

propan-butan) lze použít u vhodně rekonstruovaných původně naftových motorů. Škodlivé výfukové emise těchto motorů na alternativní paliva vyhoví emisním předpisům EHK, jejichž zpřísňení se očekává v roce 1999. Přínosem přechodu na uvedená alternativní paliva je ve srovnání s provozem na naftu výrazné snížení obsahu pevných částic ve výfukových plynech.

LITERATURA

- AMANN, Ch.A: Powering Tomorrows Automobile- A U.S.Perspektive. In: Tagung „Motor und Umwelt“ 94. AVL LIST Gmbh, Graz 1994.
- BARTONÍČEK, L.- LAURIN, J.: Plynový motor LIAZ ML 634 NG. /Výzkumná zpráva/ SM 300/94. VŠST Liberec, 1994.
- BEROUN, S.: Plynový zážehový motor ML636PB na propan-butan pro autobus MHD Karosa. In: Workshop 94. Liberec, SF VŠST 1994.
- KRUMM, H.: Minderung der Kohlendioxidemission - eine Herausforderung an zukünftige Kraftstoffe. In: Tagung „Motor und Umwelt“ 91. AVL LIST Gmbh, Graz 1991.
- SOUKUPOVÁ, H.: Vliv aditivované motorové nafty a kyslíkatých paliv na emise. Přednáška na XXIV. konferenci kateder a pracovišť č.slovenských vysokých škol. Liberec, VŠST 1993.
- SYASSEN, O.: Chancen und Problematik Nachwachsender Kraftstoffe. MTZ č.11, 12 1992.
- WURST, F. a spol.: Emissionen beim Einsatz von Rapsolmethylester an einem Prüfstandmotor. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Landtechnik. č.22, Wiesenburg 1990.

J. Laurin,

Technická univerzita v Liberci
Česká republika



Environmentálne a bezpečnostné požiadavky na halónové alternatívy

Poškodzovanie ozónovej vrstvy má stúpajúci trend. Na rokovaniach strán Montrealského protokolu (Londýn 1990, Kodaň 1992) sa pristúpilo k sprísneniu regulácie látok poškodzujúcich ozónovú vrstvu. Rozšíril sa pôvodný počet regulovaných a sledovaných látok a taktiež sa sprísnili termíny ukončenia ich výroby a používania. Slovenská republika je zmluvnou stranou Londýnskeho dodatku Protokolu od 15. apríla 1994, keď bola na sekretariáte OSN odovzdaná listina o pristúpení. Londýnsky dodatek vstúpil pre SR do platnosti 14. júla 1994.

Základom pre reguláciu výroby a spotreby látok podľa Montrealského protokolu a jeho Londýnskeho dodatku je pre skupinu A I a A II rok 1986 a pre látky skupiny B I, B II a B III je rok 1989. Látky skupiny C podliehajú len evidencii, ale nie reguláciu.

Medzi regulované látky patria aj bezzvyškové hasiacie látky - halóny (Halón 1301, 1211 a 2402). Výrazné sprísnenie bolo prijaté Kodaňským Dodatkom k Montrealskému protokolu o látkach, ktoré porušujú ozónovú vrstvu.

Halóny uvedené v prílohe A, skupina II Protokolu, patria v zmysle Londýnskeho dodatku medzi „Kontrolované látky“ a termíny ukončenia podľa jednotlivých dodatkov Protokolu a Smernice EC č. 594/91 sú uvedené v tab. 1.

Používanie bezzvyškových hasiacich látok (halóny, halónové alternatívy, CO₂, inertné plyny) v podmienkach Slovenskej republiky má svoje špecifická odlišujúce sa od vyspelých priemyselných krajín. Doteraz prevláda aplikácia najmä pre oblasť prenosných a mobilných hasiacich systémov.

Stabilné hasiacie zariadenia navrhované na tzv. zaplavovanie uzavretého priestoru s plynnou hasiacou látkou (total-flooding gaseous systems) v začiatocnej fáze rozvoja požiaru, sa začínajú v posledných rokoch intenzívnejšie využívať najmä na ochranu technológií, požítačových systémov, báň,

informačných technológií a pod. Nástupom trhového hospodárstva dochádza k väčšiemu nasadeniu stabilných hasiacich zariadení a súčasne s tým vzniká požiadavka na optimalizáciu výberu a schvaľovania nových hasebných technológií, ktoré používajú nové halónové alternatívy.

Nová generácia bezzvyškových hasiacich látok, resp. halónových alternatív popri prvoradej požiadavke, že musia účinne hasiť, musí byť akceptovateľná z hľadiska environmentálnych dopadov, toxicity a dostupnosti pre užívateľov.

História halónov

Halóny sú halogénderiváty uhlíkovodíkov s veľmi dobrými hasiacimi vlastnosťami. Pre komerčné využitie mimo vojenskej sféry boli uvoľnené v 60-tych rokoch, hlavne pre oblasť novovznikajúcich požítačových technológií, letectvo, elektronický priemysel, chemický priemysel a pod. Vysoká hasiacia efektívnosť halónov a možnosť ich nasadenia pre rôzne durhy požiarov (pevné, kvapalné I plynné horľavé látky) a potláčanie výbuchu, elektrická nevodivosť a schopnosť rýchlo sa rozptýliť bez zanechania zvyšku, ich pre durčila ako hasiacie látky so širokým spektrom nasadenia.

Halón 1211 a Halón 1301 boli uznané ako bezpečné bezzvyškové hasivá i z hľadiska účinku na ľudské zdravie, čo umožnilo ich využívanie i v obývajúcich priestoroch. Tieto vynikajúce vlastnosti halónov viedli z celosvetového hľadiska k prudkému vývoju a nasadeniu nových hasiacich technológií, ktoré využívali hlavne hasebnú látku Halón 1301 pre priestorové hasenie technikou „úplného zaplavovania“ (total flooding systems) a Halón 1211 pre lokálne hasiacie systémy (streaming agents systems) a pre prenosné hasiacie prístroje.

V 70-tych rokoch boli prezentované výsledky výskumov o porušovaní stra-

Tabuľka 1
Termíny ukončenia používania halónov podľa
Montrealského protokolu v znení londýnskeho a kodaňského dodatku

Vzorec	Názov Označenie	Termíny ukončenia používania		
		Londýn	Kodaň	Smernica EC
CF ₂ BrCl	Halón - 1211			
CF ₃ Br	Halón - 1301	1.1.2000	1.1.1994	1.1.2000
C ₂ F ₄ Br ₂	Halón - 2402			

tosférického ozónu chlórom, ktorý pochádza najmä z rozkladných produktov halogénovaných uhľovodíkov. Na základe týchto výsledkov bol zahájený rozsiahly výskum, ktorého výsledky vystúpili k Viedenskému Dohovoru o ochrane ozónovej vrstvy, čo je právnym vydrením tejto skutočnosti.

Halónové alternatívy a kritériá výberu

Postupné ukončenie používania halónov podľa Montrealského protokolu a jeho londýnskeho a kodánskeho dodatku vyvolalo zvýšenú medzinárodnú aktivitu v hľadaní nových halónových alternatív. Halogénderiváty uhľovodíkov, ktoré majú porovnatelný hasiaci efekt ako Halón 1301 a Halón 1211 a ktoré v menšej miere poškodzujú alebo nemajú nepriaznivý účinok na ozónovú vrstvu, nespôsobujú vo výraznej miere zväčšovanie dodatočného skleníkového efektu, majú priateľnú dobu životnosti v atmosfére a ktorých primárna

toxicita pri navrhovanej hasebnej koncentrácií je pre človeka akceptovateľná, zaraďujeme medzi tzv. environmentálne akceptovateľné halónové alternatívy.

Pri komplexnom hodnotení halónových alternatív je nevyhnutné posúdiť i ďalšie vplyvy na životné prostredie, fyzikálnochemické vlastnosti a ekonomickú dostupnosť hasiacej látky.

Hasiace vlastnosti

Halogénderiváty uhľovodíkov (skupina halónov) majú veľmi dobré hasiacie vlastnosti a patria medzi bezzvyškové hasiacie látky. Väčšinou majú kombinovaný mechanizmus hasenia, ale prevláda pri nich princíp chemického mechanizmu.

Efektívnosť hasiacich látok potláča plameň, ktoré sa používajú pre zaplavovacie stabilné hasiacie systémy, sa vyhodnocuje viacerými metódami. Najčastejšie sa používa laboratórny test na stanovenie zhášacej koncentrácie plameňa pomocou ICI horáka (cup burner).

Literárne údaje zhášacej koncentrácie halónových alternatív sú značne rozdielne, čo je spôsobené modifikáciami metodiky a v mnohých prípadoch nie je udané palivo používané pre simulovanie laminárneho plameňa. Najviac prístupné sú údaje pre zhášanie plameňa heptánu. V tab. 2 sú uvedené výsledky stanovenia zhášacej koncentrácie niektorých halónových alternatív pre n-heptán.

Jedna z najdôležitejších aplikácií halónov a halónových alternatív používaných pre zaplavovacie hasiacie systémy je možnosť ich využitia pri inertizácii výbuchu.

Inertizačná koncentrácia hasiacej látky je koncentrácia, ktorá je potrebná na zabránenie neočakávanému nárastu tlaku v predmiesanej zmesi palivo/vzduch/hasiacia látka vystavenej iniciačnému zdroju. V Tab. 3 sú uvedené inertizačné koncentrácie pre niektoré halónové alternatívy.

Dôležitým ďalším údajom pre potreby posúdenia halónových alternatív z hľadiska využiteľnosti existujúcich stabilných hasiacich zariadení používajúcich Halón 1301 je ich hmotnostný a skladovací objemový pomerný ekvivalent (Halón 1301 má hodnotu 1). Pre CEA-410 je táto hodnota 1,9; pre FM-200 je 1,7; pre FE-25 je 1,9.

Toxicita

Pre potreby posúdenia rizika ohrozenia zdravia človeka a taktiež životného prostredia, sú nutné informácie o akútnej a chronickej toxicite alternatívnych látok, prítomných nečistôt, a ich degradačných produktov na rôzne organizmy (napr. ľudia a iné cicavce, ryby, rastliny). Pre hasebné látky sú dôležité údaje z kardiotoxikologických štúdií a pre potreby posúdenia bezpečného použitia nových halónových alternatív sa vyžaduje údaj o srdečnej senzibilizácii (tab. 4).

Tak ako pri Halóne 1301 a 1211 bola najdlhšie diskutovaná toxicita, tak aj pri halónových alternatívach nie sú ešte dostupné informácie pre všetky komerčné hasiacé látky, vzhľadom na časovú náročnosť toxikologických experimentov.

Na posúdenie toxicity halónových alternatív sa najčastejšie používa hodnota LC50 – letálna koncentrácia 50 % (koncentrácia látky vo vzduchu pri ktorej uhynie 50 % testovaných živočíchov v priebehu stanovenej expozície; najčastejšie 2h alebo 4h), NOAEL – prah koncentrácie, pri ktorej ešte neboli pozorované nepriaznivé účinky látky (NOAEL-No Observed Adverse Effect Level) a LOAEL – prah koncentrácie, pri ktorej už boli pozorované nepriaznivé účinky látky (LOAEL-Lowest Observed Adverse Effect Level) na srdečnú senzibilizáciu (najčastejšie u psov).

EPA (Agentúra životného prostredia USA) schválila pre obývané priestory okrem FM 200 aj Inergén. Obidve patria medzi komerčne popredné hasiacie látky s veľmi rozdielnymi zhášacími koncentráciami a toxikologickými i fiziologickými účinkami. Preto je nutné, predovšetkým pri inertných hasiacich systémoch, projekčný návrh spra-

Tabuľka 2
Zhášacia koncentrácia halónových alternatív pre plameň n-heptánu (Cup Burner testom)

Referencia	Dusík	HFC-227ea	HFC-23	HFC-125	Halón 1301
NRL	-	6,6	12	9	3,1
3M	-	-	-	-	3,9
NMERI	-	6,3	12,6	9,4	2,9
Fenwal	-	5,8	12	8,1	3,0
GLCC		5,9	12,7		3,5
NIST	32	6,2	12	-	3,2

Poznámka:

- NRL – Naval Research laboratory,
NMERI – New Mexico Engineering Research Institute,
GLCC – Great Lakes Chemical Company

Tabuľka 3
Inertizačné koncentrácie pre halónové alternatívy

Palivo	Hasiaca látka	Inertizačná koncentrácia obj. %
i-bután	H-1301	6,7
	HFC-227ea	11,3
	HBFC-22B1	11,3
metán	HFC-23	20,2
	HFC-125	14,7
	IG-541	43,0
	HFC-227ea	8,0
	HCFC Blend A	13,3
	FC-3-1-10	7,8
propán	H-1301	7,7
	H-1301	6,0
	HFC-227ea	12,0
	HFC-23	20,2
	HFC-125	15,7
	HBFC-22B1	11,7
	IG-541	49,0
	FC-3-1-10	10,3
	FC-5114	7,3
	HCFC Blend A	18,0

cúvať v súlade s charakteristikami chráneného priestoru (napr. voľný a zastavaný objem, podmienky odvetrávania, teplota chráneného priestoru a jej kolísanie).

Použitie halónových alternatív v obývanom priestore je obmedzované tak, aby projektovaná koncentrácia bola nižšia ako je hodnota NOAEL. EPA bolo navrhnuté, že použitie hasiacej látky pri koncentrácií dosahujúcej hodnoty LOAEL bude povolené, ak evakuácia ľudí nastane v menšom časovom intervale ako je 60 sekúnd.

Zhášacia koncentrácia bezzvyškových hasiacich látok sa stanovuje hlavne metódou „cup burner“ a projektovaná zhášacia koncentrácia (design concentration) je 1,2-násobok zhášacej koncentrácie (20 %-ný bezpečnostný faktor). Porovnanie niektorých bezpečnostných parametrov FM 200 a Inergénu je uvedené v tab. 5.

Ak možnosť použitia halónových alternatív v obývanom priestore určujeme na základe, že projektovaná zhášacia koncentrácia musí byť nižšia ako je hodnota NOAEL, potom môžeme akceptovať zatiaľ iba tri látky pre hasenie plameňového horenia v obývanom priestore (tab. 4). Sú to FM 200 (HFC227 ea), FE 13 (HFC-23) a CEA-410 (FC-3-1-10). Ďalšie halónové alternatívy pre obývané priestory sú v súčasnosti posudzované, ale neočakáva sa, že dosiahnu parametre klasických halónov (hasiacia účinnosť, toxicita)

Pre neobývané priestory boli akceptované EPA ďalšie halónové alternatívy použiteľné pre zaplavovacie stabilné hasiacé systémy (tab. 6).

Niektoré nové alternatívy nie sú ešte komerčne dostupné a pri druhých sa vykonáva intenzívny výskum a testovanie hasiacich, toxikologických a environmentálnych charakteristík.

Pre lokálne hasiacé systémy (streaming agents systems) sú akceptované ďalšie halónové alternatívy a väčšinou prevládajú zmesi látok: CEA-614 (povolená ak nie je technicky dostupná iná alternatíva), HBFC-22B1 (vylúčená z použitia od 1.1.1996), HCFC Blend B (Halotron I), HCFC Blend C (NAF P-III), HCFC Blend D (Blitz III), HCFC-123, HCFC-124 (FE 241), CO₂, prášok, voda, pena.

Environmentálne faktory

Primárny environmentálny faktor, ktorý je potrebný pri halónových alternatívach posudzovať je potenciál porušovania ozónu (ODP – Ozone Depletion Potential).

Hodnota ODP je relatívne číslo, ktoré udáva koľkokrát menšie alebo väčšie je porušovanie ozónu posudzovanou halónovou alternatívou, než je spôsobené CFC 11 (trichlórfuórmetyán), ktorej bola priradená hodnota ODP 1,0. V tab. 7 sú uvedené údaje environmentálnych charakteristík niekoľkých halónových alternatív.

Ako vidieť z tab. 7, chemické zlúčeniny FC a HFC majú potenciál porušenia ozónu nula a HCFC majú veľmi malú hodnotu v porovnaní s halónom 1301. Ďalšie

Tabuľka 4
Prehľad toxicity niektorých dostupných halónových alternatív pre zaplavovacie stabilné hasiacé systémy (použiteľné v obývaných priestoroch)

Hasiaca látka	LC ₅₀ obj. %	NOAEL obj. %	LOAEL obj. %	Poznámka
C ₄ F ₁₀ CEA-410 (FC-3-1-10)	>80	40	>40	môže byť povolená iba v prípade, ak nie je technicky dostupná iná alternatíva; v SR nie je povolená
C ₃ F ₈ CEA-308 (PFC-218, PFP)	>80	30		môže byť povolená iba v prípade, ak nie je technicky dostupná iná alternatíva; v SR nie je povolená
NAF S-III (HCFC-zmes A)	54	10	>10	v SR nie je povolená ako halónová alternatíva zmes: HCFC-123 (4,75 %) + HCFC-22 (82 %) + HCFC-124 (9,5 %) + Izopropenyl-1-metylcyklohexén (3,75 %)
CF ₃ H FE13 (HFC-23)	>65	30	50	v SR nie je povolená ako halónová alternatíva
C ₃ F ₇ H FM 200 (HFC-227ea)	>80	9,0	10,5	v SR je schválená; hasiacu látku akceptovali vo viacerých krajinách (napr. USA, Austrália, Nemecko, Anglicko, Maďarsko, Taliansko, Francúzsko)
Inergén 43 52 (IG-541)				v SR nie je schválená ako halónová alternatíva; hodnota NOAEL korešponduje minimálne s 12 obj. % O ₂ a hodnota LOAEL minimálne s 10 obj. % O ₂ ; zmes: dusík (52 %) + argón (40 %) CO ₂ (8 %)
CF ₃ Br Halón-1301	>80	5,0 (7,0)	7,5 (10,0)	konečný termín úplného vylúčenia používania v zmysle Kodaňského dodatku Protokolu je 1.1.1994

Tabuľka 5
Porovnanie niektorých bezpečnostných údajov FM 200 a Inergénu

Hasiaca látka	FM 200	INERGÉN
Vzorec	C ₃ HF ₇	N ₂ + Ar + CO ₂ (52 : 40 : 8)
Môlová hmotnosť	170	34,1
Zhášacia koncentrácia (cup burner)	5,8	31,5
Projektovaná koncentrácia (obj. %)	7,0-10,0	38-80
Koncentrácia kyslíka v priestore pri projektovanej koncentrácií hasiacej látky (obj. %)	19,4-18,8	13,8-4,2
Čas výtoku	10 s	1 min
NOAEL ₂ (obj. %)	9,0	43
LOAEL ₂ (obj. %)	10,5	52
Pomer LOAEL k projektovanej koncentrácií	1,5-2,0	0,8-1,6
Pomer akútnej toxicity k projektovanej koncentrácií	>11	2,5

Poznámka: 1 – Čím väčší je tento pomer, tým väčšie sú bezpečnostné hranice, 2 – Hodnoty publikované v NFPA 2001

Tabuľka 6
Halónové alternatívy
pre zaplavovacie stabilné hasiacie systémy
(neobývané priestory)

Látka	Poznámka
CF ₃ I	NOAEL 0,2 %, LOAEL 0,4 %
HCFC-22	NOAEL 2,5 %, LOAEL 5,0 %
HCFC-124	NOAEL 1,0 %, LOAEL 2,5 %
HFC-125	NOAEL 7,5 %, LOAEL 10,0 %
HFC-134a	NOAEL 4,0 %, LOAEL 8,0 %

HCFC zlúčeniny sa používajú ako náhrady CFC na chladenie.

Ďalším environmentálnym faktorom, ktorý sa stáva dôležitý z hľadiska medzinárodnej právnej regulácie, je potenciál oteplenia Zeme (GWP—Global Warming Potential) a doba životnosti v atmosfére (AL—Atmospheric Lifetime). Z hľadiska atmosférickej životnosti sú reštrikcie pre alternatívnu látku FC-3-1-10, nakoľko má dlhú životnosť v atmosfére.

Globálne otepľovanie zemskej atmosféry sa označuje ako tzv. skleníkový efekt. Tento je spôsobený predovšetkým únikom technických plynov do atmosféry, v prvej rade CO₂, ktorý je produkтом spalovania. Na pohlcovanie odrazeného slnečného žiarenia sa podielajú najmä vodná para, CO₂, metán, N₂O.

Termofyzikálne vlastnosti

Termofyzikálne vlastnosti halónových alternatív sú dôležité údaje pre potreby navrhovania hasiacich systémov, skladovania a taktiež pre spracovanie bezpečnostných opatrení na manipuláciu s látkou. V tab. 8 sú uvedené najdôležitejšie termofyzikálne vlastnosti vybraných halónových alternatív.

Požiadavky na kvalitu

Nové halónové alternatívy musia zodpovedať vopred stanoveným kvalitatívnym požiadavkám, ktoré určujú stabilitu zloženia hasiacej látky. Táto požiadavka má zabezpečiť zachovanie si účinných hasiacich vlastností, toxikologických a environmentálnych parametrov, ktoré boli akceptované pri schválení halónovej alternatívy. Zachovanie si kvalitatívnych i kvantitatívnych parametrov má dôležitý význam pre účinnosť hasenia, nakoľko projektovaná hasiacia koncentrácia a projektované množstvo hasiacej látky silne ovplyvňujú konštrukčný návrh stabilného hasiaceho zariadenia.

V súčasnosti platná a vo svete všeobecne uznaná technická norma na stabilné hasiacie systémy, NFPA 2001 – Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, 1994 ed., určuje požiadavky na halónové alternatívy, inertné plyny a taktiež pre zmesi (blend agent).

Za posledné roky bola predstavená široká škála inertných plynov a halónových

Tabuľka 7
Environmentálne charakteristiky halónových alternatív

Obchodný názov	číselný kód	ODP	GWP (100 rokov ITH)	Atmosférická životnosť, rok
Halón 1301	Halón 1301	16	5800	100
CEA-410	FC-3-1-10	0	5500	2600
FM 200	HFC-227ea	0	2050	31
FE-13	HFC-23	0	9000	280
FE-24	HCFC-124	0,022	440	7
FE-25	HFC-125	0	3400	41
NAF-S-III	HCFC Blend A 82 % HCFC-22	0,05	1600	16

Tabuľka 8
Termofyzikálne vlastnosti vybraných halónových alternatív

Parameter	FC-3-1-10	HFC-227ea	HCFC-124
Bod varu, 0,101 MPa (°C)	-2,0	-16,4	-13,2
Kritická teplota, (°C)	113,2	101,7	122,5
Kritický tlak, (°C)	2,32	2,9	3,65
Tlak pár pri 25 °C, (MPa)	0,27	0,47	0,38
Hustota kvapaliny pri 25 °C, (kg/m ³)	1497	1395	1357
Tepelná kapacita kvapaliny, bod varu (kJ/kg K)	0,951	1,074	1,080
Tepelná kapacita kvapaliny pri 25 °C (kJ/kg K)	1,017	1,177	1,111
Latentné teplo vyparovania pri bode varu, (kJ/kg)	96	131	162

alternatív pre zaplavovacie stabilné hasiacie systémy. Niektoré budú komerčne uvedené na trh v blízkej budúcnosti. Použitie alternatívnych hasiacich látok musí byť v súlade s environmentálnymi požiadavkami. Ďalšou nevyhnutnou požiadavkou pre výber halónových alternatív je ich hasiacia účinnosť a dostupnosť. Navrhovanie hasiacich systémov s halónovými alternatívami musí byť urobené veľmi dôsledne v súlade so schvaľovacími podmienkami a v zmysle výsledkov nezávislých skúšobných miest.

Pre niektoré dôležité aplikácie ako sú leteckvo, medicína, armáda, lode, nie sú doteraz komerčne prístupné akceptovanej náhrady.

Problematika intenzívneho hľadania nárad za dosiaľ používané halóny úzko súvisí s dvoma globálnymi ekologickými problémami. Je to problémom porušovania ozónovej vrstvy a vytvárania skleníkového efektu v zemskej atmosfére.

Literatúra

- Medzinárodné dohovory v oblasti životného prostredia, ku ktorým Slovenská republika pristúpila, alebo pripravuje pristúpenie. II. diel. MŽP SR Bratislava, 1. ed., 73 s.

- DiNenno, P.: An Overview of Halon Replacement and Alternatives. In: SFPE Engineering Seminars, May 1994, San Francisco, 10 s.
- Council Regulation (EC) No 3093/94 of 15 December 1994 on substances that deplete the ozone layer.
- Chattaway, A., Spring, D. J.: A Comparison of Halon Replacements: FM 200 vs. Inergen. Kidde International, 8 s.
- NFPA 2001. Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, National Fire Protection Association, May 1994, 51 s.
- NFPA 12A. Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing Systems, National Fire Protection Association, 1992.
- Havelský, V.: Ekologicke aspekty používania halogenovaných uhľovodíkov ako pracovných látok. TZB Hautech, 6, 1994, s. 21–23, Alfa Bratislava, Strobel-Verlag Arnberg.
- Balog, K.: Súčasné možnosti náhrady halónov. Správy a štúdie, 9, 1992, Požiarotechnický a expertízny ústav MV SR, 5 s.
- Halotron Fire Suppression Agent. American Pacific Corporation, Las Vega, Nevada, 1994.
- Anderson, J. Halotron: A Total Concept Halon Replacement. Proceedings of Halon Alternativeas Technical Working Conference. Albuquerque, NM, May 1992.

K. Balog,
Požiarotechnický
a expertízny ústav MV SR