

## OCHRANA ADSORPČNÍCH TRUBIČEK PŘED KONTAMINACÍ

### PROTECTION OF ADSORPTION TUBES AGAINST CONTAMINATION

Tomáš ČAPOUN, Jana KRYKORKOVÁ, Dagmar URBANOVÁ  
tomas.capoun@ioolb.izscr.cz

Došlo 10. 3. 2011, upraveno 15. 4. 2011, přijato 21. 4. 2011.

Dostupné na [http://www.population-protection.eu/attachments/038\\_vol3n1\\_capoun\\_krykorkova\\_urbanova.pdf](http://www.population-protection.eu/attachments/038_vol3n1_capoun_krykorkova_urbanova.pdf).

#### Abstract

*For the analysis of dangerous substances of unknown compounds in the air is in the Fire and Rescue Service established a procedure, based on sampling of air samples by means of sucking through Tenax adsorption tube, the release of the captured substances in thermodesorption equipment and their subsequent analysis in a gas chromatograph with mass spectrometer. The procedure is simple, effective and highly sensitive. High sensitivity nevertheless brings significant interference caused by contamination of tubes stored in the reconnaissance vehicles and transported to the sampling points. The result of this study of tube contamination is the method of optimal protection of the Tenax tubes. This method ensures the reduction of Tenax tubes contamination by volatile substances during the storage, transport and handling to an acceptable minimum.*

#### Keywords

*Air sampling, gas chromatograph with mass detector, volatile organic compounds, adsorption tube, thermo desorption device, contamination.*

#### ÚVOD

Pro případy havarijních úniků nebezpečných chemických látek, jejich nálezů či teroristického zneužití jsou chemické laboratoře a vybrané jednotky Hasičského záchranného sboru ČR (HZS ČR) vybaveny mobilními chemickými laboratořemi nebo speciálními výjezdovými vozidly. Tyto prostředky umožňují provádět detekci, identifikaci i stanovení nebezpečných látek přímo v místě mimořádné události. Pokud je třeba verifikovat výsledky terénní analýzy ve stacionární laboratoři nebo když terénní přístroje nepostačují ke splnění požadovaného úkolu, umožňují mobilní prostředky provádět rovněž odběr a přechovávání různých vzorků životního prostředí a jejich převoz do laboratoře.

Odběr vzorku představuje významné protichemické opatření. Jeho cílem je co nejrychleji a nej přesněji dle předepsaných pravidel odebrat vzorek pro účely

jeho prvotní analýzy v místě zásahu a zevrubné analýzy ve stacionární laboratoři. Volba vzorkovacího postupu se odvíjí od charakteru vzorkovaného materiálu, účelu analýzy, metody analýzy, která určuje specifické požadavky na úpravu vzorků dle použité instrumentace, a způsobu uložení a transportu vzorku. Pod pojmem „vzorek“ je myšlen určitý předmět nebo část materiálu, který je odebrán předepsaným nebo smluveným způsobem. Ve výše uvedených případech je vzorek odebírán ke zjištění druhu nebezpečné látky a jejího obsahu (koncentrace) v odebrané matici. Výjezdové skupiny HZS ČR provádějí odběr vzorků na základě vyslání operačním a informačním střediskem (OPIS) příslušného ředitelství HZS kraje podle pokynů velitele zásahu.

Zvláštní místo mezi jednotlivými vzorkovacími postupy zaujímá odběr vzorků vzduchu. Hlavním důvodem je skutečnost, že nebezpečné látky ve formě plynů, par, aerosolů a prachů představují mimořádné riziko inhalační intoxikace pro obyvatelstvo i příslušníky výjezdových skupin.

## POSTUPY VZORKOVÁNÍ VZDUCHU

Rozhodujícím a nejvýznamnějším fyzikálním principem postupů vzorkování vzduchu je nasávání. Jednotlivé způsoby se pak dělí na:

- postupy založené na odběru vzorků včetně matrice (tj. vzduchu);
- postupy kombinující odběr s izolací nebezpečných látek ze vzduchu.

K postupům založeným na odběru vzorků včetně vzduchu patří vzorkování do odběrových vaků, různých evakuovaných lahví, speciálních nádob apod. S izolací nebezpečných látek ze vzduchu jsou pak spojeny vzorkovací postupy využívající prosávání vzduchu přes rozpouštědla, sorbenty, prachové filtry<sup>1,2</sup> aj.

Vzorek s nejvyšší koncentrací nebezpečné látky se odebírá co nejbližší místa úniku či zdroje plynů, z míst zřetelného oblaku zbarveného plynu, prachu nebo aerosolu ve vzduchu. Při událostech, kdy nelze jednoznačně určit místo s nejvyšší koncentrací kontaminantu, se vzduch odebírá ve výšce 20 – 30 cm nad terénem<sup>1,2</sup>.

Jedním ze vzorkovacích postupů, který je oficiálně zaveden u jednotek HZS ČR<sup>1</sup>, je odběr prosáváním přes trubičku Tenax<sup>3,4</sup>. Trubička slouží ke vzorkování plynů a par založeném na adsorpci. Prosávání vzduchu trubičkami se provádí odběrovým plynovým čerpadlem s regulovatelným průtokem 0 - 5 l/min a opatřeným měřidlem průtoku nebo počítadlem prosátého vzduchu. V mobilních chemických laboratořích HZS ČR nebo speciálních výjezdových vozidlech jsou k tomuto účelu k dispozici odběrové čerpadlo PCXR4 nebo chemický průkazník CHP-71.

Při vzorkování adsorpčními trubičkami se oba konce trubičky ulomí nebo se odstraní zátky, trubička se připojí spojovací hadičkou na vstup do čerpadla a spustí se čerpadlo. Rychlost průtoku vzduchu a doba prosávání se obecně řídí pokyny výrobce sorpční trubičky.

Při vzorkování trubičkami Tenax č. 226-35-03 délky 10 cm a průměru 8 mm (polymerní sorbent) představují optimální podmínky průtok 0,5 l/min a doba prosávání 20 minut<sup>1,3</sup>. V případě prosávání chemickými průkazníky CHP-71 nebo CHP-5 se průtok 0,5 l/min nastaví následujícím postupem: do komory průkazníkových trubiček se zleva (při pohledu proti komoře) umístí 2 otevřené průkazníkové trubičky na yperit (se žlutým pruhem) a 2 trubičky neotevřené (uvedené osazení trubičkami zabezpečuje požadovaný průtok vzduchu). Regulátor průtoku vzduchu se nastaví až do krajní nulové polohy. Na vstup průkazníku se hadičkou připojí adsorpční trubička a průkazník se zapne. Pomalu se otáčí regulátorem průtoku vzduchu až do chvíle, kdy je slyšet chod čerpadla.

Další alternativou je prosávání vzduchu trubičkami pomocí nasavače U 66 nebo jiného nasavače podobného typu. V této variantě je třeba nasavačem provést 100 zdvihů.

Po ukončení prosávání je nezbytné trubičku uzavřít zátkou. Dále příslušná literatura<sup>1</sup> uvádí, že při manipulaci s trubičkami je nutné věnovat pozornost maximálnímu omezení kontaminace trubičky. Znamená to nejen brát trubičky do čistých nejlépe bavlněných rukavic, ale i vhodně je chránit obalem. Právě druh obalu je předmětem řešení.

Po odběru vzorku a převozu do stacionární laboratoře následuje analýza metodou plynové chromatografie s hmotnostní detekcí. V termodesorpčním modulu přístroje dochází k desorpci látek zachycených na polymeru Tenax a dále k jejich separaci na chromatografické koloně. Software plynového chromatografu s hmotnostním detektorem porovnává naměřená hmotnostní spektra analyzovaných organických látek ve vzorku. Plocha chromatografického píku dané látky je v určitém rozsahu koncentrací přímo úměrná koncentraci látky v ovzduší. Hlavními výhodami uvedeného postupu jsou jednoduchá manipulace s trubičkami a jejich doprava, kterou lze realizovat i např. poštou, možnost koncentrování analyzované složky a možnost získání analyzované složky v původním stavu, tj. bez chemické přeměny<sup>4</sup>.

Důvodem zvýšené pozornosti, kterou je nutno věnovat ochraně trubičky Tenax před kontaminací, je mimořádně vysoká citlivost celého postupu. Podrobné práce<sup>3-8</sup> na mobilním plynovém chromatografu s hmotnostním detektorem EM 640 ukázaly, že při dodržení výše popsanych podmínek odběru vzorků se mez detekce celého postupu pohybuje od koncentrace 0,01 ppm pro vysoce těkavé látky až po koncentraci 0,0002 ppm pro látky málo těkavé. Je zřejmé, že taková vysoká citlivost zároveň představuje i velmi vysoké nebezpečí kontaminace sorbentu trubičky těkavými organickými látkami ze vzduchu při jejím uložení ve výjezdovém vozidle, přepravě i manipulaci během odběru. Zde postačují i velmi nízké koncentrace látek, které jsou přítomny v reálném prostředí. V podmínkách výjezdových skupin se jedná především o pohonné hmoty, rozpouštědla, výfukové plyny a jakékoliv jiné látky, které se aktuálně vyskytují ve vozidle, garáži, místě zásahu. Při vlastní analýze plynovou chromatografií se přítomnost kontaminantu na sorbentu trubičky pak projeví jako významný rušivý vliv, na jehož základě je možno provést i zásadně nesprávnou interpretaci výsledků.

Proto bylo nezbytné najít takový obal sorpční trubičky Tenax, který by zabezpečil snížení její kontaminace těkavými látkami při skladování, přepravě a manipulaci na přijatelné minimum<sup>9</sup>.

## **ROZBOR MOŽNOSTÍ OCHRANY TRUBIČEK TENAX PŘED KONTAMINACÍ**

Obecně je možno konstatovat, že každý uživatel, který pracoval s adsorpčními trubičkami Tenax, se setkal s případy jejich značné náchylnosti ke kontaminaci látkami z ovzduší. Ke kontaminaci přitom může dojít nejen v důsledku náhodné sorpce látky na sorbent ale i na povrchu trubičky. V laboratoři se obecně tento problém řeší provedením tzv. slepého pokusu s trubičkou, kterou nebyl prosáván vzduch. Při slepém pokusu zároveň dojde za zvýšené teploty 220 °C v termodesorpčním modulu přístroje k aktivaci sorbentu. Daná trubička se pak použije k adsorpci látek. Tento postup pochopitelně nelze aplikovat u trubiček použitých v místě zásahu, kam byly dopraveny výjezdovým vozidlem. Nutno rovněž připomenout, že k eliminaci kontaminace trubiček, používaných k terénnímu odběru vzorků vzduchu, není k dispozici dostatek seriózní odborné literatury.

Některé možnosti ochrany trubiček před kontaminací byly ověřovány v chemické laboratoři HZS Plzeňského kraje<sup>10</sup>. Trubičky zabezpečené různým způsobem byly po dobu 5 dnů vystaveny 130 ppm směsi acetonu, hexanu, limonenu, pentylacetátu. Bylo zjištěno, že všechny trubičky byly kontaminovány. Tento pokus však plně nepostihuje reálné podmínky uložení trubiček v běžné mobilní chemické laboratoři, kde se nevyskytují vysoké koncentrace organických látek. Proto bylo řešení zaměřeno především na reálné podmínky.

První základní ochranu skleněných trubiček Tenax představují plastové zátky, které jsou dodávány spolu s trubičkami. Lze předpokládat, že zátky sice částečně chrání před kontaminací sorbent ale nikoliv povrch trubičky.

Metodika odběru vzorků vzduchu<sup>1</sup>, zavedená v HZS ČR, doporučuje po ukončení prosávání trubičku uzavřít zátkou a vložit do skleněné nádoby se zabroušeným uzávěrem. Při manipulaci s trubičkami je pak zdůrazněna nutnost věnovat pozornost maximálnímu omezení kontaminace povrchu trubičky. Podobně je řešena ochrana trubičky ve standardním operačním postupu Institutu ochrany obyvatelstva<sup>11</sup>, kde se uvádí, že po prosátí je nutné trubičku uzavřít zátkami, umístit ji do zvláštního obalu, např. do zábrusové uzavřené zkumavky NZ 14, při manipulaci se jí nedotýkat nechráněnou pokožkou a používat čisté textilní rukavice.

Dalším způsobem je uložení do speciálního plynotěsného pouzdra na sorpční trubičky (obrázek 1). Trubička se umístí do kovového pouzdra a utěsní z obou stran teflonovým těsněním. Zašroubuje se dvojitým uzávěrem, z nichž krajní se odšroubuje při prosávání (obrázek 2) a vnitřní při vyjímání trubičky z pouzdra před analýzou (obrázek 3). Obrovskou výhodou tohoto zařízení je skutečnost, že obsluha se při odběru vzorků vůbec trubičky nedotkne, protože s ní

nepřijde do styku, a tak je vyloučena povrchová kontaminace. Nevýhodou je poměrně vysoká cena. Pouzdra jsou mj. využívána speciálními chemickými hasičskými jednotkami v SRN. Někdy se ještě doporučuje zabalit tato pouzdra do alobalu a umístit do hermeticky uzavřeného kontejneru<sup>10</sup>.

Ideální ochranu představuje obal vylučující jakýkoliv styk trubičky s okolním vzduchem. Takové řešení představuje např. zatavení trubičky do skleněné trubice.



*Obr. 1*

*Plynotěsné pouzdro na sorpční trubičky při skladování a přepravě*



*Obr. 2*

*Plynotěsné pouzdro na sorpční trubičky při prosávání*



*Obr. 3  
Vyjmutí sorpční trubičky z plynotěsného pouzdra*

## PROVEDENÍ EXPERIMENTŮ

Ke všem experimentům byly použity nové adsorpční trubičky Tenax (č. šarže 4681, expirace VIII/2012, SKC Inc., USA). Trubičky byly nejdříve otevřeny a otevřené aktivovány v sušárně při teplotě 200 °C po dobu 2 hodin. Okamžitě po ochlazení byly trubičky opatřeny obalem. Byly ověřeny následující možnosti:

1. trubičky uzavřené pouze plastovými zátkami (obrázek 4);
2. trubičky uzavřené plastovými zátkami a uložené ve skleněné zábrusové zkumavce NZ 14; zátka byla zajištěna Parafilmem (obrázek 5);
3. trubičky uložené v plynotěsném pouzdře na sorpční trubičky (obrázek 1 – 3); k testu byla použita pouzdra od výrobce Frýbert, Příbram;
4. trubičky uzavřené plastovými zátkami a zatavené ve skleněné trubici, realizované buď skleněnou trubicí vnitřního průměru 9 mm, nebo zatavenou zkumavkou (obrázek 6).

Trubičky byly spolu s obaly umístěny do papírové krabice, která byla uložena v mobilní chemické laboratoři. Vždy po určitém čase byla trubička vyjmuta z obalu a provedena analýza případných kontaminantů metodou GC/MS.

Palivem mobilní laboratoře je motorová nafta. Během testu bylo vozidlo parkováno v garáži spolu s dalším skříňovým vozem na motorovou naftu a osobním vozidlem na automobilní benzin. Jiné chemikálie nebyly v garáži

přítomny. Mobilní chemická laboratoř vyjela z garáže jednou za 14 dní stejně jako obě další vozidla.



*Obr. 4  
Trubička uzavřená plastovými zátkami*



*Obr. 5  
Trubička uzavřená plastovými zátkami uložena v zábrusové zkumavce*



*Obr. 6  
Trubička uzavřená plastovými zátkami a zatavená ve skleněné trubici (zkumavce)*

Chromatografická analýza látek zachycených na sorbentu trubičky, tj. kontaminantů sorbentu, byla provedena mobilním plynovým chromatografem s hmotnostním detektorem EM 640 (Bruker Daltonik GmbH, Brémy, SRN).

Trubička Tenax byla po určené době uložení ve vozidle vložena do desorpční jednotky přístroje. Desorpce probíhala za následujícího režimu: T Inlet 230 °C, T Injection 220 °C, desorpce 1,5 min při 220 °C, nástřik 20 s.

Separace a analýza látek byla provedena ve všech případech za následujících podmínek:

- Kolona: Rxi-5ms, délka 30 m, Ø 0,32 mm, fáze 1 µm.
- Nosný plyn: dusík bez CO (Linde Technoplyn).
- Scan range: 30-400 amu.
- GC program:
  - 40 °C – 2 min,
  - od 40 °C do 280 °C - dT/dt 10 °C/min,
  - 280 °C – 10 min.

Identifikace separovaných látek byla provedena dle příslušného standardního operačního postupu<sup>11</sup>. Kromě druhu látky byly vyhodnoceny i plochy daných píků, které jsou měřítkem množství sorbovaných látek.

## DISKUSE VÝSLEDKŮ

Chromatografickou analýzou bylo zjištěno, že v případech, kdy dojde v mobilní laboratoři ke kontaminaci adsorpčních trubiček, patří vždy mezi kontaminanty aromatické uhlovodíky toluen, xyleny, ethylbenzen, propylbenzen, isopropylbenzen, ethylmethylbenzeny, trimethylbenzeny, naftalen a n-alkany tridekan, tetradekan, pentadekan. Vedle nich se objevovaly i jiné látky (např. alkylbenzeny C4 a C5, methylnaftaleny, alkany od oktánu po hexadekan). Vesměs se jedná o složky pohonných hmot. Z hlediska srovnání byla však kontaminace posuzována právě podle obsahu látek, které byly nalezeny v kontaminovaných trubičkách vždy a které jsou v následujících grafech označeny:

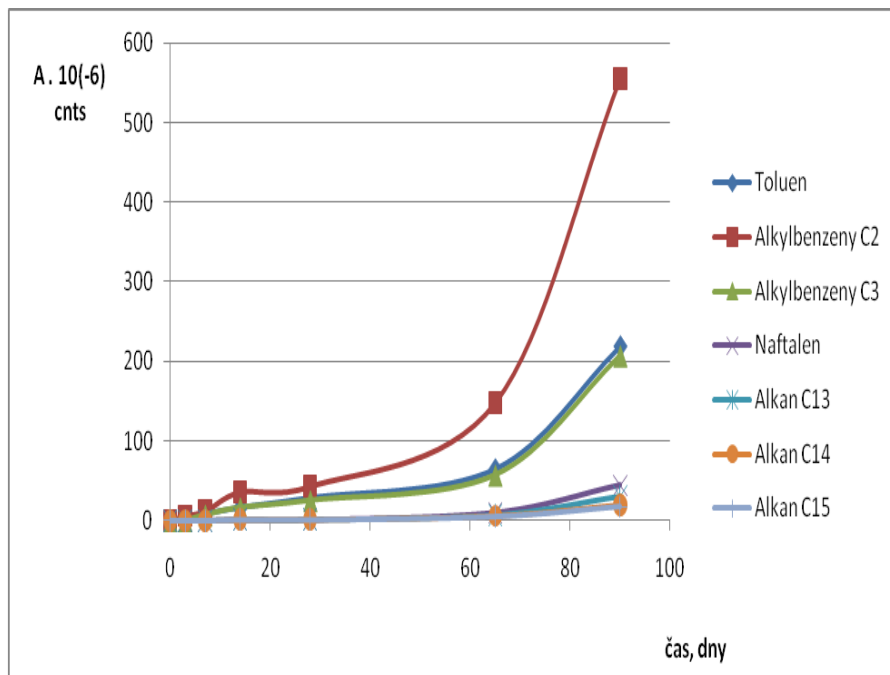
- toluen,
- alkylbenzeny C2 (suma xylenů a ethylbenzenu),
- alkylbenzeny C3 (suma propylbenzenu, isopropylbenzenu, ethylmethylbenzenů a trimethylbenzenů),
- naftalen,
- alkan C13 (tridekan),
- alkan C14 (tetradekan),
- alkan C15 (pentadekan).

Pro trubičku Tenax **uzavřenou pouze zátkami** (podle obrázku 4) a nijak nechráněnou je na obrázku 7 uvedena závislost množství látek sorbovaných na trubičce, které bylo vyjádřeno plochou chromatografického píku, na době uložení trubičky v mobilní laboratoři. Již po 3 dnech uložení byla trubička kontaminována malým množstvím toluenu, xylenů a ethylbenzenu. Po 1 týdnu byly v trubičce



identifikovány všechny výše uvedené látky. S další prodlužující se dobou uložení postupně roste množství všech sorbovaných látek, které pak po 2 měsících uložení začne růst velmi strmě.

Celkově je možno konstatovat, že v mobilní chemické laboratoři nelze trubičky Tenax pro účely odběru vzorků vzduchu přechovávat pouze uzavřené plastovými zátkami, neboť již po několika dnech dojde k jejich kontaminaci uhlovodíky.

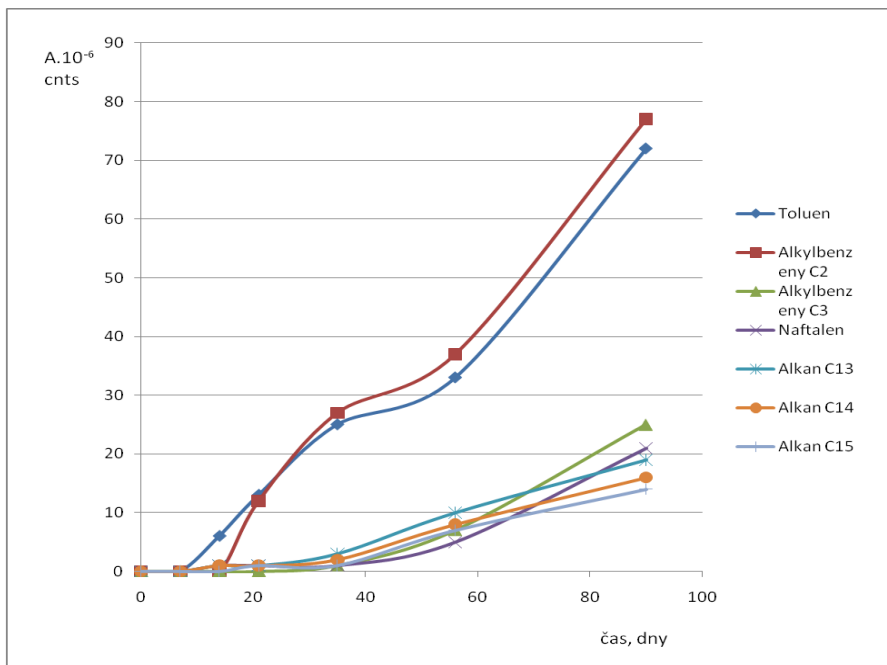


Obr. 7

*Závislost množství látek sorbovaných na trubičce Tenax uzavřené zátkami, vyjádřených plochami chromatografických píků, na době uložení trubičky v mobilní chemické laboratoři*

Pro trubičky Tenax **uzavřené plastovými zátkami a uložené v uzavřené zkumavce se zábrusem** (podle obrázku 5) uvádí podobné závislosti obrázek 8. Z obrázku je zřejmé, že zábrusová zkumavka ve srovnání s plastovými zátkami zlepšuje ochranu trubičky proti kontaminaci. Po dobu 1 týdne byla trubička dokonale chráněna a analýzou nebyl zjištěn žádný kontaminant. Po době uložení 2 týdny již analýza ukázala na přítomnost většiny výše uvedených uhlovodíků, jejichž množství se s další dobou přechovávání ve vozidle strmě zvyšovala.

Z výsledků je zřejmé, že ani tento způsob není pro dlouhodobé přechovávání adsorpčních trubiček v mobilní laboratoři vhodný, protože si své ochranné vlastnosti uchovává pouze po dobu 1 týdne.



Obr. 8

*Závislost množství látek sorbovaných na trubičce Tenax uzavřené zátkami a uložené v zábrusové zkumavce, vyjádřených plochami chromatografických piků, na době uložení trubičky v mobilní chemické laboratoři*

Kontaminace trubiček Tenax chráněných ostatními studovanými způsoby, tj. plynotěsným pouzdrům (obrázek 1 – 3) a plastovými zátkami a zatavením do skleněné trubice (obrázek 6), byla sledována po dobu 6 měsíců. Ani **po půl roce** přechovávání v mobilní laboratoři **žádná z trubiček nevykazovala kontaminaci**.

Pro praktické využití však **zatavování trubiček do skleněných trubec** – přestože se jedná bezpochyby o nejdokonalejší ochranu před kontaminací – nepředstavuje ideální řešení, a to z několika důvodů. Při otevírání skleněné trubice je zvýšené riziko nejen poranění ale i porušení (např. perforace) ochranného oděvu, což v kontaminovaném prostředí může mít vážné následky. Otevřením trubice se obal vlastně zničí, a tak chybí obal na trubičku pro zpětný transport do laboratoře. Zatavování trubice v mobilní chemické laboratoři je složité a nesplňuje požadavky

bezpečné práce, zvláště v kontaminovaném prostředí. Stejně tak trubička není na povrchu chráněna během vlastního odběru vzorku.

Na základě studia kontaminace trubiček Tenax přechovávaných v mobilní laboratoři pro potřeby odběru vzorků vzduchu výjezdovou skupinou a na základě zkušeností z práce v terénu se jako nejvhodnější způsob ochrany trubičky jeví přechovávání v plynotěsném pouzdře. Jedná se o velmi jednoduchý způsob ochrany, který trubičku chrání před kontaminací po celou dobu manipulace, tj. po dobu transportu do místa události, odběru vzorků a transportu zpět do laboratoře.

## ZÁVĚR

K odběru vzorků vzduchu pro účely analýz těkavých organických látek a bojových chemických látek metodou GC/MS jsou některými jednotkami HZS ČR používány adsorpční trubičky Tenax. Odběr se provádí prosáváním vzduchu trubičkami pomocí odběrového plynového čerpadla nebo chemického průkazníku CHP-71. Při manipulaci s trubičkou existuje vzhledem k mimořádně vysoké citlivosti analýzy značné riziko sekundárního znečištění trubičky těkavými organickými látkami ze vzduchu a falešných výsledků analýzy.

K zabezpečení ochrany adsorpčních trubiček před kontaminací byly studovány následující možnosti:

- uzavření pouze plastovými zátkami,
- uzavření plastovými zátkami a uložení do skleněné zábrusové zkumavky,
- uložení do plynotěsného pouzdra na sorpční trubičky,
- uzavření plastovými zátkami a zatavení do skleněných trubic.

Výsledky ukázaly, že pro praktické využití představuje jednoznačně nejvhodnější ochranu speciální plynotěsné pouzdro na sorpční trubičky. Jedná se o velmi jednoduchý způsob ochrany, který trubičku chrání před kontaminací po celou dobu manipulace, tj. po dobu transportu do místa události, odběru vzorků a transportu zpět do laboratoře. Trubičky Tenax, přechovávané v plynotěsném pouzdře v mobilní chemické laboratoři, nevykazovaly žádnou kontaminaci ani po 6 měsících.

Závěry studia jsou významné pro zabezpečení plnění úkolů chemického průzkumu a laboratorní kontroly v HZS ČR. Bylo prokázáno, že jednotky HZS ČR, které jsou pro účely odběru vzorků vzduchu vybaveny adsorpčními trubičkami Tenax, musí nezbytně tyto trubičky přechovávat ve speciálním plynotěsném pouzdře. Uvedené opatření významně zvýší spolehlivost celé expertizy od odběru vzorků přes analýzu až po závěrečnou interpretaci výsledků.

## Résumé

*Tenax adsorption tubes are used by some units Fire and Rescue Service for the air sampling for analysis of volatile organic compounds and toxic warfare agents by GC / MS method. The air is sucked through adsorption tubes by*

sampling gas pump or chemical detector CHP-71. Due to the extremely high sensitivity of analysis, there is a significant risk of secondary contamination of tube by volatile organic compounds from the air and risk of false results of the analysis.

To ensure the protection of adsorption tubes against contamination were studied following options:

- closure only with plastic caps,
- closure with the plastic caps and storage in a ground-glass tube,
- storage in gas-tight boxes for adsorption tubes,
- closure with the plastic caps and sealing into glass tubes.

The results show that for practical use the special gas-tight box is the best protection of adsorption tubes. It is very simple way to protect tubes against contamination all along manipulation. It means for a period of transport to the place of incident, sampling and transport back to laboratories. The Tenax tubes in gas-tight boxes placed in portable chemical laboratory showed no contamination, even after 6 months.

The conclusions of study are important to tasks of chemical research and laboratory control in the Fire and Rescue Service. If FRS units are equipped with adsorption tubes Tenax, these tubes have to be kept in special gas-tight box. This precaution will significantly increase the reliability of all expertise from sampling through analysis to final interpretation of results.

*Příspěvek vznikl v rámci projektu "Bezpečnost občanů – krizové řízení" (VF20112015018).*

## Literatura

- [1] Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru ČR. Praha: MV – GR HZS ČR, 2007. 112 s.
- [2] ČAPOUN, T. aj. *Metodiky mobilní chemické laboratoře I. Odběr chemických vzorků*. Lázně Bohdaneč: MV – GR HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2006. 21 s.
- [3] ČAPOUN, T. a KRYKORKOVÁ, J. *Metodiky analýzy organických látek mobilním plynovým chromatografem s hmotnostním detektorem EM 640 I. Těkavé organické látky v ovzduší a vodě*. [Výzkumná zpráva]. Lázně Bohdaneč: MV – GR HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2006. 76 s.
- [4] ČAPOUN, T. a KRYKORKOVÁ, J. *Analýza látek v ovzduší metodou GC/MS se sorpčními trubičkami Tenax*. *The Science for Population Protection*, 2008, roč. 0, č. 0, s. 17-28.
- [5] ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J., URBANOVÁ, D. a LOČÁRKOVÁ, P. *Metodiky analýzy organických látek mobilním plynovým chromatografem s hmotnostním detektorem EM 640 III. Těkavé organické látky v různých maticích*. [Výzkumná zpráva]. Lázně Bohdaneč: MV – GR HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2008. 78 s.

- [6] ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J. a URBANOVÁ, D. *Metodiky analýzy organických látek mobilním plynovým chromatografem s hmotnostním detektorem EM 640 IV. Identifikace a stanovení nebezpečných látek ve vzduchu*. [Výzkumná zpráva]. Lázně Bohdaneč: MV – GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2009. 64 s.
- [7] ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J. a URBANOVÁ, D. Příspěvek ke stanovení organických látek různých vlastností v ovzduší metodou GC/MS. In *Sborník přednášek z XVIII. mezinárodního semináře o separační chemii a analýze toxických látek*. Lázně Bohdaneč: MV – GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2009, B.2. 17 s.
- [8] ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J. a URBANOVÁ, D. Příspěvek k identifikaci akceleračních hoření ve vzorcích z požářiště. *The Science for Population Protection*, 2009, roč. 1, č. 2, s. 19 - 32.
- [9] ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J. a URBANOVÁ, D. *Metodiky analýzy organických látek mobilním plynovým chromatografem s hmotnostním detektorem EM 640 V. Kontaminace sorpčních trubiček Tenax v mobilní chemické laboratoři*. [Výzkumná zpráva]. Lázně Bohdaneč: MV – GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2010. 34 s.
- [10] SIKORA, H. Využití termální desorpce s GC/MS-TOF pro analýzu organických látek. In *Sborník přednášek z XVIII. mezinárodního semináře o separační chemii a analýze toxických látek*. Lázně Bohdaneč: MV – GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2009, B.15. 13 s.
- [11] ČAPOUN, T. *Identifikace látek GC/MS systémem EM 640*. [SOP I03]. 2. vyd. Lázně Bohdaneč: MV – GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2009. 27 s.