

# VÝVOJ A VLASTNOSTI SPECIÁLNÍHO FILTRU PRO HASIČSKÉ ZÁSAHOVÉ VOZIDLO

**VLASTIMIL SÝKORA, ČESTMÍR HYLÁK**

*MV GŘ HZS České republiky*

*Institut ochrany obyvatelstva, Na Lužci 204, 533 41 Lázně Bohdaneč*

*e-mail: [vlastimil.sykora@ioolb.izscr.cz](mailto:vlastimil.sykora@ioolb.izscr.cz)*

# ÚVOD

K ochraně před nebezpečnými látkami jsou používány buď *protiprachové* nebo *protichemické* filtry či jejich vzájemná *kombinace*. Filtry mohou mít různý *tvar* (válec, seříznutá kapka atd.), *velikost* (od malých používaných zejména v ochraně osob, až po velké určené pro kolektivní ochranu v krytech), *určení* (průmyslové, NBC), *množství sorbentu* (od několika desítek gramů až po kilogramy) a *složení* (určuje, na co daný filtr bude používán), popř. se mohou lišit dalšími požadavky na ně kladenými (materiál těla filtru, závit a jeho umístění, možnost sériového zapojení atd.).

Ochranné prostředky mohou být skombinovány buď pouze s jedním filtrem, např. v kombinaci s ochrannými maskami či kuklami nebo s více filtry, jako je tomu např. u dětských vaků, filtroventilačních jednotek (většinou 2 – 3 filtry či u speciálních typů s 5 – 7 filtry), popř. tzv. „směšovačů“ (určeny pro využití v improvizované kolektivní ochraně, s až 8 filtry).

# ÚVOD

Běžně jsou filtry určeny buď pro *osobní ochranu* jednotlivce nebo pro *kolektivní ochranu* ve stacionárních zařízeních. Pro mobilní zařízení, jako jsou např. vojenská bojová vozidla a speciální záchranná a hasičská vozidla, jsou používány speciální filtry vyznačující se především vyšším obsahem sorbentu, vyšším průtokem vzduchu (s ohledem na přítomnost většího počtu osob ve vozidle) a speciálním připojením a umístěním ve vozidle. Vývoj, zkoušení a výroba takovýchto filtrů není jednoduchá, vyžaduje složitější zařízení a i vyšší cenové zatížení.

Ve spolupráci s firmou MOLPIR GROUP Olomouc byly vyvinuty a následně odzkoušeny pro takovéto použití filtry typu ABEK vyrobené firmou DELBAG Liberec. Filtry, resp. jejich sorpční kapacita, byly odzkoušeny dle **ČSN EN 12941**, a to na cyklohexan, amoniak, oxid siřičitý a sulfan.

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

a) Použité přístroje, zařízení a pomocný materiál

Pro měření byly použity následující přístroje, zařízení a pomocný materiál:

- speciální komora vyrobená pro testování nestandardních filtrů,
- mísící zařízení SYCOS K DPG,
- peristaltická pumpa MFLEX,
- vysokotlaké čerpadlo AZURA P2,
- IČ spektrometr Gasmeter FTIR DX-4000,
- detektor MultiRAE,
- ventilátor SKF-240,
- průtokoměr TESTO 435-2,
- laboratorní stopky Hanhart,
- teploměr TESTO 0609,
- odběrové 25 l vaky.

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

## b) Testované filtry

Pro měření byl použit kombinovaný filtr KFMP 200 (obrázek 1) skládající se z ocelového pláště opatřeného ocelovými víky, které se před měřením demontovaly. Filtrační vložka byla zhotovena z papíru Lydall AX 6650, sorbent typu ABEK byl od firmy Pleisch v množství 8 kg. Hmotnost filtrů se pohybovala okolo 18 kg.



Obrázek 1 Filtr KFMP 2002

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

## c) Použité chemikálie

- cyklohexan  $C_6H_{12}$ , amoniak  $NH_3$ , oxid siřičitý  $SO_2$ , sulfan  $H_2S$ .

## d) Způsob měření, podmínky

Pro měření byly použity 4 zkušební látky, z nichž jedna byla v kapalném a tři v plynném stavu. Díky těmto rozdílům bylo nutné měřící trať upravit tak, aby vždy vyhovovala požadovaným podmínkám.

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

## Měření cyklohexanu

Měřicí trať:

- mísící zařízení SYCOS K DPG s vyhřívaným blokem,
- vysokotlaké čerpadlo AZURA P2 umožňující dodávat požadované množství zkušební látky (obrázek 2),
- vlhčící zařízení upravující plynovzdušnou směs na požadovanou teplotu a vlhkost,
- speciální zkušební komora pro testování filtrů,
- ventilátor SKF-240 s průtokoměrem TESTO 435-2 a teploměrem TESTO 0609 pro nastavení požadovaného průtoku vzduchu (obrázek 3),
- dva IČ spektrometry Gasmet FTIR DX-4000 pro měření vstupní a výstupní koncentrace.

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

Měření bylo prováděno při průtoku plynovzdušné směsi  $200 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$  ( $3333 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ), koncentraci 500 ppm, teplotě  $24 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ , relativní vlhkosti  $50 \pm 10 \%$  a tlaku  $985 \pm 10 \text{ hPa}$ .

Pro cyklohexan je normou ČSN EN 12941 stanovena minimální doba průniku pro třídu A1 70 minut, průniková koncentrace cyklohexanu je 10 ppm.



Obrázek 2 Měřicí sestava – pohled zleva



Obrázek 3 Měřicí sestava – pohled zprava



# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

## Měření plyných látek

Měřicí trať:

- odběrový vak,
- peristaltická pumpa MFLEX pro odběr plynu z vaku pro přípravu požadované plynovzdušné směsi o dané koncentraci,
- vlčící zařízení upravující plynovzdušnou směs na požadovanou teplotu a vlhkost,
- speciální zkušební komory pro testování filtrů,
- ventilátor SKF-240 s průtokoměrem TESTO 435-2 a teploměrem TESTO 0609 pro nastavení požadovaného průtoku vzduchu a
- dva IČ spektrometry Gasmeter FTIR DX-4000 pro měření vstupní a výstupní koncentrace amoniaku a oxidu siřičitého nebo detektor MultiRAE pro stanovení průnikové koncentrace sulfanu.

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

Měření s plynnými látkami bylo prováděno za stejných podmínek jako měření s cyklohexanem. Pro amoniak je normou ČSN EN 12941 stanovena minimální doba průniku 50 minut, pro oxid siřičitý 20 minut a pro sulfan 40 minut.

Průniková koncentrace amoniaku (25 ppm) a oxidu siřičitého (5 ppm) byla měřena na vstupu do ventilátoru pomocí IČ spektrometru Gasmeter FTIR DX-4000 a sulfanu (10 ppm) pomocí detektoru MultiRAE. Vstupní koncentrace byla měřena stejným způsobem, jako při měření cyklohexanu.

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

e) Výpočet dynamické sorpční kapacity

Dynamická sorpční kapacita (DSK) byla vypočtena dle následujícího vzorce:

$$DSK (g) = M. h. * c * Q * RD / 24470000$$

M. h. molární hmotnost [g.mol<sup>-1</sup>]

c koncentrace [ppm]

Q průtok [l.min<sup>-1</sup>]

RD rezistenční doba [min]

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

## f) Výsledky

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty sorpce malých ochranných filtrů pro jednotlivé zkušební látky pro požadovaný průtok  $3333,3 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $200 \text{ m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$ ).

Vzhledem k tomu, že na tento typ filtrů neexistuje státní norma, byly požadavky na sorpci vztaženy na hodnoty uváděné v ČSN EN 12941 pro malé ochranné filtry třídy 1, tj. pro koncentraci 500 ppm a požadovanou příslušnou hodnotu minimální doby záchytu (tzv. rezistenční dobu) – viz tabulka 1. Zároveň jsou v této tabulce uvedeny hodnoty DSK odpovídající výše uvedeným údajům.

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

Tabulka 1 Sorpce filtrů dle ČSN EN 12941 pro třídu 1

Filtr	Zkušební látka	c [ppm]	Q [l.min <sup>-1</sup> ]	RD [min]	DSK [g]
MOF	cyklohexan	500	3333,3	70	401,3
MOF	amoniak			50	58,0
MOF	oxid siřičitý			20	87,3
MOF	sulfan			20	46,4

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

Tabulka 2 Sorpce speciálních filtrů TITAN

Filtr	Výrobní číslo	Zkušební látka	c [ppm]	Q [l.min <sup>-1</sup> ]	RD [min:sec]	DSK [g]	DSK <sub>∅</sub> [g]	DSK <sub>s</sub> [g]	DSK <sub>v</sub> [%]
TITAN 1	0010819	cyklohexan	500	3333,3	92:45	531,7	512,8	26,8	5,2
TITAN 2	0030819				86:15	493,8			
TITAN 3	0050819	amoniak			66:15	76,8	99,3	31,8	32,0
TITAN 4	0010720				105:00	121,8			
TITAN 5	0040819	oxid siřičitý			51:40	225,4	200,0	35,9	18,0
TITAN 6	0020720				40:00	174,6			
TITAN 7	0020819	sulfan			103:35	240,4	242,1	2,3	1,0
TITAN 8	0030720				105:00	243,7			

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

Z výsledků vplynuly následující závěry:

- požadované hodnoty RD, resp. DSK byly splněny a vysoce překročeny,
- při porovnání průměrných hodnot s teoretickými (tabulka 1) došlo k překročení v případě cyklohexanu o 27,8 %, u amoniaku o 71,2 %, u oxidu siřičitého o 129,1 % a u sulfanu dokonce o 421,8 %,
- velmi dobrá shoda mezi oběma měřeními byla jednak u sulfanu, kde směrodatná odchylka  $DSK_s$ , tak i variační koeficient  $DSK_v$  dosahovaly velmi nízkých hodnot, a to 2,3 g, resp. 1,0 %,
- obdobně velmi dobrá shoda mezi měřeními byla i u cyklohexanu, kde  $DSK_s$  byla 26,8 g a  $DSK_v$  5,2 %,

# EXPERIMENTÁLNÍ ZKOUŠKY

- větší rozdíly byly u obou zbývajících plynů – u oxidu siřičitého se odchylka  $DSK_s$  pohybovala okolo 35,9 g a variační koeficient  $DSK_v$  dosáhl 18,0 %, v případě amoniaku to pak bylo 31,8 g, resp. 32,0 %, přesto i zde naměřené hodnoty výrazně překročily požadavky uváděné v tabulce 1,
- v případě oxidu siřičitého pro hodnotu DSK 174,6 g to bylo o 100,0 % a v případě amoniaku pro hodnotu DSK 76,8 g o 32,4 % více, než by odpovídalo teoretickým hodnotám.



# ZÁVĚR

Výsledky jednoznačně prokázaly, že testované filtry jsou schopny po uvažované dobu danou normou ČSN EN 12941 chránit uživatele vozidla před vybranými nebezpečnými látkami. Jedná se zejména o ochranu před cyklohexanem (zástupce organických látek, zejména organofosfátů), amoniakem (zastupujícím především amoniak a aminy), oxidem siřičitým (zastupující kyselé plyny) a sulfanem (zástupce anorganických látek).

Sorpční kapacita připravených filtrů, s obsahem sorbentu okolo 8 kg, nejenže dosahuje předpokládaných minimálních hodnot, ale do značné míry je i překračuje.

Lze tedy říci, že tyto filtry jsou použitelné jak pro vojenská, tak i pro hasičská zásahová vozidla.