

Safety News číslo 11



Detekce stop výbušnin - ultrastopová analýza výbušnin.

V této kapitole si stručně řekneme něco o problematice detekce a analýzy velmi nízkých koncentrací výbušnin, k čemu to je dobré, kdo to může využít a jaké metody a přístupy se využívají v praxi. Detekční zařízení pro tento úkol se obecně nazývají ETD detektory (Explosive Trace Detector) a platí pro ně již i mezinárodní normy - například nejnověji americká ASTM E2520, která nastavila také jednoznačná pravidla pro posuzování výkonnosti ETD detektorů.

K čemu potřebujeme ultastopovou analýzu výbušnin?

Ultrastopová analýza výbušnin nám umožňuje identifikovat osoby nebo předměty, které přišly do styku s výbušninou, případně nám umožňuje odhalit skrytou výbušninu na základě detekce stop v okolí jejího úkrytu. Umožňuje ale také například včasné varování pro zasahující HAZMAT nebo policejní jednotky, že se v zájmovém prostoru může vyskytovat výbušnina.

Stručně řečeno, v ideálním případě by tato technika měla být schopna nahradit detekční schopnosti psů při přímé analýze z ovzduší a navíc nám dát informaci alespoň o typu detekované výbušniny. Zároveň by technika měla být schopna analyzovat i stěry z povrchů a být schopna pracovat v nepřetržitém provozu, což u psů není možné. Nahradit plnohodnotně detekční schopnosti psa se zatím zcela nepodařilo, pes je v ideálním případě schopen detekovat jednotlivé molekuly, nicméně detekční schopnosti některých technologií se nyní posunuly až na hranici femtogramů, kdy se již blížíme těmto schopnostem.

Citlivost detekčních zařízení.

Citlivost detekčních zařízení se udává jako schopnost detekovat absolutní množství určité látky (výbušniny). Citlivosti běžně rozšířených zařízení se pohybují v desetinách až jednotkách ng (10^{-9} g), v některých případech až pg (10^{-12} g). Zcela výjimečně se pak dosahuje detekčních limitů v řádu femtogramů, kdy se již blížíme detekčním schopnostem psů. Jeden femtogram je $1 \cdot 10^{-15}$ g. Pro Vaší představu to znamená, že musíme být schopni během několika sekund detekovat jednu kapku zájmové látky v plně napuštěném olympijském plaveckém bazénu nebo jedno stéblo trávy na ploše fotbalového hřiště.

Kdo to potřebuje?

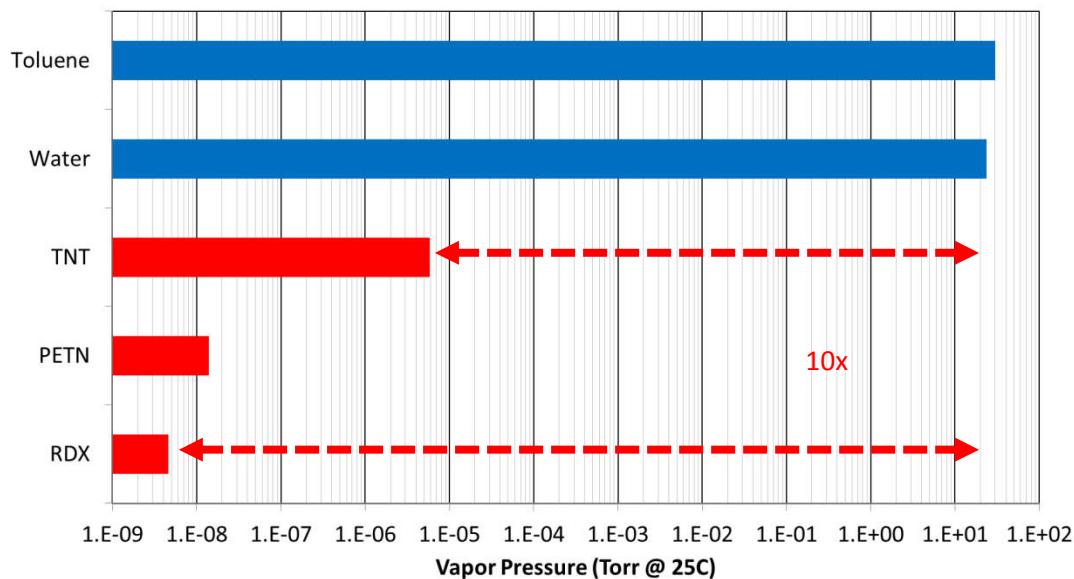
Kontrola osob a předmětů (mobilní telefony, kreditní karty, ...) a zavazadel s cílem zjištění, zda daná osoba nepřišla do styku s výbušninou - ochrana VIP objektů a kritických infrastruktur, ochrana mítinků s vysokou koncentrací osob, ochrana hranic, snižování rizika teroristických akcí, Tato aplikace klade největší nároky na použitou techniku, jsou zde kladeny ty nejvyšší nároky na citlivost zařízení, technologie musí být současně velmi odolná proti případnému zahlcení a musí být schopna se velmi rychle vrátit do provozuschopného stavu. Zde by se detekční schopnosti měly blížit schopnostem psů, technologie by měla být schopna určit co nejnížší koncentrace a identifikovat i osobu, která sice nepronáší výbušninu, ale byla s ní v nějakém styku v posledních dnech nebo týdnech.

Kontrola osob za účelem identifikace skryté výbušniny - toto je podobná aplikace, nicméně požadované detekční schopnosti se pohybují již v jednotkách ng. Toto jsou typicky stacionární detekční systémy používané na letištích, u vchodů do VIP budov atd.

Systémy varování na přítomnost výbušniny v zájmovém prostoru - tato aplikace umožňuje zasahujícím jednotkám u HAZMAT týmů získat včas varování, že v zájmovém prostoru se může nacházet výbušina. Tyto týmy se dostávají do situace, kdy musí řešit improvizované domácí laboratoře, zde se sice nejčastěji jedná o výrobu pervitinu, nicméně se může jednat i o domácí výrobu výbušnin, případně o kombinaci obou případů. Do podobné situace se pak dostávají i policisté, kteří řeší drogovou problematiku. Pokud se v daném prostoru vyskytuje například peroxidová podomácku vyrobená výbušina, je nutné použít zcela jiné postupy při zásahu.

Jak se detekce provádí?

Je nutné si uvědomit, že těkavost (tenze par) výbušnin se liší o několik řádů, dle typu výbušniny, a že obecně těkavost výbušnin je malá. Nejvyšší tenzi par mají kapalné výbušniny, následují pak peroxidové výbušniny. Například TNT, které stále ještě považujeme za látku detekovatelnou z par má 10 000 000x nižší tenzi par než nafta a například RDX (C4) má tenzi ještě tisíckrát nižší.



Graf srovnání tenze par toluenu, vody a vybraných výbušnin.

Z výše uvedeného vyplývá, že přímá detekce z par v ovzduší je použitelná velmi omezeně. ETD detektory jsou proto konstruovány tak, že v případě přímé analýzy z ovzduší je nasávaný vzduch veden přes vyhřívanou zónu. V této zóně dojde k vypaření velmi malých částic výbušniny, případně k vypaření stop výbušnin usazených na povrchu prachových částic. Detektory tak analyzují jak páry, tak i výbušniny přítomné ve vzduchu ve formě částic. Tento postup se zpravidla používá pro kontinuální monitorování prostor, pohybujících se osob, zavazadel atd. Jeho úspěšnost však není u této aplikace příliš vysoká. Přímé měření ovzduší je důležité při kontrole zájmových prostor před vstupem zasahujících pracovníků. Při této analýze jsou kladeny vysoké nároky nejen na extrémní citlivost (nízké koncentrace v ovzduší v důsledku nízké těkavosti), ale i na rychlost analýzy. Ta by neměla překračovat 2 až 3 s, ideální stav je do 1s.

Podstatně účinnější metodou je analýza stěrů. V tomto případě se provádějí stěry z rukou kontrolovaných osob, z povrchu jimi používaných předmětů (mobilní telefony, kreditní karty, zavazadla), případně z povrchu kontrolovaných objektů (auta, zájmové prostory, ...). Pro stěry se používají buď jednorázově použitelné speciální papírky nebo terče, případně opakovaně použitelné stěrové materiály (tkaniny z teflonu, různě potažených skelných vláken atd.). Stěrový terč je po stěru vložen do ETD analyzátoru, ten provede termální desorpci a vzniklé páry vede do detekčního systému, který detekuje přítomnost výbušniny. I zde jsou kladeny nároky na vyšší rychlost analýzy (zejména při aplikacích jako je ochrana kritických infrastruktur, mítinků atd., kde se předpokládá velký počet kontrolovaných objektů v krátkém čase), v ideálním případě by doba analýzy neměla překročit 10 - 15 s.

Používané detekční technologie

Zájemcům o tuto problematiku můžeme na vyžádání poskytnout odbornou prezentaci, která shrnuje principy IMS (spektrometrie iontové mobility), hmotnostní spektrometrie a luminiscenční spektrometrie s uvedením výhod a nevýhod jednotlivých technologií pro detekci výbušnin. V zásadě je možné říci, že v posledních letech se nejvíce využívají výše uvedené technologie, ostatní principy jako je například ovlivnění povrchové rezonance nebo automatické kolorimetrické testy jsou v posledních letech již na ústupu. Je dobré si také říci, že ETD detektory se dnes dělí na dvě kategorie - stacionární/přenosná zařízení a na ruční/mobilní detektory.

Stacionární zařízení jsou zpravidla přenosná, jejich primární určení je ale kontrola osob a zavazadel na zvoleném kontrolním bodu a zpravidla slouží pro kontrolu osob za účelem identifikace skryté výbušniny nebo drogy. Moderní generace těchto zařízení umí detekovat a také identifikovat širší spektrum látek, kromě výbušnin se jedná i o narkotika a prekurzory. U těchto zařízení je kladen velký důraz na vysokou spolehlivost detekce (nízký podíl falešných alarmů, každý falešný alarm například na letišti znamená komplikaci), vysokou rychlost analýzy a také vysokou rychlost čištění a na nízké provozní náklady. Tato zařízení jsou v naprosté většině určena pouze pro analýzu stěrů, detekční schopnosti bývají v jednotkách až desetinách ng. Jako detekční technologie se nejčastěji používá některá z variant IMS, případně u nejnovějších zařízení i MS (hmotnostní spektrometrie), která nabízí větší selektivitu a tím menší podíl falešných alarmů a schopnost detekce širšího spektra látek.

Mobilní zařízení - zde se setkáváme s širokým spektrem různých zařízení, která také využívají různé detekční techniky (od historických kolorimetrických testů, přes různé typy IMS nebo MS až po luminiscenční techniky). U mobilních zařízení záleží na určení/aplikaci. Pokud je ale cílem kontrola osob a ochrana před možnými teroristickými útoky, pak se nabízené možnosti výrazně redukuje. Zde je primárním cílem co nejvyšší citlivost a to i za cenu mírně vyšší úrovně pozitivních alarmů nebo nižší selektivity, zpravidla se nevyžaduje přesné určení výbušniny, stačí pouze skupinové zařazení (vojenská, peroxidová, kapalná, ...). Dále se vyžaduje schopnost rychlé analýzy a velmi rychlého návratu do plně operačního stavu i po zahlcení. Ze zahraničních misí je známo, že když teroristé aplikovali na zem před kontrolovanou zónou TNT, osoby procházející daným kontrolním bodem byli natolik kontaminovány, že vyřadili starší generaci ETD zcela z provozu. neboť zařízení bylo citlivé na zahlcení a k jeho vyčištění bylo potřeba několik hodin (toto je typický problém pro detektory používající technologii IMS v uzavřeném cyklu). To, že aktuální nároky jsou velmi vysoké, ukazuje například to, že aktuální požadavky normy ATSM E2520 zatím splnil pouze jediný mobilní ETD detektor. Ten využívá pokročilé technologie založené na luminiscenční spektrometrii.