

VLASTNOSTI OCHRANNÝCH PROSTŘEDKŮ POUŽÍVANÝCH V CIVILNÍ OCHRANĚ ČESKÉ REPUBLIKY

PROPERTIES OF THE PROTECTIVE MEANS USED IN THE CIVIL PROTECTION OF THE CZECH REPUBLIC

Vlastimil SÝKORA, Čestmír HYLÁK
vlastimil.sykora@ioolb.izscr.cz

Došlo 23. 3. 2010, upraveno 23. 4. 2010, 30. 4. 2010, přijato 7. 5. 2010.

Dostupné na http://www.population-protection.eu/attachments/027_vol2n1_sykora_hylak.pdf.

Abstract

Attestation which aimed to test quality of the means of individual protection used in the Czech Republic was performed. Hydrogen cyanide, chloropicrin and phosgene were used as testing materials in order to assess protective properties of the filters. Equipment for protecting breathing organs and body surface were examined for tensile strength, tearing and resistibility against abrasion and yperite penetration. Diffused filters of child's bags were also tested for sarin penetration.

Keywords

Population protection, protective equipments, filters, mechanical properties, high toxic war agents.

ÚVOD

Ochrannými prostředky dle stávající „Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2006 s výhledem do roku 2015“⁽¹⁾ (dále jen „Koncepce“) by měl stát za válečného stavu zabezpečovat vybrané skupiny obyvatelstva. Přestože těchto prostředků ubývá, stále se jich ve skladech nachází poměrně značné množství a vzhledem k tomu, že jejich obnovení je nejen materiálově, ale i finančně velice náročné, je snaha ponechat tyto prostředky, za předpokladu, že jsou plně funkční, co možná nejdéle. Jedná se zejména o dětské vaky, kazajky a ochranné masky, masky pro dospělé, ochranné filtry a speciální ochranný oděv SOO-CO.

Posuzování kvality ochranných filtrů bylo řešeno na základě „Pokynu generálního ředitele HZS ČR č. 25 ze dne 26. dubna 2007“ (dále jen „Pokyn“), kterým byly stanoveny zásady nakládání s malými ochrannými filtry (MOF). Pokyn vyšel z dosud prováděných měření, ze kterých vyplynulo, že filtry MOF-X s dostatečnou rezervou splňují kritéria k ochraně před NBC látkami⁽²⁾ a bakteriologickými (biologickými) prostředky, a to i po více jak 20-ti letech

skladování. Nebyly pouze splněny požadavky u zkoušky na dynamickou sorpční kapacitu (DSK) chlorkyanu (látka používaná v 1. polovině 20. století, v současné době její použití nepravděpodobné, při testech tato látka zastupuje pouze sama sebe). „Pokyn“ byl doplněn přílohou obsahující technické podmínky pro laboratorní zkoušky MOF – určení MOF, všeobecné pokyny pro laboratorní zkoušky, technické specifikace jednotlivých filtrů a způsob hodnocení MOF podle výsledků laboratorních zkoušek. Zkoušky byly prováděny Institutem ochrany obyvatelstva ve spolupráci s a.s. SIGMA Lutín.

Posuzování kvality ochranných masek, resp. jejich lícnic, dětských ochranných vaků, dětských kazajek a speciálního ochranného oděvu bylo prováděno periodicky, a to vždy po třech letech. Při těchto periodických kontrolách byly ochranné prostředky posuzovány z pohledu odolnosti použitého materiálu vůči pronikání yperitu (HD) dle příslušných technických podmínek. Tyto zkoušky byly prováděny Institutem ochrany obyvatelstva.

Mechanické vlastnosti byly testovány přímo na materiálech, ze kterých byly dětské vaky DV-65 a DV-75, dětské ochranné kazajky DK-62 a DK-88 a ochranný oděv SOO CO vyrobeny. Ve všech případech se jednalo o pogumovaný textil a na odebraných vzorcích byly provedeny zkoušky pevnosti materiálu v tahu a v natržení a odolnost materiálu na oděr. Zkoušky pevnosti v tahu a v natržení byly provedeny ve spolupráci s akreditovanou laboratoří společnosti SYNPO a.s., Pardubice. Zkoušky na oděr byly provedeny v laboratoři VOP-026 Šternberk s. p., divize VTÚO Brno.

Ve spolupráci s Katedrou toxikologie Fakulty vojenského zdravotnictví, Univerzity obrany v Hradci Králové bylo provedeno ověření ochranných účinků dětských vaků DV-65 a DV-75 proti parám sarinu³⁾, přičemž se opět vycházelo ze stávající „Koncepce“, kde se připouští možnost jejich použití jako doplňujícího opatření k evakuaci a ukrytí v období válečného stavu.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Materiál a chemikálie

Filtry pro posuzování dynamické sorpční kapacity byly získány ze skladů MV – GR HZS ČR – Základny logistiky Olomouc v Hluboké nad Vltavou, Kojeticích a Drahanovicích, část těchto filtrů byla předána chemické laboratoři SIGMA Výzkumný a vývojový ústav, s.r.o. Lutín pro ověření dynamické sorpční kapacity na fosgen (COCl_2) a kyanovodík (HCN), zbytek byl ponechán pro zkoušky na chlorpikrin (CCl_3NO_2) v Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč. Označení použitých jednotlivých filtrů (šarže, ročník a typ) je uvedeno v příslušných tabulkách společně s dosaženými výsledky.

Ochranné prostředky pro stanovení odolnosti na yperit byly vybrány ze skladu Institutu ochrany obyvatelstva.

Ochranné vaky pro stanovení odolnosti proti průniku par sarinu byly získány ze skladu MV – GŘ HZS ČR – Základny logistiky Olomouc v Drahanovicích. Označení jednotlivých vaků je opět společně uvedeno s dosaženými výsledky v příslušných tabulkách.

Chlorpikrin pro stanovení dynamické sorpční kapacity, yperit pro odolnost vůči průniku skrz zkoušené prostředky a sarin určený pro testování účinnosti difúzních filtrů dětských vaků (obsah účinné látky: 87,5 mg v 100 µl) byly vzaty ze skladů Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč.

Pro ověření účinku dlouhodobého působení nízkých koncentrací sarinu na aktivitu krevních cholinesteráz i pro testování ochranné účinnosti dětských vaků byly použity samice albinotického potkana kmene Wistar o hmotnosti 150 – 250 g (BioTest, Konárovice); 0,2 M vodný roztok tris(hydroxymethyl)aminomethan (TRIS) o pH 7,6; 0,2% roztok 5,5'-dithiobis-2-nitrobenzoové kyseliny (Ellmanovo činidlo, DTNB) v TRIS pufru pH 7,6; 0,29% vodný roztok acetylthiocholin jodidu.

Přístroje a zařízení

- a) Dynamická sorpční kapacita: měřící trať byla sestavena z míšícího zařízení SYCOS K-DPG, které obsahovalo injekční modul (mikroprocesorem kontrolovaná injekční pumpa, vyhříváný nástřikový blok - max. 180 °C, vyhříváný T-kus pro společné zavádění plynných proudů a připojovací blok pro vyhřívání vedení s vyměnitelnou PTFE trůbkou - max. 200 °C) a řídící jednotku (skládající se z regulátoru hmotnostního průtoku, regulátoru tlaku nulového plynu, manometru na ukazování vstupního tlaku nulového plynu, regulátoru teploty pro ohřívání nástřikový blok a vyhřívání vedení, regulačního ventilu pro řídící větve plynu a plovákového průtokoměru v kalibrační větvi); čistý vzduch o požadovaných parametrech (teplota, vlhkost) byl získán pomocí generátoru pro přípravu suchého a čistého vzduchu INTROX a detekce byla prováděna pomocí IČ spektrofotometru MIRAN 1B2.
- b) Rezistenční doba na yperit: inkubátor (sušárna).
- c) Odolnost difúzních filtrů dětských vaků: umělé plíce, přenosný digitální plynový chromatograf CH 05-1, typ Voyager, Photovac, Waltham, USA (stanovení koncentrace par sarinu), RAID (Bruker Saxonía Analytik GmbH, SRN), spektrofotometr Spekol 210 s vlnovou délkou upravenou na 440 nm (pro měření aktivity cholinesteráz).
- d) Mechanické vlastnosti: stanovení max. síly a tažnosti při max. síle bylo provedeno na univerzálním zkušebním stroji ZWICK/ROELL Z050 (upínací délka 100 mm, rychlost prodlužování 100 mm.min⁻¹, předpětí 5 N, teplota 23 °C, relativní vlhkost 50 %), odolnost proti roztržení metodou jednoduchého trhu na univerzálním zkušebním stroji DY 36 (Adamel-Lhomargy) (rychlost zkoušky 250 mm.min⁻¹), test na oděr na odíracím stroji, kterým disponuje VTÚO Brno.

Postup měření

a) Dynamická sorpční kapacita

Měření dynamické sorpční kapacity bylo prováděno dle technických podmínek stanovených pro laboratorní zkoušky schválené Pokynem č. 25 GR HZS ČR ze dne 2007 a v souladu s ČSN EN 14387:04 Ochranné prostředky dýchacích orgánů. Protiplýnové a kombinované filtry. Požadavky, zkoušení, značení v chemické laboratoři SIGMA Výzkumný a vývojový ústav, s.r.o. Lutín a v chemické laboratoři Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč. Pro měření 1 ročníku (viz tabulky č. 3, 4 a 5) daného typu filtru bylo použito vždy 3 ks filtrů.

Vlastní měření spočívalo v prohánění směsi vzduchu s testovanou látkou o požadované teplotě, vlhkosti a koncentraci zkušebním filtrem a následně detekci vhodnou analytickou metodou. Podmínky měření a požadavky na jednotlivé typy filtrů jsou uvedeny v tabulkách č. 1 a č. 2 (pro HCN je normou stanovena průniková koncentrace 10 ml.m^{-3} , indikace průniku je dána změnou barvy indikátoru; pro chlorpikrin je v technických podmínkách uvedena pouze hodnota koncentrace chlorpikrinu v plynovzdušné směsi, kdy dochází k průniku skrz filtr, což se projevuje vznikem červenofialového zbarvení indikátoru - tato koncentrace je $3 \text{ } \mu\text{g.dm}^{-3}$; průnik fosgenu je detekován změnou barvy vhodně připraveného indikačního papírku, průniková koncentrace se neuvádí).

Tabulka 1
Podmínky měření

Požadavky Filtr	Q_{zp} (l.min^{-1})	t_{zp} ($^{\circ}\text{C}$)	φ_{zp} (%)			c_{zp} (mg.l^{-1})		
			chlor- pikrin	HCN	fosgen	chlor- pikrin	HCN	fosgen
MOF-2	$30 \pm 1,5$	22 ± 2	70 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	$8 \pm 1,6$	$5 \pm 1,0$	$10 \pm 0,4$
MOF-4 (1980-1985)	$30 \pm 1,5$	22 ± 2	70 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	$8 \pm 1,6$	$5 \pm 1,0$	$10 \pm 0,4$
MOF-4 (1986-1993)	$30 \pm 1,5$	22 ± 2	70 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	$8 \pm 1,6$	$5 \pm 1,0$	$10 \pm 0,4$
MOF-5	$30 \pm 1,5$	22 ± 2	70 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	$8 \pm 1,6$	$5 \pm 1,0$	$10 \pm 0,4$
MOF-6-M	$30 \pm 1,5$	22 ± 2	70 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	$8 \pm 1,6$	$5 \pm 1,0$	$10 \pm 0,4$

Pozn.: φ_{zp} , c_{zp} ... relativní vlhkost, resp. koncentrace zkušebního plynu,
 Q_{zp} ... průtok směsi vzduchu se zkušební látkou.

Tabulka 2
Technické požadavky na jednotlivé typy filtrů

Filtr	DSK (g)			hmot- nost _{filtru} (g)	odpor _{filtru} (Pa)
	kyanovodík HCN	fosgen COCl ₂	chlorpikrin CCl ₃ NO ₂		
MOF-2	3,7	7,5	3	260 ± 13	190 ± 9,5
MOF-4 (1980-1985)	3,7	7,5	3	240 ± 12	170 ± 8,5
MOF-4 (1986-1993)	3,7	7,5	3	260 ± 13	180 ± 9,0
MOF-5	3,7	8,0	8	260 ± 13	150 ± 7,5
MOF-6-M	3,0	8,0	15	350 ± 17,5	170 ± 8,5

Pozn.: odpor filtrů měřen při průtoku 30 ± 1,5 l/min.

b) Rezistenční doba na yperit

Stanovení rezistenční doby na yperit jednotlivých materiálů vycházelo z příslušných technických podmínek jednotlivých ochranných prostředků. Vlastní zkouška je založena na průniku yperitu skrz zkoušený materiál za předepsaných podmínek a následné indikaci pomocí 0,5% roztoku diethyldithiokarbamidanu sodného (kupralu) za vytvoření opalescence.

Indikační roztok kupralu ve zkušební skleněné nádobce překryté vzorkem je po předepsanou dobu temperován v sušárně, poté je na vzorek nakápnuto 0,2 ml yperitu, vzorek i s yperitem je zavíčkovan a zaparafinován. Poté je opět vložen do sušárny s nastavenou teplotou.

Rezistenční doba je čas měřený od nakápnutí yperitu na vzorek zkoušeného materiálu do objevení se opalescence (zákalu), která vzniká po reakci yperitu s kupralem za vzniku nerozpustné sloučeniny.

c) Stanovení odolnosti difúzních filtrů dětských vaků

Testované dětské vaky byly po vyjmutí z expedičního obalu prohlédnuty a sestaveny podle návodu. Nahoře do čelní stěny byly vystříženy dva otvory. K jednomu byla připevněna hadice pro dodýchávání pomocí umělých plic (Auer, SRN) a k druhému hadice pro odběr vzorků vzduchu z vnitřní atmosféry vaku pro kontrolu případného zamoření sarinem. Před vložením vaků do komory byla z difúzních filtrů odstraněna svrchní krycí část. Do speciálních klíček, umožňujících dobrou cirkulaci vzduchu, byla umístěna vždy čtveřice zvířat a do každého testovaného vaku byly vloženy 2 takovéto klíčky. Poté byly dětské vaky uzavřeny a vloženy do inhalační komory, vždy jeden vak DV-65 a jeden vak DV-75 tak, aby vzduch v komoře mohl volně difundovat přes ochranné filtry. Vaky byly napojeny na přívod vzduchu z umělých plic, kterými bylo simulováno dýchání dítěte o hmotnosti cca 15 kg (počet dechů umělých plic – 30/min do každého vaku, dechový objem umělých plic – 200 ml; dechová frekvence potkana – 50/min, dechový objem potkana – 1,1 ml; celková ventilace 1 vaku včetně 8 zvířat: 6,43 l·min⁻¹). Umělé plíce tedy vháněly do dětského vaku čistý vzduch a přes filtry do vaku proudil vzduch ze zamořené inhalační komory.

Po uzavření komory byl vzduch zamořen sarinem a to tak, aby koncentrace sarinu v komoře byla minimálně $100 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Délka expozice byla 6 h nebo 12 h. Kontrolní zvířata byla po stejnou dobu v klíčkách v laboratoři mimo komoru. Během celé expozice (vždy po 1 hodině) byl kontrolován stav ovzduší v obou dětských vacích (pomocí přístroje RAID) i koncentrace sarinu v komoře pomocí přenosného digitálního plynového chromatografu CH 05-1 (typ Voyager, Photovac, Waltham, USA). Po celou dobu expozice byla také sledována zvířata, zda se u nich neobjevují příznaky otravy (slinění, třes, křeče).

Po skončení expozice byl vzduch z komory odsát a komora byla s vloženými vaky odvětrána (30 minut). Poté byly vaky vyjmuty na volné prostranství, otevřeny a vyjmuty klíčky se zvířaty. Bezprostředně poté byla zvířatům odebrána v lehké éterové narkóze krev, ve které byla zjišťována aktivita cholinesteráz. Výsledky byly porovnány s hodnotami kontrolních zvířat.

d) Měření mechanických vlastností materiálů ochranných prostředků

Podle ČN EN ISO 13934-1 bylo provedeno stanovení maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody STRIP a stanovení odolnosti materiálů proti roztržení metodou jednoduchého trhu dle ASTM D 1938-02 dle certifikovaných postupů v a. s. SYNPO Pardubice. Pro měření bylo použito vždy 5 ks vzorků, které byly před měřením upraveny a kondicionovány. Test na oděr byl proveden na odíracím stroji ve VTÚO Brno dle interního postupu. Pro měření bylo opět použito 5 ks vzorku.

Výsledky a diskuze

a) Ochranné filtry

Požadavky na měření vycházely jednak z technických podmínek (TP) jednotlivých filtrů a jednak z normy ČSN EN 14387 (viz tabulka č. 2).

DSK na kyanovodík byla vypočtena na základě rozdílu hmotností odparné nádoby před a po měření jednotlivých MOF.

DSK MOF na chlorpikrin a fosgen byla vypočtena podle následujícího vztahu:

$$\text{DSK (mg)} = M \cdot h \cdot (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}) \cdot V \cdot (\text{l} \cdot \text{min}^{-1}) \cdot C \cdot (\text{ppm}) \cdot t \cdot (\text{min}) / 24470$$

- M. h. molekulová hmotnost zkušební látky,
- V požadovaný průtok vzduchu,
- C průměrná koncentrace zkušební látky,
- t doba, za kterou ještě nedošlo k průniku a indikaci zkušební látky.

U všech typů MOF bylo požadováno, aby koeficient průniku aerosolu parafinového oleje nepřekročil hodnotu $5 \cdot 10^{-3} \%$ a dynamická sorpční kapacita na bojové otravné látky splňovala požadavky uvedené v tabulce č. 2.

Hlavní roli pro posouzení ponechání či likvidaci MOF měly hodnoty DSK. Z níže uvedených tabulek č. 3, č. 4 a č. 5 je patrné, že požadavkům na chlorpikrin vyhověly všechny hodnocené filtry.

V případě hodnocení MOF na kyanovodík nebyly požadavky splněny u 2 filtrů MOF-4 (ročníky 1981 a 1982), tj. u filtrů obsahujících středně zrněný sorbent SZS 710-1000. Požadavek 3,7 g byl splněn pouze na 92 %, resp. 89 %.

Obdobně, i u stanovení DSK na fosgen, nebylo v několika případech dosaženo požadovaných hodnot. Jednalo se zejména o filtr MOF-2 (ročník 1978), kde požadavek 7,5 byl splněn pouze na 84 %, filtr MOF-4 (ročník 1984) obsahující opět středně zrněný sorbent SZS 710-1000, kde bylo dosaženo 96 % požadované hodnoty a filtr MOF-4 (ročník 1987) se sorbentem CHS-5, kde u 2 ze 3 měřených kusů filtrů nebylo dosaženo požadované hodnoty 7,5 g. Rozdíl byl již vyšší a pohyboval se od 12 do 24 %. Vzhledem k tomu, že tento ročník v ostatních případech (jak 3. hodnocený filtr, tak i zkoušky s ostatními zkušebními chemikáliemi) vyhověl, lze z výsledků usuzovat na to, že takto náhodně vybrané filtry pro hodnocení byly nesprávně skladovány nebo odvíčkovány. Přesto byl celý ročník pro další používání ze skladů CO vyřazen.

Tabulka 3

Výsledky zkoušek dynamické sorpční kapacity filtrů MOF-2 na chlorpikrin, kyanovodík a fosgen

Typ filtru	RD (min)			DSK (g)			Hodnocení
	CCl ₃ NO ₂	HCN	COCl ₂	CCl ₃ NO ₂	HCN	COCl ₂	
Ročník 1975							
MOF-2	31	29	35	6,8	4,3	10,5	Vyhovuje
	> 20	29	35	> 4,4	4,3	10,5	Vyhovuje
	> 20	32	28	> 4,4	4,8	8,4	Vyhovuje
Ročník 1976							
MOF-2	102	33	35	22,4	4,9	10,5	Vyhovuje
	> 20	30	32	> 4,4	4,5	9,6	Vyhovuje
	> 20	34	26	> 4,4	5,1	7,8	Vyhovuje
Ročník 1977							
MOF-2	88	34	32	19,3	5,1	9,6	Vyhovuje
	> 20	34	33	> 4,4	5,1	9,9	Vyhovuje
	> 20	34	29	> 4,4	5,1	8,7	Vyhovuje
Ročník 1978							
MOF-2	110	34	21	24,2	5,1	6,3	Nevyhovuje
	> 20	34	32	> 4,4	5,1	9,6	Vyhovuje
	> 20	34	31	> 4,4	5,1	9,3	Vyhovuje
Ročník 1979							
MOF-2	> 20	30	34	> 4,4	4,5	10,2	Vyhovuje
	> 20	30	35	> 4,4	4,5	10,5	Vyhovuje
	90	31	35	19,8	4,6	10,5	Vyhovuje
Ročník 1980							
MOF-2	> 20	35	27	> 4,4	5,2	8,1	Vyhovuje
	65	31	26	14,3	4,6	7,8	Vyhovuje
	> 20	34	28	> 4,4	5,1	8,4	Vyhovuje

Tabulka 4
Výsledky zkoušek dynamické sorpční kapacity filtrů MOF-4 na chlorpikrin,
kyanovodík a fosgen

Typ filtru	RD (min)			DSK (g)			Hodnocení
	CCl ₃ NO ₂	HCN	COCl ₂	CCl ₃ NO ₂	HCN	COCl ₂	
Ročník 1980							
MOF-4	> 20	29	26	> 4,4	4,3	7,8	Vyhovuje
	31	30	28	6,8	4,5	8,4	Vyhovuje
	> 20	31	25	> 4,4	4,6	7,5	Vyhovuje
Ročník 1981							
MOF-4	49	31	30	10,8	4,6	9	Vyhovuje
	> 20	23	29	> 4,4	3,4	8,7	Nevyhovuje
	> 20	25	29	> 4,4	3,7	8,7	Vyhovuje
Ročník 1982							
MOF-4	> 20	22	29	> 4,4	3,3	8,7	Nevyhovuje
	> 20	28	27	> 4,4	4,2	8,1	Vyhovuje
	35	31	31	7,7	4,6	9,3	Vyhovuje
Ročník 1983							
MOF-4	> 20	32	33	> 4,4	4,8	9,9	Vyhovuje
	55	29	25	12,1	4,3	7,5	Vyhovuje
	> 20	29	31	> 4,4	4,3	9,3	Vyhovuje
Ročník 1984							
MOF-4	> 20	27	29	> 4,4	4,1	8,7	Vyhovuje
	38	28	25	8,4	4,2	7,5	Vyhovuje
	> 20	29	24	> 4,4	4,3	7,2	Nevyhovuje
Ročník 1985							
MOF-4	> 20	30	29	> 4,4	4,5	8,7	Vyhovuje
	30	31	29	6,6	4,6	8,7	Vyhovuje
	> 20	31	28	> 4,4	4,6	8,4	Vyhovuje
Ročník 1986							
MOF-4	87	30	29	19,1	4,5	8,7	Vyhovuje
	> 20	30	29	> 4,4	4,5	8,7	Vyhovuje
	> 20	31	31	> 4,4	4,6	9,3	Vyhovuje
Ročník 1987							
MOF-4	37	32	22	8,1	4,8	6,6	Nevyhovuje
	> 20	32	29	> 4,4	4,8	8,7	Vyhovuje
	> 20	26	19	> 4,4	3,9	5,7	Nevyhovuje
Ročník 1988							
MOF-4	94	33	30	20,7	4,9	9	Vyhovuje
	> 20	34	30	> 4,4	5,1	9	Vyhovuje
	> 20	34	29	> 4,4	5,1	8,7	Vyhovuje

Pokračování tabulky 4

Ročník 1989							
MOF-4	93	34	30	20,4	5,1	9	Vyhovuje
	> 20	32	33	> 4,4	4,8	9,9	Vyhovuje
	> 20	31	33	> 4,4	4,6	9,9	Vyhovuje
Ročník 1990							
MOF-4	110	35	28	24,17	5,2	8,4	Vyhovuje
	> 20	36	34	> 4,4	5,4	10,2	Vyhovuje
	> 20	34	28	> 4,4	5,1	8,4	Vyhovuje
Ročník 1991							
MOF-4	58	34	38	12,8	5,1	11,4	Vyhovuje
	> 20	36	25	> 4,4	5,4	7,5	Vyhovuje
	> 20	36	38	> 4,4	5,4	11,4	Vyhovuje
Ročník 1992							
MOF-4	98	35	41	21,5	5,2	12,3	Vyhovuje
	> 20	35	38	> 4,4	5,2	11,4	Vyhovuje
	> 20	37	43	> 4,4	5,5	12,9	Vyhovuje
Ročník 1993							
MOF-4	99	37	40	21,8	5,5	12	Vyhovuje
	> 20	37	35	> 4,4	5,5	10,5	Vyhovuje
	> 20	36	37	> 4,4	5,4	11,1	Vyhovuje

Pozn.: Filtry MOF-4 vyrobené v roce 1980-1985 obsahovaly sorbent SZS 710-1000, v roce 1986-1993 sorbent CHS-5.

Tabulka 5

Výsledky zkoušek dynamické sorpční kapacity filtrů MOF-5 a MOF-6-M na chlorpikrin, kyanovodík a fosgen

Typ filtru	RD (min)			DSK (g)			Hodnocení
	CCl ₃ NO ₂	HCN	COCl ₂	CCl ₃ NO ₂	HCN	COCl ₂	
Ročník 1991							
MOF-5	40	37	37	8,8	5,5	11,1	Vyhovuje
	60	38	32	13,2	5,7	9,6	Vyhovuje
	> 40	38	36	> 8,8	5,7	10,8	Vyhovuje
Ročník 1999							
MOF-6-M	180	41	53	39,6	6,1	15,9	Vyhovuje
	> 70	41	50	> 15,4	6,1	15	Vyhovuje
	> 70	38	52	> 15,4	5,7	15,6	Vyhovuje
Ročník 2003							
MOF-6-M	215	50	65	47,2	7,5	19,5	Vyhovuje
	> 70	50	68	> 15,4	7,5	20,4	Vyhovuje
	> 70			> 15,4			Vyhovuje
Ročník 2004							
MOF-6	> 70	55	67	> 15,4	8,2	20,1	Vyhovuje
	210	56	70	46,2	8,5	21	Vyhovuje
	> 70			> 15,4			Vyhovuje

b) Odolnost materiálů na průnik yperitu

Zkoušky rezistence prostředků individuální ochrany na otravné látky byly provedeny na níže uvedených ochranných prostředcích a na všech zavedených typech ochranných masek do systému HZS-CO, tzn. na dětských maskách DM-1 a CM-3/3h a maskách pro dospělé CM-3 a CM-4. Jednotlivé výsledky jsou uvedeny v následující tabulce č. 6.

*Tabulka 6
Rezistenční doba prostředků individuální ochrany na yperit*

Typ ochranného prostředku / rok výroby	Požadavek na RDY dle TP (min)	RDY (hod)
<i>Dětský vak DV-65/1966</i>	75	> 285 min
<i>Dětský vak DV-75/1984</i>	75	> 285 min
<i>Dětská kazajka DK-62/1963</i>	75	> 285 min
<i>Dětská kazajka DK-88/1992</i>	120	> 330 min
<i>Dětská maska DM-1/1963</i>	90	> 300 min
<i>Dětská maska CM-3/3h/1964</i>	90	> 300 min
<i>Ochranná maska CM-3/1963</i>	90	> 330 min
<i>Ochranná maska CM-4/1978</i>	90	> 330 min
<i>Speciální ochranný oděv SOO CO / 1987</i>	materiál oděvu 180	> 420 min
	přezůvky 360	> 420 min

Pozn.: TP ... technické podmínky,
RDY ... rezistenční doba na yperit.

Z výsledků je patrné, že všechny zkoušené materiály nejenže vyhověly technickým požadavkům na odolnost materiálu proti průniku yperitu, ale naopak naměřené hodnoty vysoce překročily požadavky technických podmínek.

V případě dětských vaků byly požadované hodnoty přibližně 4x vyšší, u dětských kazajek 4x (DK-62), resp. 3x (DK-88) vyšší, u dětských masek více jak 3x a u masek pro dospělé více jak 3,5x vyšší.

U ochranného oděvu výsledek záležel na místě odběru vzorku. V případě materiálu oděvu byly naměřeny hodnoty přibližně dvojnásobně vyšší a v případě přezůvek přibližně o 16 % vyšší než bylo požadováno.

c) Odolnost difuzních filtrů dětských vaků

Během experimentu byla v každém vaku pomocí přístroje RAID vždy po 1 hodině měřena koncentrace sarinu. Po celou dobu zkoušek, tj. u 10-ti vaků, nebyl ani v jednom případě zaznamenána průnik sarinu skrz difuzní filtry do prostoru vaku.

Stanovení aktivity cholinesteráz v krvi potkanů

Aktivita krevních cholinesteráz byla zjišťována modifikovanou Ellmanovou metodou⁴⁾. Jako substrát byl použit acetylthiocholin jodid, který byl stanovovanými cholinesterázami štěpen na thiocholin a kyselinu octovou. Stanovuje se pak SH- skupina thiocholinu, která se naváže na DTNB, a jeho zbytek – 5-merkpto-2-nitrobenzoová kyselina – je fotometrován.

Vlastní měření bylo prováděno sledováním absorbance vzorku při 440 nm proti slepému pokusu, kde místo substrátu se nacházela destilovaná voda, a to každých 30 s po dobu 5 minut. Směrnice této časové závislosti udává aktivitu příslušného vzorku. Ze všech 8 naměřených vzorků pro příslušný vak byla vypočtena průměrná hodnota, která byla na závěr vyjádřena v procentech aktivity kontrolní skupiny podle vzorce:

$$\%A = X_x \cdot 100 / X_k ,$$

% A aktivita cholinesteráz,
 X_x průměrná hodnota aktivity (směrnice) pro příslušnou skupinu zvířat,
 X_k průměrná hodnota aktivity (směrnice) pro kontrolní skupinu zvířat.

Za signifikantní snížení hodnoty aktivity krevních cholinesteráz je považován pokles o minimálně 20 % proti kontrolním zvířatům. Pokles aktivity do 20 % proti kontrolním skupinám lze vysvětlit jednak biologickou variabilitou zvířat a jednak chybou měření. Výsledky měření jsou uvedeny v následujících tabulkách (č. 7 pro DV-65 a č. 8 pro DV-75).

*Tabulka 7
 Účinnost ochranného vaku DV-65 proti parám sarinu*

sériové číslo DV	c_{sarinu} v ZK ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	délka expozice (h)	$t_{\text{laboratoř}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	aktivita ChE (%)	statistická významnost rozdílu proti kontrolám
34 (13. 5. 1969)	97,5	6	21,8	82,4	statisticky nevýznamný
18 (4. 5. 1973)	147,3	6	22,3	110,7	statisticky nevýznamný
25 (6. 6. 1966)	105,4	6	21,9	114,6	statisticky nevýznamný
25 (6. 6. 1966)	176,1	6	22,1	103,0	statisticky nevýznamný
13 (13. 2. 1968)	188,9	12	22,0	92,2	statisticky nevýznamný

Pozn.: pro zkoušení 1 vaku bylo vždy použito 8 zvířat;
 ZK ... zkušební komora;
 ChE ... cholinesteráza.

Tabulka 8
Účinnost ochranného vaku DV-75 proti parám sarinu

sériové číslo DV	c_{sarinu} v ZK (mg.m⁻³)	délka expozice (h)	t_{laboratoř} (°C)	aktivita ChE (%)	statistická významnost rozdílu proti kontrolám
11/89 9482 9365/2	97,5	6	21,8	80,8	statisticky nevýznamný
11/89 9482 9365/2	147,3	6	22,3	109,3	statisticky nevýznamný
10/88 8204 8291	105,4	6	21,9	106,8	statisticky nevýznamný
3/84 3473/4125/2	176,1	6	22,1	114,0	statisticky nevýznamný
3/84 3487/4121/1	188,9	12	22,0	90,2	statisticky nevýznamný

Pozn.: pro zkoušení 1 vaku bylo vždy použito 8 zvířat;
ZK ... zkušební komora;
ChE ... cholinesteráza.

U obou typů vaků nebylo nalezeno snížení aktivity krevních ChE větší než 20 % hodnot aktivity kontrolních zvířat. Podle požadavků oba hodnocené vaky vyhovují. U každého typu ale s delší expozicí a vyšší vstupní koncentrací sarinu ve zkušební komoře byla naměřena nižší aktivita ChE. Z toho lze usuzovat, že s delší expozicí a při vyšší koncentraci sarinu dochází pravděpodobně, byť i ve velmi malé míře, k nepatrnému průniku sarinu skrz difuzní filtry, což vede ke snížení aktivity krevních ChE. Rozdíly mezi jednotlivými typy vaků pak byly statisticky nevýznamné.

d) Mechanické vlastnosti

V následující tabulce č. 9 jsou uvedeny výsledky měření a požadované hodnoty příslušných parametrů, které byly stanoveny pro testované PIO v technických požadavcích (TP) na jejich výrobu. Vzorky (viz tabulka č. 6; použitý ochranný oděv SOO-CO byl před zkouškou cca 50 h používán) byly odebrány z různých míst, u dětských vaků to bylo ze dna a boků, u dětských kazajek z rukávů, tělové části a hlavové kukly, u SOO-CO z rukávů, nohavic nástavce vstupního otvoru a z trupové části oděvu. V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty všech měření příslušného ochranného prostředku.

Tabulka 9
Mechanické vlastnosti prostředků individuální ochrany

Hodnocený parametr	Dětský vak DV-65	Dětský vak DV-75	Dětská kazajka DK-62	Dětská kazajka DK-88	Ochranný oděv SOO CO
<i>Pevnost v tahu osnova/útek (N)</i>	270/243	580/380	260/232	565/470	630/375
<i>Požadavek TP</i>	225/220	450/350	nestanoveno	450/350	500/500
<i>Pevnost v natržení osnova/útek (N)</i>	10/8	10,5/10,3	10/8,2	11,4/10,6	29,2/22,2
<i>Požadavek TP</i>	nestanoveno	9/9	nestanoveno	9/9	25/25
<i>Oděř</i>	vyhověl	vyhověl	nevyhověl	vyhověl	nevyhověl
<i>Požadavek TP</i>	nestanoveno (3000 cyklů)	nestanoveno (3000 cyklů)	nestanoveno (3000 cyklů)	3000 cyklů	3000 cyklů

Pozn.: TP (technické podmínky) pro DV-65, DV-75 a DK-62 nestanovují požadavky na oděř, hodnocení oděru bylo provedeno dle metodiky používané ve VTÚO Brno 23 1103.

Z výsledků měření je patrné, že dětské vaky DV-65 a DV-75 i dětská kazajka DK-88 splnily všechny požadavky na mechanickou odolnost stanovených TP. Dětská kazajka DK-62, jakožto starší typ, nevyhověla pouze požadavku na oděř, tato zkouška však není technickými podmínkami požadována. V případě DK-62 tento negativní výsledek jen potvrdil správnost rozhodnutí DK-62 vyřadit ze skladů civilní ochrany. Materiál speciálního ochranného oděvu SOO-CO nesplnil požadavky ve třech parametrech, tj. v pevnosti v tahu (o cca 25 %) a v natržení (cca o 11 %; u obou při měření ve směru útek) a nevyhověl ani požadavku na oděř. V tomto případě je pravděpodobné, že požadavky TP speciálního ochranného oděvu nebyly splněny proto, že materiál který byl pro testování použit, nebyl z nového, ale z několikrát použitého oděvu. Tento materiál byl takto vybrán záměrně, neboť jsme chtěli posoudit, do jaké míry používání oděvu ovlivní mechanické vlastnosti.

ZÁVĚR

Z předložených výsledků je zřejmé, že ochranné prostředky, jsou-li správně skladovány a ošetřovány, ponechávají si své původní funkční vlastnosti i nad rámec své skladovací doby. Z toho plyne, že není nezbytně nutné se těchto

ochranných prostředků neúčelně zbavovat a likvidovat je, neboť do jejich vývoje a výroby bylo v minulosti vloženo značné množství materiálních a duševních prostředků. Důvodem může být i skutečnost, že v současné ekonomické situaci se dá jen těžko předpokládat, že stát bude nakupovat na sklad nové prostředky individuální ochrany, a plnění úkolů vyplývajících z “Koncepce” může být takto vážně ohroženo.

Literatura

- [1] Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2006 s výhledem do roku 2015.
- [2] SÝKORA, V., HYLÁK, Č. Patří filtry typu MOF do starého železa? *VI. 112*, 2007, roč. VI, č. 3, s. 22-23.
- [3] ŠEVELOVÁ, L., CABAL, J., HYLÁK, Č. a SÝKORA, V. *Ochranné vlastnosti dětských vaků DV-65 a DV-75*. [Výzkumná zpráva.] Hradec králové, 2003.
- [4] BAJGAR, J. Stanovení aktivity cholinesterázy v lidské krvi - možná modifikace pro polní použití. *Voj. zdrav. listy*, 1972, roč. 41, str. 78-80.