{e,-,+}$ - подвижность электронов, отрицательных и положительных ионов, соответственно.

Увеличение проводимости γ_B изменит условия для распространения электромагнитных волн атмосферного происхождения, так как, согласно [7], в сферическом приземном волноводе радиальная составляющая электрического поля равна по модулю

$$E = \frac{300 \sqrt{\omega \lambda}}{h \sqrt{r}} \sqrt{\frac{\nu_8^2}{\sin^2 \nu_8^2}} \cdot F_1 \cdot F_2, \quad (7)$$

$$F_1 = \frac{0.003 R_0 \sqrt{\lambda}}{h} \left\{ \frac{1}{N_e \cdot 10^{-3}} + \frac{4}{3 \gamma_3 \cdot 10^3} \right\},$$

$$F_2 = \exp \left\{ \left[-\frac{r}{\sqrt{\lambda}} 0.0015 \right] \left[\frac{1}{N_e \cdot 10^{-3}} + \frac{2}{\sqrt{3} \gamma_3 \cdot 10^3} \right] \right\},$$

где ω - мощность излучателя атмосферного происхождения (кВт), λ - длина волны (км), E - выражается в мВ/м, $r = R_0 \nu_8^2$ - горизонтальное расстояние между источником и точкой наблюдения, γ_3 - проводимость приземного слоя, N_e - электронная плотность в ионосфере, h - высота ионосферы (км).

Из (7) видно, что изменение N_e и γ_3 в несколько раз будет приводить к изменениям E того же порядка, так что соответствующие аномалии этого поля могут служить прогностическим признаком процесса подготовки землетрясений.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Д е р я г и н Б.В., К р о т о в а Н.Л., С м и л г а В.Г.
Адгезия твердых тел. М.: Наука, 1973. 273 с.
- [2] У р у с о в с к а я А.А. // УФН. 1968. Т. 86. В. 1.
С. 39-60.
- [3] Ф и н к е л ь В.М. Физические основы торможения разруше-
ния. М.: Металлургия, 1977. 359 с.
- [4] Х а т и а ш в и л и Н.Т. // Изв. АН СССР. Физика Зем-
ли. 1984. В. 9. С. 13-19.
- [5] В о р о б ь е в А.А., С а м о х в а л о в М.А., М а -
л ы ш к о в Ю.П., Т о к т о с о п и е в А.М. // Гео-
химия. 1982. В. 8. С. 13.
- [6] Е л е ц к и й А.В., С м и р н о в Б.М. // ЖТФ. 1991.
Т. 61. В. 10. С. 70.
- [7] А л ь п е р т Я.Л., Г у с е в а Э.Г., В л и г е л ь Д.С.
Распространение волн в волноводе Земля-Ионосфера. М.:
Наука, 1967.

Поступило в Редакцию
11 июня 1992 г.