



## Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v. v. i.

### Spektroskopické studie hasiv

#### Problém

Plamen, elektrický výboj nebo zemská atmosféra jsou příklady velice komplikovaných systémů, které není možno popsat jednoduchým způsobem. Pro pochopení a popis fyzikálně-chemických procesů je potřeba celá řada prostředků. K nim patří detekce reaktivních chemických meziproduktů zahrnujících molekulární radikály a ionty. Řešené úlohy poukazují na metodiku, jak lze pomocí laboratorních studií identifikovat spektroskopické charakteristiky reaktivních molekul, významných z hlediska atmosférických škodlivin.

#### Metoda

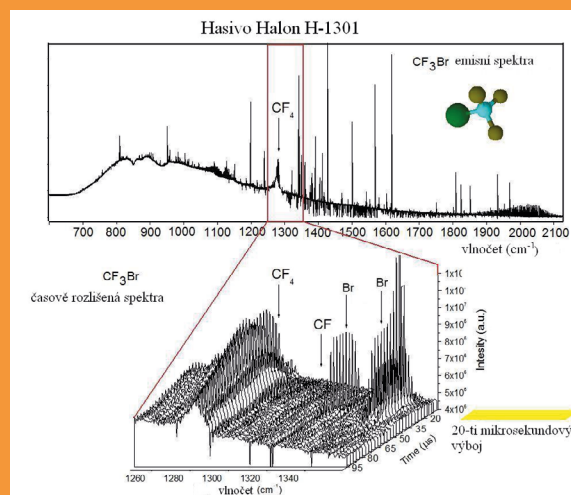
Metodika byla založena na laboratorních experimentech využívajících laser-diodový spektrometr a spektrometr s Fourierovou transformací. Oba spektrometry vykazují vysoké spektrální rozlišení, a tím i vysokou selektivitu. Navíc oba spektrometry umožňovaly provádět časově rozlišená měření s  $\mu\text{s}$  časovým rozlišením (viz Obr. 1). Prováděli se experimentálně simulace exotermního prostředí, přičemž energie byla dodávána v podobě plamene, pyrolýzy nebo elektrického výboje (viz Obr. 2). Měření v emisním režimu jsme prováděli pomocí časově rozlišeného spektrometru s Fourierovou transformací s vysokým spektrálním rozlišením v rozsahu  $600\text{--}6000\text{ cm}^{-1}$ .



Obr. 2 Simulace exotermního prostředí

#### Výsledky

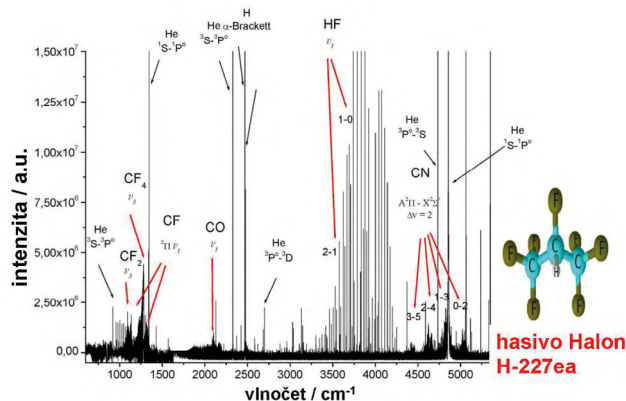
Jednou z řešených úloh bylo studium chemických transformací vedoucích ke vzniku toxických látek, které se uvolňují při požárech a haváriích. Sledovali jsme rozklad klíčových látek (hasiv) a tvorbu sekundárních toxických látek. Byla studována dekompozice hasiv Halon H-1301 a Halon HFC-227ea. Jedná se o halogenové látky  $\text{CF}_3\text{Br}$  a  $\text{CF}_3\text{CHFCF}_3$  a zároveň příklad zakázaného a povoleného hasiva (viz Tab. 1). Byla pozorována fragmentace hasiv až na atomy a menší molekuly – excitované molekulové produkty  $\text{CF}$ ,  $\text{CF}_2$  a  $\text{CF}_4$ . Další pozorované produkty zahrnují  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CO}$  a kyanosloučeniny. Tyto toxické látky byly vytvářeny sekundárními reakcemi se zbytkovými koncentracemi vodní páry, atmosférického kyslíku a dusíku, které byly nečistotami původních průmyslových vzorků hasiv. Měření tedy vykazují tvorbu vysoce toxických nebo reaktivních stabilních produktů jako  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CO}$  a  $\text{HCN}$  (viz Obr. 3).



Obr. 1. Časově rozlišená spektra hasiva Halon H-1301

Druh látky	Skladba molekuly	Zákaz použití od
Tvrdé halony	$\text{C}(\text{F a Cl}) + \text{Br}$	1. 1. 1994
Měkké halony	$\text{C, H}(\text{F a Cl}) + \text{Br}$	1. 1. 1996
Tvrdé freony	$\text{C} + \text{F} + \text{Cl}$	1. 1. 1996
Měkké freony	$\text{C} + \text{H} + \text{F} + \text{Cl}$	1. 1. 2030
Fluorderiváty	$\text{C} + \text{F} + \text{možnost H}$ v molekule	neurčitá

Tab. 1. Halony jako chemická hasiva, skladba a zákazy použití



Obr. 3. Spektroskopická studie fragmentace hasiva Halon H-227ea v 8