

DYNAMICKÁ SORPČNÍ KAPACITA MALÝCH OCHRANNÝCH FILTRŮ – VLIV VSTUPNÍCH PODMÍNEK

DYNAMIC SORPTION CAPACITY OF SMALL PROTECTIVE FILTERS - EFFECT OF ENTRY CONDITIONS

Vlastimil SÝKORA ¹, Čestmír HYLÁK ²

ABSTRACT:

The aim of the study was to assess the effects of input parameters on the value of dynamic sorption capacity of small protective filters used in the civil protection of the Czech Republic. Relative humidity, the concentration of the test substance/air mixture, type of a filter, year of manufacture, batch and type of sorbent, were used as the monitored parameters. The measurements were performed using gas-air mixture based on cyclohexane, ammonia and sulphur dioxide. MOF, MOF-2, MOF-4, MOF-5 and MOF-6-M filters were used for the measurements.

KEYWORDS: Filters. Entry conditions. Sorption capacity. Cyclohexane. Ammonia. Sulphur dioxide.

ÚVOD

Malé ochranné filtry (dále jen MOF) se podle druhu použití skládají buď z jedné nebo ze dvou vrstev. V případě jedné vrstvy se většinou jedná o vrstvu filtrační, v současné době na bázi skládaného papíru (tato vrstva slouží pro zachyt prachových mikročástic, jakými jsou např. radioaktivní prachy nebo aerosoly, ať již dráždivých či vysoce toxických látek nebo pro zachyt bakteriologických aerosolů, popř. aerosolů umělých dýmů) nebo, v případě dvou vrstev, o vrstvu filtrační doplněnou o vrstvu sorpční, která je tvořena sorbentem na bázi aktivního uhlí impregnovaného vhodnými solemi kovů (vrstva slouží pro zachyt toxických chemických látek, a to podle druhu impregnace).

Zachyt mikročástic spočívá v jejich separaci z procházejícího vzduchu a následném zachycení filtrační vrstvou. Plynné složky jsou pak účinně zachycovány sorpční vrstvou, a to jak adsorpcí, tak i absorpcí a chemisorpcí. Účinnost takového zachytu by měla být vyšší než 99,9999 %.

Kombinované filtry, obsahující jak filtrační, tak i sorpční vrstvu, mohou zachytávat nejen plynné, ale i kapalné látky. Podle svého určení se jedná

především o zachyt vysoce toxických vojenských látek, jakými jsou např. yperit, soman, sarin, tabun, VX (filtry NBC) anebo o zachyt některých druhů průmyslových toxických látek jako např. organických rozpouštědel, chlóru, kyanovodíku, amoniaku, oxidu siřičitého, sulfanu atd. (filtry ABEK). Vedle toho jsou k dispozici i další – speciální kombinované filtry – určené pro zachyt par rtuti a oxidů dusíku a filtry pro zachyt oxidu uhelnatého, které ale obsahují speciální náplň schopnou oxidovat zachycovaný oxid uhelnatý na oxid uhličitý, tzv. „HOPKALIT“.

Jednou ze základních kvalitativních charakteristik malých ochranných filtrů (MOF) je jejich dynamická sorpční kapacita (DSK). Ta ukazuje, jak účinně dokáže daný typ filtru zachytávat požadované nebezpečné látky za předepsaných podmínek [1]. Požadavky na zachyt vysoce toxických vojenských látek (filtry NBC) jsou pro jednotlivé látky uvedeny v technických podmínkách výroby (TPV) těchto filtrů, požadavky na zachyt průmyslových nebezpečných látek (filtry ABEK a speciální) jsou pro jednotlivé látky a jejich koncentrace uvedeny v normě ČSN EN 14387 [2].

Dynamická sorpční kapacita však závisí na celé řadě faktorů, které určují jak rychle a do jaké

¹ Vlastimil Sýkora, pplk. Ing., CSc., MV GR HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, Na Lužci 204, 533 41 Lázně Bohdaneč, Česká republika, tel.: +420 950 580 351, e-mail: vlastimil.sykora@iioib.izscr.cz.

² Čestmír Hylák, Ing., MV GR HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, Na Lužci 204, 533 41 Lázně Bohdaneč, Česká republika, tel.: +420 950 580 350, e-mail: cestmir.hylak@iioib.izscr.cz.

míry se bude daná látka zachytávat. Mechanismus zachytu látek na povrchu sorbentu může probíhat několika způsoby. Jedná se především o:

- fyzikální sorpci,
- chemisorpci,
- chemickou reakci s impregnační látkou (např. neutralizace, hydrolýza, tvorba komplexů),

nebo

- katalytickou reakci na impregnační látce (např. oxidace).

V případě chemické reakce s impregnační látkou a katalytické reakce na impregnační látce často vzniká i voda, která může negativně ovlivňovat průběh výše uvedených reakcí, zejména stupeň chemické přeměny.

Kromě chemicky vzniklé vody je adsorpční i katalytická aktivita též silně ovlivňována i vodou ve formě vodní páry (jedná se především o vodu absorbovanou ze vzdušné vlhkosti vlivem dlouhodobého skladování). Účinek vody se v tomto případě projevuje tzv. stárnutím aktivního uhlí. Molekuly vody jsou velmi malé, a proto snadno pronikají i do nejmenších pórů. Tím vlastně omezují prostor určený pro zachyt nebezpečných látek, což v konečném důsledku vede ke snižování sorpční kapacity sorbentu. Tuto vodu, která je v podstatě fyzikálně vázána, lze však z filtrů odstranit.

Podmínky, při kterých se filtry testují, jsou uvedeny buď v normě ČSN EN 14387 či v TPV. Jedná se především o vstupní koncentraci a průtok plynovzdušné směsi, její teplotu a vlhkost. Odchýlení se od těchto standardních podmínek, popř. přítomnost vody ve filtru do značné míry ovlivňují výslednou hodnotu DSK.

1 POUŽITÉ PŘÍSTROJE, METODY MĚŘENÍ

1.1 Přístrojové vybavení

Podle toho, jakým fyzikálním stavem látky (plynným nebo kapalným) jsou filtry zkoušeny, je zvolena vhodná měřicí aparatura.

Plynné látky

Pro plynné látky, které pro měření za předepsaných podmínek stačí pouze mísit se vzduchem, je použita měřicí trať skládající se z následujících komponent:

- zdroj vzduchu (čistý vzduch je dodáván kompresorem a upravován pomocí generátoru čistého vzduchu „PURE AIR LG CAD070“),
- zdroj zkušební plynné látky (tlaková lahev),

- vlhčící zařízení (slouží pro úpravu vzduchu na požadovanou vlhkost a teplotu),
- dynamické mísící zařízení SYCOS KV/3M (slouží pro nastavení požadovaného průtoku plynovzdušné směsi), zařízení vyžaduje vstupní tlak 2 bar,
- svorka pro upnutí filtru (uložena ve speciální skříni, kde je udržována požadovaná konstantní teplota),
- detekční zařízení (slouží pro nastavení jak vstupní koncentrace, tak pro měření výstupní - průnikové koncentrace; podle druhu použité látky je použit buď IČ spektrofotometr GENESIS, série FTIR nebo multidetektory plynů MX 21 PLUS či QRae).

Kapalné látky

V případě kapalných látek je pro stanovení DSK nutné provést nejen mísení látky se vzduchem pro nastavení požadované koncentrace, ale zároveň převést tyto látky z kapalného do plynného stavu. Z tohoto důvodu se měřicí trať pro tato stanovení nepatrně liší, a to v následujících komponentech:

- jako zdroj zkušební kapalné látky je použita injekční stříkačka o vhodném objemu doplněná ohřívacím blokem, ve kterém dochází ke zplynění kapalné látky,
- pro nastavení požadovaného průtoku
- plynovzdušné směsi je použito dynamické mísící zařízení SYCOS K-DPG, zařízení opět vyžaduje vstupní tlak 2 bar,
- pro detekci je použit IČ spektrofotometr GASMET DX 4000N.

Ostatní části měřicí trati jsou stejné jako v případě měření plynných látek.

1.2 Princip a postup měření

Vlhkost

Vliv vlhkosti byl posuzován dvěma způsoby: jednak na základě přírůstku hmotnosti filtru díky vlhkosti obsažené v prosávaném vzduchu a jednak na základě přírůstku hmotnosti filtru prosávaného plynovzdušnou směsí o dané relativní vlhkosti a koncentraci zkušební látky. V tomto případě, kromě hmotnostních změn, byl sledován i vliv vlhkosti na dynamickou sorpční kapacitu filtru na základě měření rezistenční doby. Jako testovací látka byl použit cyklohexan, měření bylo prováděno na měřicí trati pro testování kapalných látek.

Postup

Po uvedení do chodu jednotlivých částí měřicí trati byly nastaveny požadované podmínky měření - relativní vlhkost dle požadavků jednotlivých zkoušek, teplota na 20 ± 1 °C,

průtok (ať již ovhčeného vzduchu nebo plynovzdušné směsi) na $30 \pm 3 \text{ l.min}^{-1}$, případně koncentrace na $1000 \pm 100 \text{ ppm}$. Následně byl předem zváženy filtr upnut do svorky. V případě měření filtru prosávaného pouze vzduchem o určité relativní vlhkosti byl filtr po zvolené době měření zvážen a stanoven jeho váhový přírůstek. V případě měření filtru s plynovzdušnou směsí byla kromě hmotnostních změn sledována i doba, při které došlo k průniku cyklohexanu skrz filtr. Z hodnoty rezistenční doby (doby průniku) byla následně vypočtena dynamická sorpční kapacita.

Koncentrace zkušební látky

Tato měření byla prováděna dvojím způsobem:

- 1) Za použití kapalně testovací látky – bylo provedeno posouzení vlivu koncentrace na hodnotu DSK a hmotnostní změnu filtru. Měření byla prováděna za stejných podmínek, jako v předchozím případě, tj. koncentrace plynovzdušné směsi byla $5000 \pm 500 \text{ ppm}$, resp. $3500 \pm 350 \text{ ppm}$. Jako testovací látka byl použit cyklohexan.
- 2) Za použití plynně testovací látky. I zde bylo provedeno posouzení vlivu koncentrace na hodnotu DSK a hmotnostní změnu filtru, měření byla doplněna o vliv relativní vlhkosti na hodnoty DSK. Jako testovací látka byl použit oxid siřičitý.

Měření byla prováděna jak s kapalnou, tak i s plynnými látkami. Jako kapalná látka byl použit cyklohexan, a to při koncentraci $1000 \pm 100 \text{ ppm}$. Z plynů, kromě oxidu siřičitého (o koncentraci $1000 \pm 100 \text{ ppm}$, resp. $5000 \pm 500 \text{ ppm}$) byl použit amoniak (v koncentracích $1000 \pm 100 \text{ ppm}$; $2500 \pm 250 \text{ ppm}$ a $5000 \pm 500 \text{ ppm}$). Všechna měření byla prováděna při relativní vlhkosti $70,0 \pm 3,0 \%$.

Všechna měření byla prováděna dle interních metodik, a to buď na plynné [3] nebo kapalně látky [4] v souladu s Českou technickou normou ČSN EN 14387 [2].

1.3 Výpočty

Na základě naměřených hodnot rezistenční doby (RD) byla vypočtena dynamická sorpční kapacita (DSK) dle následující rovnice.

$$DSK_{TF} = \frac{M_{HL} \cdot V_{PS} \cdot C_{TL} \cdot t_P}{24470} \quad (1)$$

kde:

DSK_{TF} - dynamická sorpční kapacita testovaného filtru (mg),

M_{HL} - molekulová hmotnost testované látky (g.mol⁻¹),
V_{PS} - průtok plynné směsi (l.min⁻¹),
C_{TL} - průměrná koncentrace plynné směsi (ppm),
t_P - doba průniku testované plynné směsi za filtrem (min).

2 VÝSLEDKY MĚŘENÍ, DISKUZE

Vlhkost

Posuzování vlivu vlhkosti prosávaného vzduchu na hmotnost a sorpční kapacitu filtrů bylo prováděno dvojím způsobem. V prvním případě byl u vybraných filtrů sledován pouze nárůst hmotnosti filtru vlivem vlhkosti obsažené v prosávaném vzduchu – viz výsledky uvedené v tabulce 1. Tato měření byla prováděna v průběhu 75 minut při průtoku 30 l.min^{-1} a při relativní vlhkosti (Ψ) 70 %. Z výsledků je patrné, že s přibývajícím časem docházelo u všech testovaných filtrů ke zvyšování jejich hmotnosti, přičemž množství zachycené vlhkosti záviselo nejen na době prosávání filtru, ale i na druhu použitého filtru, resp. na jeho sorbentu a na jeho množství – tabulka 2.

Rozdíly v přírůstku hmotnosti jednotlivých filtrů však nebyla až tak jednoznačné. V případě nejstaršího (MOF) a nejmladšího (dle roku výroby) druhu filtru (MOF-6-M) byly tyto přírůstky hmotnosti po 75 minutovém prosávání prakticky stejné (cca 1,6 g) a z testovaných filtrů dosahovaly nejnižších hodnot. Vyšších přírůstků pak bylo dosaženo u filtru MOF-2 (přibližně 2,7 g) a především u filtrů MOF-4 (bez ohledu na druh sorbentu) a MOF-5, kde přírůstek hmotnosti se pohyboval od 3,1 g (MOF-4 + SZS 710-1000) do 3,7 g (MOF-5). Vzhledem k tomu, že filtry obsahují rozdílné množství sorbentu, byl tento přírůstek též přepočítán na hmotnost sorbentu (viz tabulka 1).

Z těchto výsledků je patrné, že filtr MOF-6-M, co se týká sorpce vody, se v porovnání s ostatními filtry výrazně liší. Množství zachycené vody vztažené na 1 g sorbentu bylo v tomto případě výrazně nižší, přičemž dosahovalo pouze asi jedné třetiny (v porovnání s filtrem MOF-5) až jedné poloviny (porovnání s filtrem MOF-2) množství vody zachycené ostatními filtry. Tento rozdíl do značné míry souvisí nejen se značnou hmotností sorbentu obsaženého ve filtru MOF-6-M, kdy po stejné prosávací době je množství zachycené vody vztažené na 1 gram sorbentu nižší, ale i s kvalitou použitého sorbentu, resp. s jeho šarží.

Menší rozdíl byl také nalezen mezi různými sorbenty obsaženými ve filtrech MOF-4, kde filtr se sorbentem CHS-5 měl po 75 minutovém prosávání přírůstek hmotnosti o cca 0,4 g vyšší,

než filtr MOF-4 se středně zrněným sorbentem SZS 710-1000. Obdobně nepatrně vyšší byl nalezen i v případě přírůstku hmotnosti vztaženého na 1 gram sorbentu.

Tabulka 1 **Vliv doby měření na schopnost filtrů zachytávat vzdušnou vlhkost**

Typ filtru	MOF	MOF-2	MOF-4 + SZS	MOF-4 + CHS-5	MOF-5	MOF-6-M
<i>Měsíc a rok výroby</i>	1. 1967	9.1979	12.1981	5.1990	3.1991	11/1999
<i>Šarže</i>	1030/D-33	402/D-8	157/D-23	913/D-06	OS/D-13	
<i>t_m (min)</i>	<i>Hmotnost filtru (g)</i>					
0	393,39	263,98	239,29	258,58	256,53	338,72
15	394,22	264,59	240,03	260,32	257,34	339,26
30	394,33	265,17	240,70	260,83	258,20	339,39
45	394,48	265,70	241,33	261,20	258,95	339,72
60	394,78	266,19	241,92	261,74	259,58	340,09
75	395,00	266,67	242,43	262,13	260,19	340,41
<i>Δm₇₅₋₀ (g)</i>	1,61	2,69	3,14	3,55	3,66	1,69
<i>m_{sorbentu} (g)</i>		260	240	260	260	350
<i>m_{H₂O}/1g_{sorbentu} (%)</i>		1,03	1,31	1,37	1,41	0,47

V druhém případě byl sledován vliv vlhkosti na hmotnost a DSK filtru prosávaného plynovzdušnou směsí obsahující cyklohexan (tabulka 2). Z výsledků je patrný opět výrazný

rozdíl mezi hmotností a DSK filtru při různé Ψ. Vyšší relativní vlhkost výrazně ovlivnila vyšší přírůstek hmotnosti filtru (přibližně o 10 g), ale vedla ke snížení hodnoty DSK, a to přibližně o 0,7 g.

Tabulka 2 **Vliv relativní vlhkosti vzduchu**

Typ filtru	MOF-2	MOF-2
<i>Šarže</i>	6.1978/279/2	6.1978/278/5
<i>hmotnost před (g)</i>	254,1	249,8
<i>hmotnost po (g)</i>	267,3	253,2
<i>Δ m (g)</i>	13,2	3,4
<i>ψ (%)</i>	65-85	15-25
<i>RD (min)</i>	82,0	90,0
<i>DSK (g)</i>	7,1	7,8

Koncentrace

Vliv koncentrace na hodnotu DSK je nesporný - viz tabulka 3. Nižší koncentrace plynovzdušné směsi obsahující cyklohexan sice výrazně neovlivňuje DSK, ale vede k delší době zachytu

(RD). Avšak toto zvýšení RD není přímo úměrné poklesu koncentrace, tak jak by vyplývalo ze vzorce pro výpočet DSK.

Delší RD je výrazně ovlivněna vyšším přírůstkem hmotnosti filtru, přičemž do značné míry se na tomto přírůstku podílí voda obsažená v plynovzdušné směsi a zachytávaná během zkoušky, tak jak je to demonstrováno v tabulce 1. Jako zkušební látka byl v tomto případě použit cyklohexan, průtok směsi byl 30 l.min⁻¹.

Tabulka 3 **Vliv koncentrace testované látky na hodnotu DSK**

Typ filtru	MOF-6-M	MOF-6-M
<i>Šarže</i>	11.1999/578-3/99	11.1999/578-3/99
<i>hmotnost před (g)</i>	328,9	325,9
<i>hmotnost po (g)</i>	345,2	344,0
<i>Δ m (g)</i>	16,3	18,1
<i>ψ (%)</i>	70	70
<i>c_{průměrná} (ppm)</i>	4875	3468
<i>RD (min)</i>	36,0	53,0
<i>DSK (g)</i>	18,01	18,93

Tabulka 4 demonstruje výsledky vlivu koncentrace a Ψ na hodnoty DSK filtrů typu MOF, kde jako testovací látky bylo použito oxidu siřičitého. Průtok plynovzdušné směsi byl opět 30 l.min⁻¹.

I zde koncentrace plynovzdušné směsi měla zásadní vliv na hodnotu DSK, přičemž nejnižší hodnoty bylo dosaženo při koncentraci 3000 ppm a nejvyšší při 1000 ppm. Rozdíl činil 0,97 g, tj. přibližně 19 %. I zde, tak jako v předchozím případě, s rostoucí koncentrací docházelo k výraznějšímu poklesu RD.

Z tabulky je také patrné, že Ψ má významný vliv na hodnotu DSK. Její vyšší odchylka, a to jak směrem k nižším hodnotám ($\Psi = 24 \%$), tak i vyšším ($\Psi = 100 \%$) od standardní hodnoty cca 70 % vedla ke snížení jak RD, tak i hodnoty DSK.

Tabulka 4 Vliv koncentrace a relativní vlhkosti vzduchu na hodnoty DSK a RD

Filtr – typ	Rok výroby - šarže	RD (min)	DSK (g)	c (ppm)	Ψ (%)
MOF	8.1965/gt/83	77,55	6,09	1000	68,0
	8.1965/gts/83	21,75	5,12	3000	69,0
	8.1965/gts/83	14,30	5,62	5000	68,0
	8.1965/gts/83	13,50	5,30	5000	24,0
	6.1965/gts/65	13,40	5,26	5000	100,0

V následující tabulce 5 jsou uvedeny výsledky měření DSK filtrů MOF-2, MOF-4 a MOF-5 s ohledem na výrobní šarži a rok výroby. Filtry byly testovány na cyklohexan při průtoku 30 l.min⁻¹, Ψ 70 % a koncentraci 1000 ppm.

Z výsledků je zřejmé, že jednotlivé filtry se od sebe vzájemně liší, a to nejen typem, ale i rokem výroby, výrobní šarží a především druhem použitého sorbentu. Zejména použití různých druhů sorbentů vedlo ke značným rozdílům v hodnotách DSK, tak jak je to patrné u filtrů typu MOF-4. Filtry vyrobené v letech 1980-1985 obsahovaly středně zrněný sorbent SZS 710-1000, kdežto filtry vyrobené po roce 1985 (1986-1990) sorbent CHS-5.

Průměrná DSK filtrů MOF-4 se sorbentem SZS 710-1000 dosahuje přibližně 4,1 g, což představuje 46,2 % průměrné hodnoty DSK

filtrů obsahujících sorbent CHS-5 (DSK je cca 8,8 g). Obdobně i u filtrů MOF-2 a filtru MOF-5 bylo dosaženo vyšší průměrné hodnoty DSK, než u filtrů MOF-4 se sorbentem SZS 710-1000, a to 7,3 g, resp. 7,5 g. Přesto u filtrů MOF-2 s rokem výroby 1977-1979 nebyly splněny požadavky na záchyt cyklohexanu dle normy ČSN EN 14387, neboť pro použitou koncentraci 1000 ppm a požadovanou dobu záchytu 70 minut (filtry třídy A1) nebylo dosaženo odpovídající DSK 7,2 g.

Rozdíly mezi jednotlivými roky výroby a šaržemi se v některých případech značně liší, tak jak je tomu např. v případě filtrů MOF-2. U filtrů označených 2.1978 a 7.1979 bylo dosaženo DSK 6,3 g, kdežto u filtru 4.1980 9,3 g.

Tabulka 5 Vliv roku výroby, typu filtru a použitého sorbentu na hodnotu DSK

Rok výroby, šarže	Typ filtru		
	MOF-2 DSK (g)	MOF-4 DSK (g)	MOF-5 DSK (g)
12.1975/018/D - 50	7,40		
3.1976/045/D-17	7,78		
3.1977/155/D-24	6,66		
2.1978/240/D-19	6,30		
7.1979/387/D-8	6,33		
4.1980/459/D-15	9,33		
9.1980/024/D-17		4,25	
10.1981/141/D-10		4,69	
3.1982/179/D-24		3,62	
9.1983/333/D-23		4,06	
6.1984/414/D-14		3,69	
3.1985/478/D-40		4,05	
4.1986/582/D-43		9,50	
7.1987/690/D-48		8,34	
8.1988/775/D-23		8,63	
4.1989/835/D-02		9,03	
5.1990/914/D-5		8,41	
9.1991/005/D-05			7,47

Rozdíly v jednotlivých šaržích (rocích výroby) a sorbentech byly nalezeny i v případě amoniaku (tabulka 6 a 7) a oxidu siřičitého (tabulka 8). Získané výsledky jsou prezentovány při dvou různých koncentracích, popř. při různém průtoku plynovzdušné směsi (tabulka 7).

Tabulka 6 Vliv roku výroby, typu filtru a použitého sorbentu na hodnotu DSK - amoniak

Typ filtru	Rok výroby - šarže	RD (min)		DSK (g)	
		c (ppm)		c (ppm)	
		1000	5000	1000	5000
MOF	6.1965/gts/65		11,72		1,22
MOF-2	12.1975/D-50/018	24,65	12,50	0,51	1,30
	3.1976/D-17/045	36,65	8,75	0,76	0,91
	5.1977/D-24/155	25,00	9,35	0,52	0,98
	4.1978/D-30/265	21,55	7,66	0,45	0,80
	2.1979/D-29/240	22,90	7,25	0,48	0,76
	4.1980/D-15/459	19,50	7,18	0,41	0,75
MOF-4 + SZS 710-1000	9.1980/D-17/024	19,07	6,26	0,40	0,63
	10.1981/D-10/141	19,70	6,62	0,41	0,69
	3.1982/D-24/179	31,53	8,55	0,66	0,90
	10.1983/D-35/348	23,75	7,93	0,49	0,83
	6.1984/D-14/414	23,50	8,71	0,49	0,91
	3.1985/D-40/478	19,40	9,42	0,40	0,99
MOF-4 + CHS-5	4.1986/D-43/582	29,20	11,75	0,61	1,18
	7.1987/D-48/690	30,80	9,44	0,64	0,98
	8.1988/D-23/775	38,75	10,44	0,81	1,09
	4.1989/D-02/835	23,30	9,19	0,49	0,96
	5.1990/D-5/914	31,60	12,36	0,66	1,29
MOF-5	9.1991/D-05/005	39,00	11,30	0,81	1,18

Z výsledků, uvedených v tabulkách 6, 7, a 8 je patrné, že použití vyšší koncentrace plynovzdušné směsi obsahující plynou látku vedlo ve většině případů k vyšším hodnotám DSK. Tyto výsledky se však liší od výsledků

získaných v případě kapalně látky obsažené v plynovzdušné směsi, kde naopak vyšší koncentrace vedla ke snížení hodnoty DSK – viz tabulka 3.

Tabulka 7 Vliv koncentrace NH_3 , množství protékajícího vzduchu a množství pohlcené vody v filtru na hodnoty RD a DSK

Filtr-typ	Rok výroby – šarže	RD (min)	DSK (g)	c (ppm)	Q (l.min ⁻¹)
MOF	VII, 1969/ D-14/1478	31,10	0,65	1000	30
	VII, 1969/ D-14/1478	18,90	0,98	2500	30
	VII, 1969/ D-14/1478	9,00	0,94	5000	30
	VII, 1969/ D-14/1478	17,40	1,21	5000	20
	8,1965/gts/84	34,30	0,72	1000	
	8,1965/gts/84	18,90	0,98	2500	
	8,1965/gts/84	13,25	1,38	5000	
	8,1965/gts/84	16,30	1,13	5000	20

Tabulka 8 Vliv roku výroby, typu filtru a použitého sorbentu na hodnotu DSK – oxid siřičitý

Typ filtru	Rok výroby - šarže	RD (min)		DSK (g)	
		c (ppm)		c (ppm)	
		1000	5000	1000	5000
MOF	6.1965/gts/65	63,00	13,40	4,95	5,26
MOF-2	12.1975/D-50/018	56,00		4,40	
	12.1975/D-07/018		11,27		4,42
	3.1976/D-17/045	63,00	13,80	4,95	5,42
	3.1977/D-24/155	62,00	10,63	4,87	4,17
	2.1978/D-29/240	51,25	12,10	4,02	4,75
	5.1979/D-19/365	50,0		3,93	
	9.1979/D-8/402		12,00		4,71
	4.1980/D-15/459	46,25	11,50	3,64	4,52
MOF-4 + SZS 710-1000	9.1980/D-17/024	56,25	12,43	4,42	4,88
	10.1981/D-10/141	59,50	13,35	4,67	5,24
	3.1982/D-24/179	44,50	12,80	3,45	5,03
	10.1983/D-35/348	56,75	12,15	4,46	4,78
	6.1984/D-14/414	55,25	12,45	4,34	4,89
	3.1985/D-40/478	46,50	12,50	3,65	4,91
	4.1986/D-43/582	63,50	12,20	4,99	4,79
	7.1987/D-48/690	61,00	13,03	4,80	5,12
	8.1988/D-23/775	62,00	14,50	4,87	5,69
	4.1989/D-02/835	74,75	13,65	5,87	5,36
MOF-4 + CHS-5	5.1990/D-5/914	60,75	12,00	4,78	4,71
MOF-5	9.1991/D-05/005	72,00	16,35	5,66	6,42

ZÁVĚR

Získání přesných a správných hodnot při měření dynamické sorpční kapacity filtrů vyžaduje nejenom správné dodržování podmínek měření stanovených příslušnou normou, ale i eliminování dalších nežádoucích vlivů, které by mohly negativně ovlivnit konečný výsledek. Vzdušná vlhkost sice nemá až tak zásadní vliv na sorpci nebezpečných látek, negativně však ovlivňuje hmotnost filtru, což vedle ke zhoršení uživatelských parametrů, zejména dýchacího odporu. Naopak, koncentrace plynovzdušné směsi má zcela zásadní vliv jak na rezistenční dobu, tak i na výslednou dynamickou sorpční kapacitu. S vyšší koncentrací dochází k podstatnému

zkrácení rezistenční doby, což se projevuje nejen u různých typů filtrů, ale i výrobních šarží a roků výroby, bez ohledu na to, jaká zkušební látka byla pro testování použita.

Typ filtru, rok výroby i šarže mají také vliv na výsledné hodnoty rezistenční doby, a tím i na hodnoty dynamické sorpční kapacity, vzniklé rozdíly mohou souviset nejen s rozdílným datem výroby, ale i různým obsahem a druhem použitého sorbentu. Středně zrněný sorbent SZS 710-1000 v porovnání se sorbentem CHS-5 použitým zejména ve filtrech MOF-4 vykázal v průměru nižší sorpční kapacitu, neboť filtry, které jej obsahovaly, dosahovaly nižších hodnot rezistenční doby.

LITERATURA

- [1] SÝKORA, V., HYLÁK, Č.: *Vlastnosti ochranných prostředků používaných pro civilní obyvatelstvo ČR*, Sborník z vědecké konference s mezinárodní účastí. 2. část. Řešení krizových situací v špecifickom prostredí, Žilina 29. - 30. 6. 2006, s. 581-585.

- [2] ČSN EN 14387. Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Protiplynové a kombinované filtry – Požadavky, zkoušení a značení, 20 s.
- [3] SYKORA, V., HYLÁK, Č. *Metodika testování MOF na plynné látky*. Interní přepis. Lázně Bohdaneč 2003, 5 s.
- [4] SYKORA, V., HYLÁK, Č. *Metodika měření dynamické sorpční kapacity malých ochranných filtrů pomocí směšovacího zařízení SYCOS K-DPG při průtoku do 30 l/min*. Interní předpis. Lázně Bohdaneč 2006, 6 s.