

THE CONDUCTIVITY OF THE AIR

Vítězslav KAFKA, Master Degree Programme (5)
Dept. of Electrical and Electronic Technology, FEEC, BUT
E-mail: caff@email.cz

Supervised by: Dr. Zdeněk Buřival, Ing. Zdenka Rozsivalová

ABSTRACT

The analysis of the electric state of the air shows that there are presents various sorts of ions. Is known therapeutic effect of negative ions with high mobility and suitable concentration, of caves, which are used for speleotherapy. This article shows the possibility of the measurement of the concentration and spectral analysis of various types of ions.

1 ÚVOD

Atmosférický vzduch obsahuje mimo normálních molekul plynů ještě jistý počet monopolárních, tedy kladně nebo záporně nabitých částic – iontů. Tyto částice se volně vznášejí v atmosféře a způsobují, mimo jiné, malou, ale stále ještě měřitelnou elektrickou vodivost vzduchu. Naše pozornost je zaměřena na měření negativních iontů, protože je prokázán jejich kladný vliv na živé organismy. Podle [1] mají negativní ionty dokonce bakteriostatické účinky, čehož lze využít při tvorbě zdravého ovzduší.

2 VZNIK IONTŮ

Iont vzniká uvolněním elektronu z valenční vrstvy atomu některého z plynů obsažených v ovzduší. Přičemž uvolněný elektron nese záporný náboj a zbytek atomu je pozitivní. Tento proces nazýváme ionizací a dochází k němu:

- změnou mechanické energie,
- změnou energie elektromagnetického pole,
- změnou magnetického nebo elektrického pole,
- radiací radonu.

Ukázkou mechanicky ionizovaného vzduchu je vzduch na mořském pobřeží a v blízkosti vodopádů. Zde nárazem na kameny dochází k tříštění vodních kapek a tření vodních partikulí mezi sebou. Podobný efekt s sebou přináší i prudký déšť a husté sněžení nebo písečná bouře, při které se kapky, vločky nebo zrnka písku za přispění větru mezi sebou

značně třou a tím vytvářejí elektrické pole.

Ionizací vzniká nestabilní pár elektron – kation. Kation je takový atom, kterému chybí jeden nebo více elektronů ve valenční sféře. Spojí-li se kation s potřebným počtem elektronů dojde k rekombinaci. Rekombinace tedy znamená elektricky neutrální stav, o který se pokoušejí všechny částice, protože je energeticky nejméně náročný. Je jedno jestli elektrony jsou volné nebo patří anionu. Nastane-li případ, kdy do valenční vrstvy neutrálního atomu vnikne elektron, pak vzniká záporně nabitý iont – anion. Jeho životnost je velmi malá, řádově sekundy, protože, jak již bylo řečeno, platí zákon minimální energie, tedy rovnováhy. Příčinou zániku anionu bude jeho rekombinace v elektrickém poli s dalšími atomy a molekulami.

3 Vlivy na koncentraci iontů

Na konečnou velikost rovnovážné koncentrace lehkých iontů v atmosféře má vliv řada lokálních i globálních faktorů. Předně jsou to vlivy meteorologické jako např. tlak, teplota, vlhkost, proudění vzduchu, denní a noční cyklus, roční období atd. Z civilizačních vlivů je nejdůležitější obecná čistota vzduchu, tj. přítomnost všech druhů znečištění (zejména chemických imisí), radioaktivních látek, různých kondenzačních jader, aerosolů a prachu.

Vliv atmosférického tlaku na koncentraci atmosférických iontů je nepřímo způsoben některými efekty jako například ovlivnění rychlosti emanace radonu nebo změny proudění či relativní vlhkosti vzduchu. Pokles tlaku je často provázen srážkami, při jejichž spadu jsou k zemi strhávány částice prachu a jiné nečistoty, čímž se vzduch očišťuje od kondenzačních jader, zároveň mohou srážky snižovat propustnost zemského podloží pro radionuklid radon, který je vydatným zdrojem ionizace ovzduší.

Většina autorů uvádí, že se koncentrace iontů v ovzduší zvyšuje se stoupající teplotou. Podle [2] je relativní vlhkost vzduchu hlavním činitelem, regulujícím koncentraci atmosférických iontů v ovzduší. Při vysoké vlhkosti vzduchu nebo při intenzivním skapání vody z krasových útvarů koncentrace atmosférických iontů stoupá, zaprvé vlivem Lenardova efektu (prudké rozstříkávání vody) a za druhé tím, že je v ovzduší vymyta většina nečistot, které předtím valnou část iontů odčerpávaly.

4 Vodivost atmosférického prostředí a pohyblivost iontů

Vodivost atmosférického prostředí je podmíněna počtem a pohyblivostí nosičů náboje, tj. iontů obsažených ve vzduchu. Působí-li v ionizovaném vzduchu mezi dvěma elektrodami malé napětí, teče tímto prostorem malý proud tak, že ionty, které jsou v plynu, se pohybují směrem daným jejich polaritou k elektrodám, kde odevzdají svůj náboj. Hustota proudu i velikost proudu na jednotkový průřez je definována, když za jednotku doby plochou s průřezem o velikosti 1 cm^2 , která je kolmá ke směru proudu, protéká určité množství elektřiny. Toto množství elektřiny se skládá ze dvou vzájemně si odpovídajících množin iontů obou polarit a má následující hodnotu:

$$i = e \cdot (k_+ n_+ + k_- n_-) \cdot E, \quad (1)$$

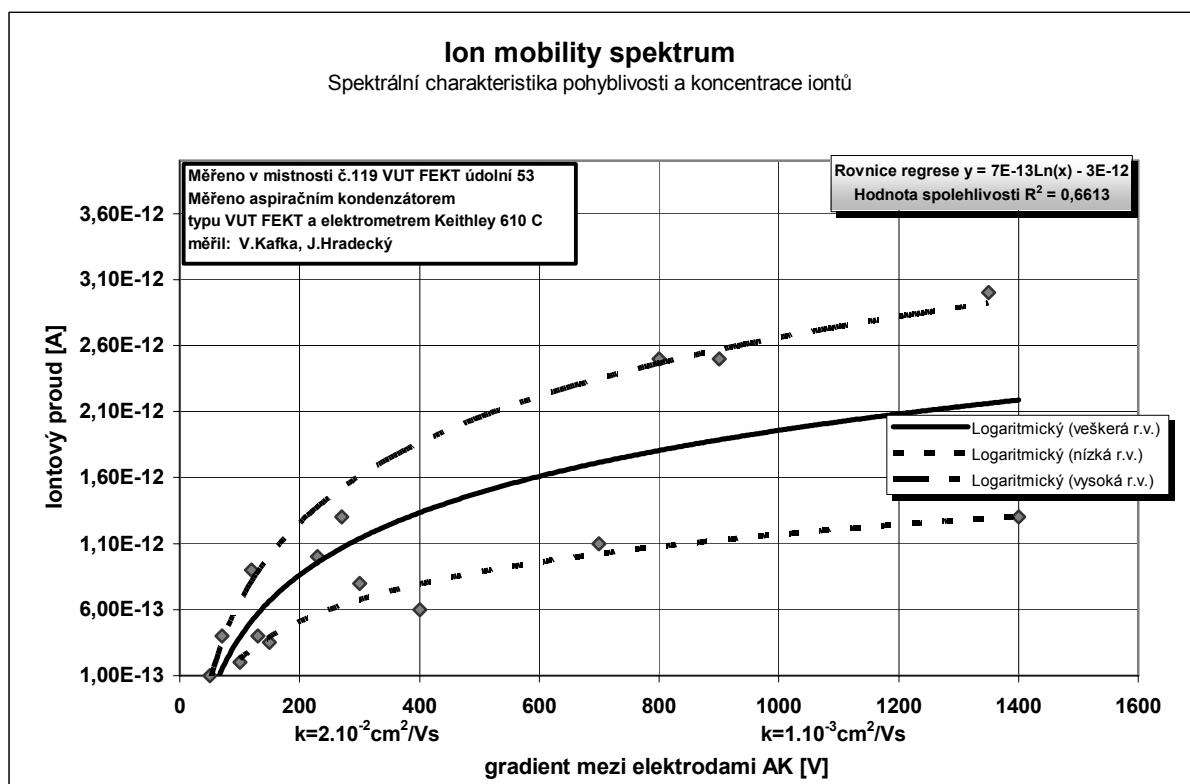
kde e je elementární náboj iontů, E je intenzita elektrického pole, k_+ a k_- jsou pohyblivosti kladných a záporných iontů, n_+ a n_- jsou počty pozitivních a negativních iontů na cm^3

Označíme-li:

$$\Lambda = e \cdot (k_+ n_+ + k_- n_-), \quad (2)$$

pak se jedná o vztah pro vodivost vzduchu ozn. Λ nebo také pro úplnou vodivost.

Pohyblivost iontů ozn. k lze definovat jako součinitel úměrnosti mezi silou, která působí na ionty, tzn. intenzitou elektrického pole E a rychlostí v , na které se podílí termický Brownův molekulární pohyb a kterou ionty působením těchto sil získají. Její rozměr je $\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$. Tato rychlost závisí na charakteristických vlastnostech iontů, tj. jejich velikosti, hmotnosti m , velikosti náboje e , dále pak ještě na fyzikálních a chemických vlastnostech plynu, ve kterém se ionty nacházejí. Problematika pohyblivosti i vodivosti je detailně rozebrána v [2] na str.106-184. Charakteristika zachycena na obrázku 1 vyjadřuje závislost koncentrace iontů (iontového proudu) na intenzitě elektrického pole (gradientu mezi elektrodami). Je z ní též patrný vliv vlhkosti na koncentraci iontů.



Obr. 1: Spektrální charakteristika při různých relativních vlhkostech

LITERATURA

- [1] Lajčiková, A.: Pracovní lékařství, 45, 1993, No. 4, p. 154-157
- [2] Israël, H.: Atmosphärische Elektrizität. Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig 1957
- [3] Buřival, Z.: The Physical Basis of Ionic Field, 10th EDS 2003, p. 407