

V. Cvitanović, M. Majić *

IZBOR ZAMJENSKOG PROTUPOŽARNOG SREDSTVA ZA PROSTORE ŠTIĆENE HALONOM 1301

UDK 614.843.8
PRIMLJENO: 1.4.2005.
PRIHVACENO: 4.1.2006.

SAŽETAK: Na temelju članka 4. Zakona o ratifikaciji dopune Montrealskog protokola o tvarima koje oštećuju ozonski omotač donesena je Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski omotač. Kod izbora primjene plinskih zamjenitelja halonima potrebno je voditi računa o tome da su sukladni s normom NFPA 2001, kao i donesenoj Uredbi. Pored toga kako se radi o postojećem objektu, važna je mogućnost smještaja i napose cijena rješenja. Jedan od kriterija je i dugoročnost rješenja, vodeći računa o tome da se izabere tzv. potpuno "zeleno" plinsko sredstvo. Potom je dan prikaz plinskih zamjenitelja, a za konkretan objekt izvršen je izračun za primjenu izabranih plinskih sredstava - sustav s tzv. potpunim potapanjem. Također dana je preporuka za ugradnju određenog plinskog sredstva.

Ključne riječi: protupožarstvo, plinska zamjenska protupožarna sredstva, Novoc - Inergen

UVOD

Odjeci i posljedice montrealskog protokola na uporabu halona, a naročito posljednjeg sastanka u Pekingu, su brojni. Na sastanku u Pekingu dopunjene su sljedeće mjere kontrole potrošnje tvari koje oštećuju ozon na sljedeći način (Tablica 1.); (UNEP, 2003.).

Mnoge zemlje, naročito one razvijenog svijeta, donose propise o potpunoj zabrani ili sužuju područje uporabe halona. Razina proizvodnje se smanjuje, pa su u svezi s time haloni na tržištu sve nedostupniji, a cijena im vrtoglavo raste.

Nesigurnost u budućnost halona kao protupožarnog sredstva potaknula je da se sastanu

brojne službe, udruge i specijalisti koji se bave područjem protupožarne zaštite.

Generalna stajališta proizašla s tog skupa su sljedeća:

- ograničiti uporabu halona samo na one **specijalne slučajeve** gdje je to nužno i gdje bi upotreba nekog drugog sredstva bila potpuno neumjesna
- postrožiti kontrolu izvedbe instalacija s halonom
- zabraniti ispucavanje halona u svrhu ispitivanja instalacija i razviti nove metode ispitivanja
- zabraniti distribuciju i slobodnu prodaju privatnim osobama ručnih vatrogasnih aparata s halonom
- gdje god je to moguće upotrijebiti zamjenska sredstva.

* Valentin Cvitanović, dipl. ing., Brodarski institut, Av. V. Holjevca 20, 10000 Zagreb, Mijo Majić, dipl. ing., HRT, Prislavlje bb, 10000 Zagreb.

Tablica 1.

Table 1.

TVARI	Razvrstavanje prema montrealском protokolu	RAZVIJENE ZEMLJE		ZEMLJE U RAZVOJU	
		Prestaje nabava i ugradnja	Potpuno izbacivanje iz uporabe	Prestaje nabava i ugradnja *	Potpuno izbacivanje iz uporabe *
Klorofluorouglijci (CFC)	Dodatak A, skupina I	1. lipnja 1999.	1. siječnja 1996.	1. siječnja 1999.	1. lipnja 2010.
Haloni	Dodatak A, skupina II	-	1. siječnja 1994.	31. siječnja 2002.	1. siječnja 2010.
Ostali potpuno halogenizirani klorofluorouglijci CFC	Dodatak B, skupina I	-	1. siječnja 1996.	-	1. siječnja 2010.
Ugljik- tetrakloridi	Dodatak B, skupina II	-	1. siječnja 1996	-	1. siječnja 2010.
Metil kloroform	Dodatak B, skupina III	1. siječnja 1993.	1. siječnja 1996.	1. siječnja 2003.	1. siječnja 2010.
Nepotpuno halogenizirani klorofluorouglikovodici (HCFC)	Dodatak C, skupina I	1. siječnja 1996.	1. siječnja 2030.	1. siječnja 2016.	1. siječnja 2040.
Metil bromidi	Dodatak E, skupina II	1. siječnja 1995.	1. siječnja 2005.	1. siječnja 2002.	1. siječnja 2015.

* Sukladno članku 5. montrealског protokola.

MONTREALSKI PROTOKOL - ODRAZ NA UPORABU HALONA U RH

Na temelju članka 4. Zakona o ratifikaciji dopune Montrealског protokola o tvarima koje oštećuju ozonski omotač donesena je Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski omotač.

Republika Hrvatska ubraja se u red nerazvijenih zemalja sukladno razvrstavanju zemalja prema montrealском protokolu. Kriterij za razvrstavanje je količina uporabe tvari koje oštećuju ozonski sloj. Prema članku 5. montrealског protokola kriteriji uporabe, odnosno izbacivanja iz uporabe za nerazvijene zemlje su blaži. Vlada Republike Hrvatske donijela je Uredbu o tvarima koje oštećuju ozonski sloj na sjednici održanoj 14. siječnja 1999. godine koja je izašla u Narodnim novinama, br. 7/99.

Spomenutom Uredbom zabranjuje se:

- uvoz i stavljanje u promet tvari koje oštećuju ozonski sloj (čl. 6.)
- ispuštanje u zrak tvari koje oštećuju ozonski sloj (čl. 3.)
- uporaba, odnosno prestanak uporabe reguliran je kako je to prikazano u Tablici 2. (*Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj, 1999.*)

ZAMJENITELJI HALONA – PREPORUKE, PRAVILA I PROPISI

Idealno rješenje svakako bi bila adekvatna zamjena halona sredstvom koje bi po svojstvima bilo slično ili isto.

Tablica 2.

Table 2.

TVARI		ČLANAK IZ UREDBE	ROKOVI	
	Razvrstavanje prema montrealском protokolu		Prestaje nabava i ugradnja	Potpuno izbacivanje iz uporabe
Klorofluorouglijci (CFC)	Dodatak A, skupina I	čl. 8.	31. prosinca 2005.	1. siječnja 2006.
Haloni	Dodatak A, skupina II	čl. 9.	31. prosinca 2005.	1. siječnja 2006.
Ostali potpuno halogenizirani i klorofluorouglijci (CFC)	Dodatak B, skupina I	čl. 10	31. prosinca 2005.	1. siječnja 2006.
Ugljik- tetrakloridi	Dodatak B, skupina II	čl. 11.	31. prosinca 2005.	1. siječnja 2006.
Metil kloroform	Dodatak B, skupina III			
Nepotpuno halogenizirani klorofluoro-ugljikovodici (HCFC)	Dodatak C, skupina II	čl. 13.	1. siječnja 2016.	1. siječnja 2030.
Metil bromidi	Dodatak E, skupina II	čl. 15.	31. prosinca 2005.	1. siječnja 2006.

No, za to su potrebna dugotrajna i iscrpna istraživanja koja za to trebaju adekvatnu novčanu potporu, uključivanje puno specijalista i timova znanstvenika s raznih područja. Uočavajući sve to i s druge strane zaista potrebe u obrambenim sustavima, u SAD-u je 1987. godine osnovana Halon Alternatives Research Corporation. Cilj te korporacije je pronalaženje adekvatnog zamjenitelja halonu.

Tehnički komitet koji je radio prema smjernicama montrealского protokola donio je 1993. godine preporuke za zamjenitelje halonima kako slijedi:

- stabilni sustavi s potpunim potapanjem
 - tzv. zelena plinska sredstva kojima je ODP (Ozone Depletion Potential - potencijal oštećivanja ozona) jednak ničiji
 - mješavina inertnih plinova
 - sustavi koji razvijaju vodenu maglu, tzv. HI-FOG sustavi
 - sustavi koji razvijaju aerosole.

NFPA (National Fire Protection Association) je u veljači 1994. konačno donio normu NFPA 2001.,

Standard for Clean Agent Fire Extinguishing System o zamjeniteljima halona. Svoju odluku je temeljilo na ispitivanjima o toksičnosti za ljude prilikom uporabe. Općenita je preporuka da je za prostore koji se ne mogu napustiti za manje od jedne minute dopuštena koncentracija definirana po NOAEL-u (No Observed Adverse Effect Level - ne zamjećuje se štetni utjecaj), a kod onih koji se mogu napustiti za manje od jedne minute dopuštena koncentracija uporabe je definirana po LOAEL-u (Lowest Observed Adverse Effect Level - najniža razina na kojoj se zamjećuje štetni utjecaj).

Zelena plinska sredstva

HCFC Blend A (NAF S III)

HCFC Blend A (NAF S III) je mješavina fluorom i klorom halogeniziranih (fluoriranih i kloriranih) ugljikovodika. Ime mu potječe od početnih slova proizvođača North American Fire Guardian Technology Inc. - SAD. Po svojem sastavu NAF je zapravo mješavina raznih freona tipa HCFC-a [HCFC-123 (4,75%), HCFC-22 (82%), i HCFC-124 (9,5%)] s dodatkom detoksirajućeg sredstva nazvanog NAF XX (izopropenil-1-metilcikloheksan kojeg se dodaje oko 3,75%).

Ono što je osnovno kod tog sredstava jest da se kombinacijom raznih freona ("zelenijih") i drugim dodacima dobilo plinsko sredstvo koje je po svemu adekvatni zamjenitelj halona, ODP-a znatno manjeg od halona. Kako su mu fizikalna svojstva i ona protupožarna vrlo slična halonu, novo sredstvo se može ubaciti i u postojeće instalacije halona, **tzv. "drop in sredstvo"**, što je za potencijalne korisnike više nego značajno. Naravno prije nego se NAF pojavio na tržištu prošao je brojna ispitivanja i na kraju je dobio odobrenje za komercijalnu uporabu u protupožarnim instalacijama od laboratorija Underwriters Laboratories.

Prema podacima proizvođača NAF težinski odnos spram halona 1301 kod zamjene je 1,1 a volumni 1.

HFC-227ea (FM-200)

HFC-227ea (FM-200) je fluorirani ugljikovodik (heptafluoropropan). Smatra se također još jednim direktnim zamjeniteljem halonu 1301 vrlo pogodnim za primjenu prostorija u kojima borave ljudi. Težinski odnos spram halona 1301 kod zamjene je 2,4 a volumni 2,55.

HFC-125 (NAF 125)

HFC-125 (NAF 125) je također fluorirani ugljikovodik (pentafluoretan). Primjenjuje se za gašenje u prostorima u kojima ima ljudi. Težinski odnos spram halona 1301 kod zamjene je sličan kao i za FM 200.

Novec

3M Novec 1230 je kemijski spoj $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{C}(\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ (potpuno fluorirani keton-, -izopropilpropanon). Na sobnoj temperaturi je u tekućem stanju, bez mirisa i bezbojan. Po obilježjima je vrlo sličan halonima, što ga čini atraktivnim kao direktnog zamjenitelja za njih. Za razliku od halona Novec se ubraja u tzv. "zeleni

plinska sredstva" jer ne djeluje na ozon, ne pridonosi globalnom zagrijavanju, a vijek raspada u atmosferi je nekoliko dana. Kad se upotrebljava u stabilnim instalacijama u spremnicima je pod tlakom dušika od 24,8 bar kao sredstvo za izbacivanje. U tekućoj je fazi, no na atmosferskom tlaku vrlo brzo prelazi iz tekuće u plinovitu fazu. Može se rabiti pod tlakom u spremnicima od 48 bar. Osjetljiv je na sunčevu svjetlost (UV), pa ga se čuva zaštićeno od sunčevog zračenja.

Napomena: To je novi proizvod.

Inertni plinovi

U načelu to su ili mješavine argona i dušika ili je čisti argon. Slijedom toga do danas su razvijena četiri tipa inertnih plinova za uporabu u protupožarnim sustavima (Tablica 3.).

To su s ekološkog stajališta potpuno čisti plinovi. Kako su u plinovitoj fazi, moraju biti stlačeni pod visokim tlakovima od 200 bar i više u spremnicima. Inergen se drži pod nadtlakom od ~150 bar. To znači da oprema mora biti robusna. Od svih navedenih sredstava jedini koji je upotrebljiv kao protupožarno sredstvo u stabilnim sustavima, tamo gdje borave ljudi, a moguća su ispucavanja zbog raznih razloga, je Inergen. Naime, zbog dodatka od 8% CO_2 to je plin kod kojeg je ipak moguće preživljavanje i kad dođe do ispucavanja u štitićeni prostor gdje borave ljudi, zahvaljujući hiperventilacijskom fiziološkom učinku O_2 na ljude ako u atmosferi ostane još barem 12% O_2 .

Inert Gas Blend (IG-541, Inergen) je mješavina inertnih plinova. Mješavinu sačinjavaju sljedeći inertni plinovi: 52% dušika, 40% argona, 8% CO_2 . Načelo djelovanja Inergena sastoji se u tome da smanji koncentraciju kisika u zraku i na taj način sprečava nastavak procesa gorenja većine gorivih tvari, tj. svima onima kojima je LOI (**L**imiting **O**xigen **I**ndeks – granični indeks kisika) iznad 12. To je razlogom da je potrebna obvezatna evakuacija prostora prije aktiviranja sredstva.

Tablica 3.

Table 3.

Oznaka prema NFPA 2001	IG-01	IG-100	IG-541	IG-55
Trgovački naziv	Argotec	NN 100	Inergen	Argonite
Sastav	Argon 100%	Dušik 100%	Dušik 52%, Argon 40%, CO_2 8%	Dušik 50%, Argon 50%

Fizičko-kemijska svojstva

Tablica 4. (NFPA, 2001.)

Table 4. (NFPA, 2001)

Fizička svojstva	Jed. mjere	HCFC Blend A (NAF S III)	HFC-125 (NAF S 125)	HFC-227ea (FM-200)	Novec 1230	IG-541 Inergen
Molekularna masa	-	92,9	120,02	170,03	316	34,0
Specifična toplina kapljevite faze pri 25 °C	kJ/kg °C	1,256	1,19	1,184	1,103	-
Temperatura vrelišta	°C	-38,3	-48,5	-16,4	49,2	-196
Temperatura ledišta	°C	-107,2	-103	-131	-108	-78,5
Specifična toplina para i plinova pri 25 °C	kJ/kg	0,67	1,260	0,808	1,103	0,574
Toplina isparavanja pri vrelištu	kJ/kg	225,6	164,7	132,6	88	220
Viskozitet, kapljevite faze	cPa	0,21	0,15	0,226	0,56	-
Kritični volumen	cc/mol	162	-	274	494	-
Kritična temperatura	°C	124,4	66	101,7	168,7	-
Kritična gustoća	kg/m ³	577	571	621	639,1	-
Kritični tlak	kPa	6647	3395	2912	18,65	-
Topljivost vode u sredstvu pri 21 °C	(%)	0,12	0,09	0,06	<0,001	0,015
Tlak para i plinova pri 25 °C	kPa	948	1371	457,7	0,404	15200

Toksičnost

Tablica 5. (NFPA, 2001.)

Table 5. (NFPA, 2001)

Protupožarno sredstvo	NOAEL	LOAEL
HCFC Blend A	10%	> 10%
HFC-125	10%	> 10%
HFC-227ea	9%	10,5%
NOVEC 1230	10%	> 10%
IG-541	43%	52%

Protupožarna svojstva

Tablica 6. (NFPA, 2001.)

Table 6. (NFPA, 2001)

Protupožarno sredstvo	Potrebna koncentracija za gašenje požara	Mehanizam gašenja požara	Tlakovi u spremnicima	Agregatno stanje u spremnicima	Vrijeme ispućavanja
HCFC Blend A	7,2 - 8,6%	Primarno ohlađivanjem i kemijski	24,8 bar	Tekućina i plinska faza	10 sekundi
HFC-125	8-10%				
HFC-227ea	5,8 - 6,6%				
NOVEC 1230	4 - 6%			Tekućina	
IG-541	35 - 50%	Istiskivanjem O ₂	200 bar	Plin	60 - 120 sekundi

* Ima najveći toplinski kapacitet u odnosu na sve poznate plinske zamjenitelje halona.

Djelovanje na okoliš

Tablica 7. (NFPA, 2001.)

Table 7. (NFPA, 2001)

	HCFC Blend A (NAF S III)	HFC-125 (NAF S 125)	HFC-227ea (FM-200)	Novoc 1230	Inergen IG-541
Potencijal djelovanja na ozonski sloj - ODP	0,04	0	0	0	0
Potencijal djelovanja na globalno zagrijavanje- GWP	1900	2800 (3400)*	3500	1	0
Životni vijek u atmosferi (godina)	7	29	31-42	0,014 (<5 dana)	0

* International Panel on Climate Change (IPCC), 2001 Method, 100 year ITH

Dugoročnost pojedinih rješenja vezano za obveze i zaključke montrealškog protokola i Kyoto protokola te ulaska u Europsku uniju

NAF S-III (HCFC): U Republici Hrvatskoj može se ugrađivati u sustave do 2016., dok ga se potpuno izbacuje iz upotrebe 2040. Zbog toga što je kod razvijenih zemalja potrošnja značajna, ugradnja je zabranjena već od 1996. Posljedično proizvodnja se znatno smanjila. Iz tog razloga dostupnost će biti sve ograničenija. **Stoga nije uputno upotrebljavati ovo sredstvo za ugradnju u novim sustavima.**

Fluorirani ugljikovodici HFC (FM 200, NAF125, ECARO): Zbog fizičko-kemijskih svojstava te dobrih protupožarnih obilježja potrebna je manja količina ugrađenog sredstva nego li je to u slučaju Inergena. U mnogim slučajevima to je prevaga kod odluke o izboru protupožarnog sredstva. No, zbog loših ekoloških obilježja (veliki GWP te dugi raspad u atmosferi), neovisno o ratifikaciji Kyoto sporazuma EU je donio preporuku o postupnom gašenju proizvodnje i izbacivanju iz uporabe. Ostale zemlje donijet će svoje vlastite preporuke na temelju ratifikacije Kyoto protokola koja se uskoro očekuje. Stoga nije

uputno upotrebljavati ovo sredstvo za ugradnju u nove sustave.

Novac (fluorirani keton - izopropilpropanon): Sve vrijedi kao i za fluorirane ugljikovodike osim onog dijela o lošim ekološkim obilježjima. Naime, Novac bi se mogao gotovo svrstati u tzv. čista sredstva. **Sve ga to čini plinskim sredstvom koje se ubraja u kategorije dugoročnih rješenja.**

Inergen IG – 541 (inertni plin): Kod gašenja požara vrlo je važno da ispucano sredstvo u štiti prostor što dulje zadržava koncentraciju gašenja. To je upravo slučaj s Inergenom jer je on zapravo kompozicija plinova koji čine atmosferu. Pored toga kod gašenja razvijenih požara ne stvara spojeve opasne za ljude. **Pri svemu tome vrlo je važna činjenica da je Inergen tzv. "čisto plinsko sredstvo" jer nema štetnih učinaka na okoliš. Sve ga to čini plinskim sredstvom koje se ubraja u kategorije dugoročnih rješenja, ali ipak uz veliki oprez glede projektirane koncentracije (ako se radi o prostorima u kojima povremeno borave ljudi).**

Tablica 8. (UNEP, 2003., Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj, 1999.)

Table 8. (UNEP, 2003, Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj, 1999)

TVARI		RAZVIJENE ZEMLJE		ZEMLJE U RAZVOJU	
	Protokol	Prestaje nabava i ugradnja	Potpuno izbacivanje iz uporabe	Prestaje nabava i ugradnja	Potpuno izbacivanje iz uporabe
Nepotpuno halogenizirani klorofluorouglikovodici (HCFC)- NAF S III	Montrealški, Dodatak C, skupina I	1. siječnja 1996.	1. siječnja 2030.	31. siječnja 2016.	1. siječnja 2040.
Fluorirani ugljikovodici (HFC) – FM 200, NAF 125	Kyoto	Proizvodnja prestaje u 2010.	Još nije donesena odluka	*Još nije donesena odluka	*Još nije donesena odluka
Novac	-	Nema ograničenja	Nema ograničenja	Nema ograničenja	Nema ograničenja
Inergen	-	Nema ograničenja	Nema ograničenja	Nema ograničenja	Nema ograničenja

* Uredbom je regulirano da će se razina potrošnje odrediti i objaviti u Narodnim novinama do 31. siječnja 2016. godine.

POTREBNA KONCENTRACIJA ZA POTPUNU INERTIZACIJU (C) I KOLIČINA U ODNOSU NA VOLUMEN (W/V)

Prostor UPS-a (Uinterupted Power Supplie – neprekidni sustav za napajanje energijom) i akumulatora štice su baterijom s plinom Halon 1301 (vidjeti sliku 1). Oba prostora su štice s jednom baterijom spremnika ukupne količine plina 105 kg. Za te prostore razmotrena je zaštita s plinom Novec-1230 i IG 541.

Koncentracija za gašenje sustava za tzv. potpuno potapanje (c) u % volumena štice prostora

Tablica 9.

Table 9.

	PROTUPOŽARNO SREDSTVO	
	Inergen (IG 541)*	Novec 1230
POTREBNA KONCENTRACIJA ZA GAŠENJE (c); (%)	43,4	5,3

* NFPA, 2001.

Tablica 10.

Table 10.

Protupožarno sredstvo	Potrebna koncentracija za inertizaciju (c); (%)	Potrebna količina sredstva u odnosu na volumen štice prostora (W/V)	
Inergen (IG 541)	43,4	m^3/m^3	0,68*
Novec 1230	5,3	kg/m^3	0,786

* NFPA, 2001.

Tablica 11.

Table 11.

Volumen štice prostora V (m^3)	Protupožarno sredstvo	Količina sredstva u odnosu na volumen (W/V)	Količina sredstva 1 x 3 (W)	Potrebna broj spremnika
1	2	3	4	5
316	IG- 541	0,68 (m^3/m^3)	214,88 (m^3)	13 x 16,8 m^3
	Novec 1230	0,786 (kg/m^3)	248,376 (kg)	3 x 82 kg

Prema NFPA 2001 (tablica A-3-4.3) i preporukama proizvođača proizlazi da je potrebna koncentracija za gašenje kako je prikazano u Tablici 9.

Količina u odnosu na volumen štice prostora (W/V)

Prema NFPA (2001.) uzima se W/V kod temperature od 21⁰ C, odnosno 70⁰ F te je dana u Tablici 10.

Potrebna količina protupožarnog sredstva (W)

Izračunava se prema izrazu:

$$W = (W/V) \times V \text{ (kg), odnosno (m}^3\text{)}$$

pri čemu su:

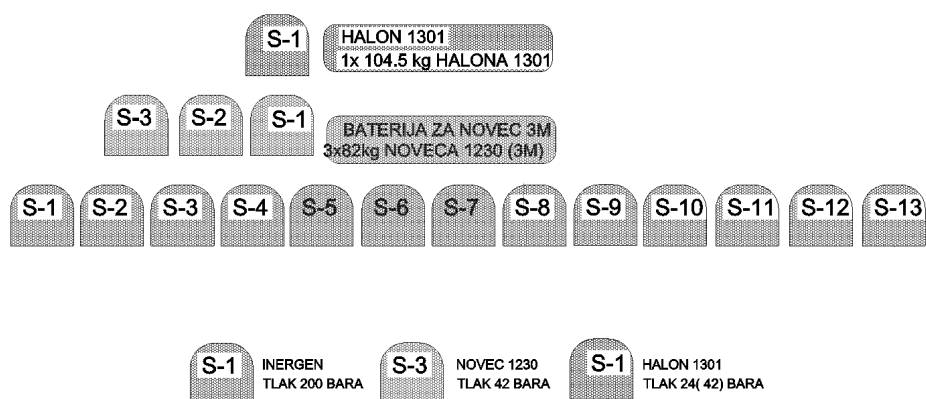
W - količina protupožarnog sredstva potrebnog za gašenje štice prostora (kg)

W/V - količina protupožarnog sredstva u odnosu na volumen štice prostora (kg/m^3) za Novec, a za Inergen (m^3/m^3)

V - volumen štice prostora (m^3).

Izračunate količine i tipovi spremnika prikazani su u Tablici 11.

Na slici 1 prikazana je zorno usporedba zaštite s plinom Halon 1301, IG-541 i Novec.



Slika 1. Usporedba potrebne količine za gašenje Halona 1301 sa "zelenim" plinovima

Figure 1. Comparative figures for fire extinction with halon 1301 and 'green' gases

ZAKLJUČAK

Temeljem iznesenog proizlazi da su za sada samo dva plinska protupožarna sredstva dugoročno rješenje za zamjenitelje halona, i to: Novec 1230 i IG-541 (Inergen). Iz priloženog je više nego jasno da zbog velikog broja spremnika, potrebnih za postizanje inertizacije prostora, plin IG-541 nije za ovaj slučaj praktički upotrebljiv. Razlozi za to jesu u smještajnom problemu. Pored toga veći broj spremnika ujedno znači daleko veću cijenu ugrađenog sustava. Iz tog razloga za analizirani primjer kao dugoročno rješenje proizlazi plin Novec 1230.

LITERATURA

UNEP, 2002., Assessment Report of the Halons Technical Options Committee, izdanje: ožujak 2003.

Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj, N.N., br. 7/99.

NFPA, 2001., Standard for Clean Agent Fire Extinguishing Systems, izdanje: 2000. god.

SELECTION OF A FIRE EXTINGUISHING SYSTEM TO REPLACE HALON 1301

SUMMARY: Pursuant to Article 4 of the Act on the Ratification of Amendment to Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, a by-law was passed listing the substances harmful to the ozone layer. In selecting replacements for halons, they need to comply with standard NFPA 2001 and the by-law. In addition, as this is an existing facility, accommodation and price are to be considered. One of the criteria is the long-term aspect of the solution, making certain that a fully 'green' gas system is selected. In continuation, a survey of gas replacements is given, and for the facility in question, there is a calculation for the application of the selected gas system, i.e. the so-called full immersion system. Recommendation for the installation of a gas system is also given.

Key words: fire extinguishing, replacement gas fire extinguishers, Novec - Inergen

Review
Received: 2005-04-01
Accepted: 2006-01-04