

D. Dović, S. Švaić*

ISPITIVANJA MLAZNICA ZA STVARANJE VODENE MAGLE

UDK 614.846.006.063
PRIMLJENO: 10.4.2007.
PRIHVAĆENO: 2.1.2008.

SAŽETAK: U radu su dani opis i rezultati ispitivanja mlaznica za stvaranje vodene magle koje se upotrebljavaju u sustavima za gašenje požara u strojarnicama i pumpnim stanicama na brodovima. Ispitivanja su provedena u skladu s propisima International Maritime Organisation te uključuju ispitivanja konstante protoka, raspodjele mlaza te otpornosti na zaprljanje. Ispitivanja su provedena kao dio postupka ishoda tipskog odobrenja za mlaznicu tip WM5-90 od ovlaštene osiguravateljske kuće.

Ključne riječi: protupožarni sustav, mlaznice, ispitivanja

UVOD

Mlaznice za stvaranje vodene magle kao elementi instalacija za gašenje požara mogu se podijeliti u dvije skupine: one slične sprinkler mlaznicama koje se automatski toplinski aktiviraju i one koje ne sadrže u sebi aktivacijsku sastavnicu već se aktiviraju pomoću zasebnog sustava osjetnika. Posljednje se najviše upotrebljavaju u strojarnicama i pumpnim stanicama na brodovima, kao i u kućištima turbina, gdje imaju zadaću gašenja ili obuzdavanja požara nastalih zbog razlijevanja ili raspršivanja tekućeg goriva. U odnosu na sprinkler mlaznice, mlaznice za stvaranje vodene

magle raspršuju kapljice znatno manje veličine, a koje su promjeru manje od 1 mm (99 %) na udaljenosti 1 m ispod mlaznice. Time je znatno povećana površina izmjene topline u mlazu, čime je potrební protok vode smanjen od 25% do 60% u odnosu na minimalne zahtjeve za protokom koji se postavljaju na sprinkler mlaznice.

Da bi se mlaznice mogle ugraditi, potrebno je za njih ishoditi odgovarajuće certifikate i odobrenja, a čemu prethode serije ispitivanja prema propisanim procedurama.

Kako je 1994. godine temeljem Montrealskog protokola iz sustava za gašenje požara na brodovima izbačen halon zbog nepovoljnog utjecaja na ozonski omotač, to je iste godine International Maritime Organisation objavila smjernice MSC/Circ. 668 koje donose proizvodne standarde te procedure ispitivanja za ekvivalentne sustave s vodom kao medijem za gašenje.

*Dr. sc. Damir Dović, prof. dr. sc. Srećko Švaić, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Katedra za toplinsku i procesnu tehniku, I. Lučića 5, 10000 Zagreb (damir.dovic@fsb.hr, srecko.svaic@fsb.hr).

Ispitivanja mlaznica koja su opisana u ovom članku provedena su prema protokolima definiranim u tim smjernicama, u suradnji s Fakultetom strojarstva i brodogradnje, a na zahtjev proizvođača mlaznica Pastor Inženjering d.d. u postupku ishođenja tipskog odobrenja za mlaznicu tip WM5-90 od ovlaštene osiguravateljske kuće.

ISPITIVANJA

Određivanje konstante protoka K

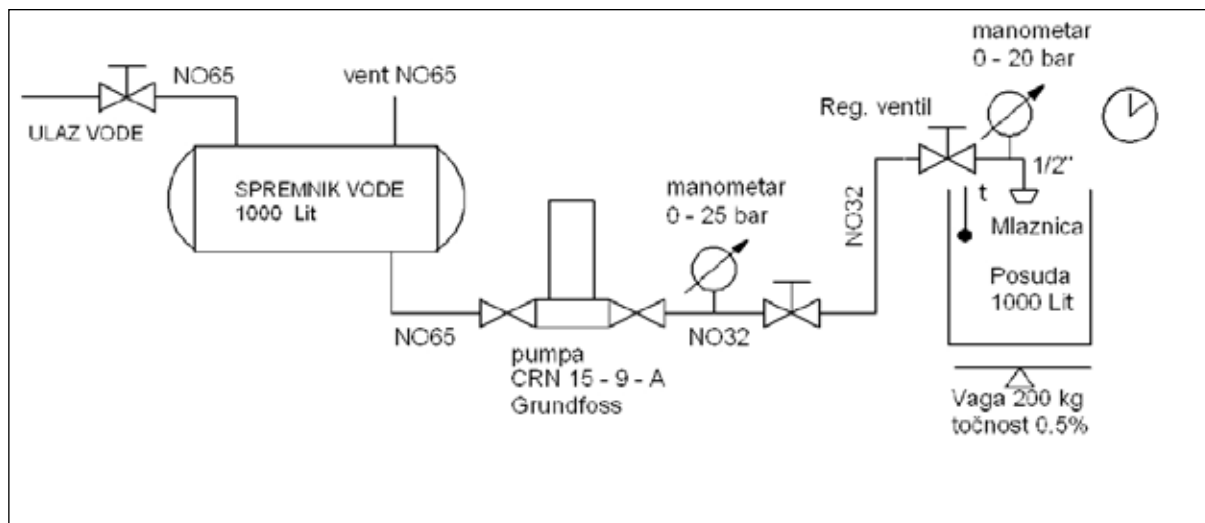
Konstanta protoka mlaznice definirana je izrazom:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{p}}$$

pri čemu je Q volumni protok kroz mlaznicu izražen u dm^3/min , dok je p tlak vode na ulazu u mlaznicu izražen u [bar].

Izmjerene vrijednosti K ne bi smjele odstupati više od $\pm 5\%$ od onih danih od proizvođača. Mjerenja je potrebno provesti na dva uzorka mlaznica u rasponu od minimalnog do nazivnog tlaka u intervalima od po 10% raspona. U prvoj seriji mjerenja tlak se povećava od minimalnog do nazivnog da bi se u drugoj seriji smanjivao od nazivnog do minimalnog. Vrijednost konstante K dobiva se kao srednja vrijednost iz svake serije mjerenja.

Mjerna linija za određivanje konstante K prikazana je slikom 1. Svježa voda iz vodovoda se tijekom mjerenja kontinuirano dovodi u spremnik od 1000 litara koji ima zadaću kompenzirati oscilacije tlaka u vodovodu. Visokotlačna pumpa omogućuje postizanje tlakova na ulazu u mlaznicu u rasponu od 1 bar do 15 bar. Regulacijskim ventilom omogućeno je precizno postizanje željenog tlaka. Maseni protok vode mjeren je uz pomoć vage kapaciteta 200 kg i štoperice. Za mjerenje tlaka korišteni su glicerinski manometri neosjetljivi na visokofrekventne oscilacije tlaka u fluidu zbog rada pumpe. Svi su mjerni instrumenti umjereni prije mjerenja.

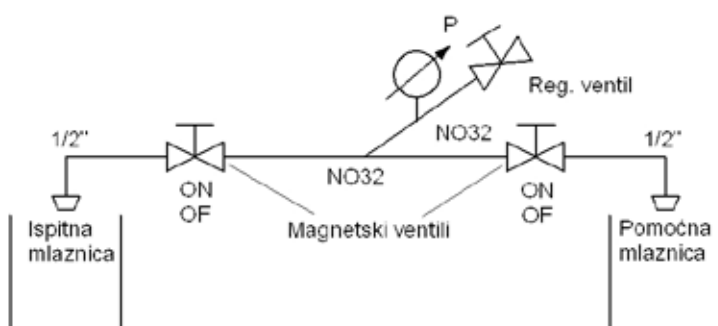


Slika 1. Mjerna linija za određivanje konstante protoka K
Figure 1. Measuring line for the determination of the flow constant K

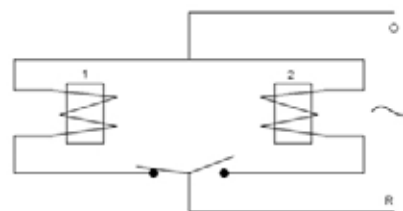
Zbog relativno velikih vrijednosti protoka, namještanje željenog tlaka provodilo se prvo na pomoćnoj mlaznici (slika 2) da bi se otvaranjem i zatvaranjem magnetskih ventila protok trenutno usmjeravao na ispitnu mlaznicu što je bio i početak mjerenja vremena istjecanja, a koje je za svaku pojedinu vrijednost tlaka iznosilo 1 minutu. Volumni protok Q određen je iz mjerenog masenog protoka G i podataka o gustoći vode ρ za izmjerenu temperaturu vode t

$$Q = \frac{G}{\rho}$$

a)



b)



Slika 2. a) Namještanje tlaka na pomoćnoj mlaznici i usmjeravanje protoka na ispitnu mlaznicu magnetski upravljanim ventilima;

Slika 2. b) Shema spajanja magnetskih ventila

Figure 2.a) Adjusting the pressure on the auxiliary nozzle and directing the flow to the test nozzle by magnetic valves;

Figure 2.b) Diagram showing the joining of magnetic valves

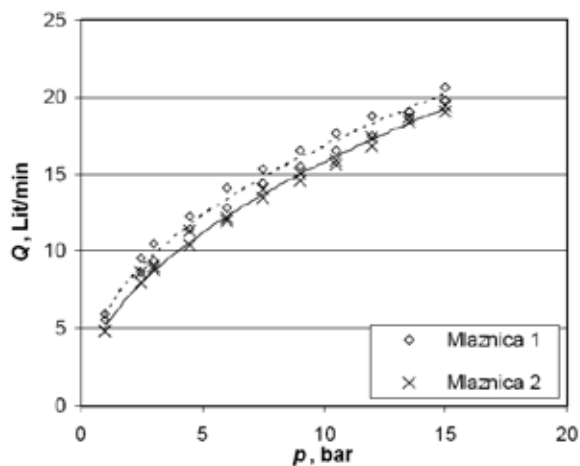
Rezultati mjerenja prikazani su u Tablici 1 i na slici 3 gdje se na dijagramu jasno uočavaju odstupanja između prve "uzlazne" i druge "silazne" serije mjerenja za pojedini uzorak.

Osrednjavanjem za obje serije dobivene su vrijednosti konstante protoka $K_1 = 5,45$ za prvi uzorak mlaznice te $K_2 = 5,01$ za drugi uzorak identične geometrije.

Tablica 1. Izmjerene vrijednosti protoka na dva uzorka mlaznice identičnih geometrija

Table 1. Measured flow values on two nozzle specimens of identical geometry

Tlak (bar)	Protok (kg/min)		K	
	Mlaznica 1	Mlaznica 2	Mlaznica 1	Mlaznica 2
1	5,9	4,85	5,91	4,85
2,5	9,6	8,6	6,08	5,44
3	10,45	9,0	6,04	5,20
4,5	12,3	11,35	5,80	5,36
6	14,1	12,0	5,76	4,90
7,5	15,3	14	5,59	5,12
9	16,5	15	5,51	5,01
10,5	17,6	15,6	5,44	4,82
12	18,75	16,8	5,42	4,85
13,5	19,0	18,7	5,18	5,09
15	20,6	19,0	5,32	4,91
15	19,8	19,4	5,12	5,01
13,5	18,7	18,35	5,09	5,00
12	17,5	17,35	5,06	5,01
10,5	16,5	15,9	5,10	4,91
9	15,5	14,6	5,17	4,87
7,5	14,35	13,5	5,25	4,93
6	12,8	12,2	5,23	4,99
4,5	11,4	10,4	5,38	4,91
3	9,4	8,8	5,43	5,09
2,5	8,6	8,0	5,44	5,06
1	5,6	4,85	5,61	4,85
$\bar{K} = \frac{K_1 + K_2}{2} = 5,23$			$K_1 = 5,45$	$K_2 = 5,01$



Slika 3. Mjerene vrijednosti protoka u ovisnosti o tlaku na ulazu u mlaznicu
 Figure 3. Measured flow values in relation to pressure at nozzle entrance

Raspodjela vode

Mjerna linija za određivanje raspodjele vode prikazana je slikom 4. Mlaznice su ugrađene u cjevovode promjera 1/2" i smještene u četverokutnom rasporedu s jednom sapnicom u sredini.

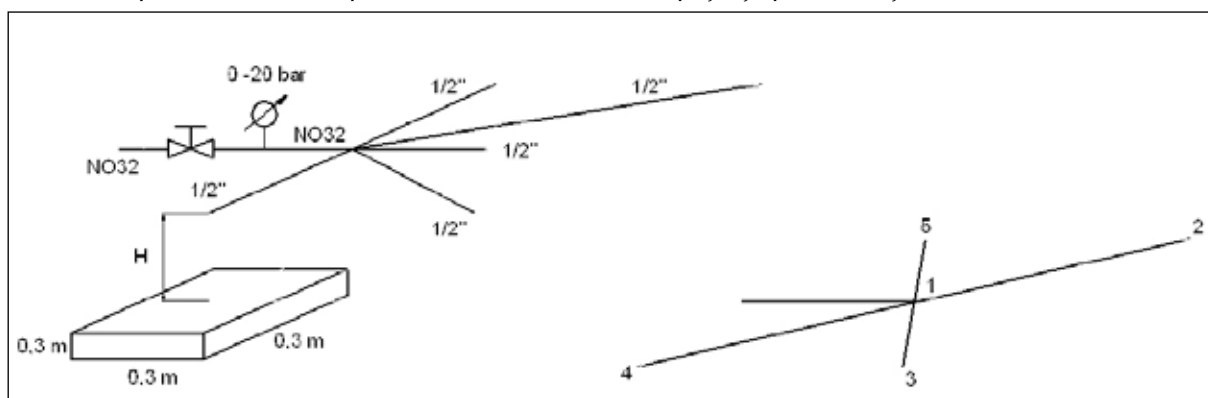
Za udaljenost između mlaznica uzima se ona najveća prema specifikaciji proizvođača. Iz mlaznica se raspršena voda prikuplja uz pomoć posuda dimenzija 300×300×300 mm smještenim centralno ispod svake pojedine mlaznice.

Ispitivanja se rade pri najmanjem nazivnom tlaku te najmanjoj i najvećoj visini instalacije mlaznica specificiranim od proizvođača. Voda

se prikuplja u razdoblju od najmanje 10 minuta. Izmjerene karakteristike raspodjele vode dane su u Tablici 2.

Test zaprljanja

Mlaznice se testiraju na zaprljanje tijekom 30 minuta kontinuiranog rada pri nazivnom tlaku s vodom koja u sebi sadrži određenu koncentraciju kontaminata. Nakon toga provjerava se protok čiste vode kroz mlaznicu pri nazivnom tlaku, a koji se ne smije razlikovati za više od ±10% od protoka kroz istu mlaznicu koji je imala prije provedbe testa zaprljanja. Mjerna linija za provedbu testa zaprljanja prikazana je na slici 5.

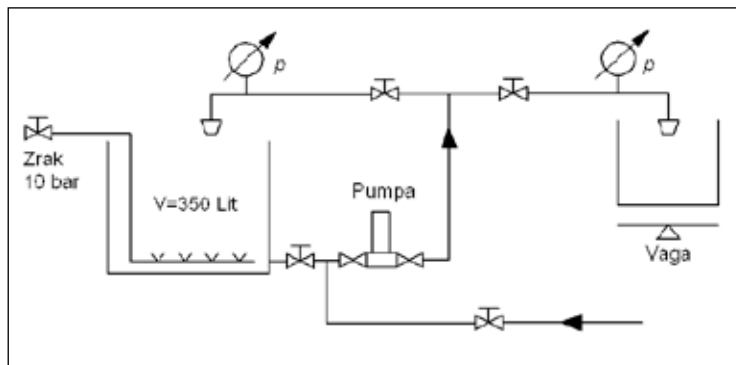


Slika 4. Mjerna linija za određivanje raspodjele vode
Figure 4. Measuring line to determine water distribution

Tablica 2. Izmjerene karakteristike distribucije vode

Table 2. Measured water distribution characteristics

Visina mlaznice od poda, H (m)	Tlak ispred mlaznice p (bar)	Prikupljene količine vode (kg/10 min), po mlaznici (br.)				
		1	2	3	4	5
1	5	1	1	0,9	1	1
	15	4,2	4,25	4,6	4,2	4,5
1,5	5	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2
	15	3,2	3,25	3,4	3,2	3,2
2	5	0,8	1	0,8	0,8	0,85
	15	3,5	3,8	3,6	3,4	3,65
2,5	5	1,2	1,2	1	0,9	0,9
	15	5	5,2	4,5	4,4	5
3	5	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4
	15	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6



Slika 5. Mjerna linija za provedbu ispitivanja zaprljanja

Figure 5. Measuring line for soiling test

Količina i sastav kontaminata koji se dodaje u vodu definiran je u Tablici 3. Pri pripremi kontaminata korištena su sita CENCO-MENZEN dimenzija definiranih normom ASTM E11-87. Količina kon-

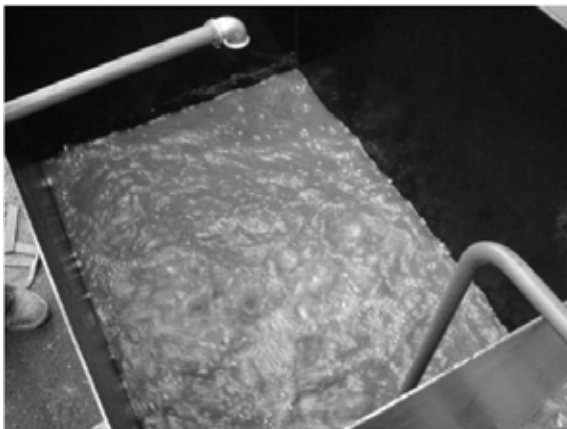
taminata od 1,58 kg dodaje se u 60 litara vode koja se tijekom testa neprestano miješa (agitira) komprimiranim zrakom kako bi se spriječilo taloženje čestica kontaminata na dno posude (slika 6).

Tablica 3. Sastav i količina kontaminata

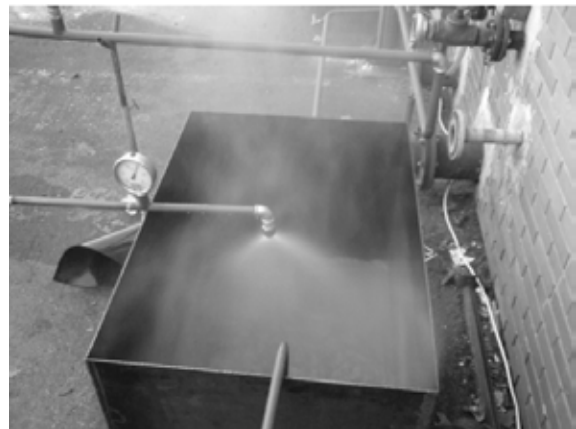
Table 3. Composition and quantity of contaminants

Oznaka sita	Nazivni otvor sita (mm)	Količina kontaminata (g) $\pm 5\%$		
		Naslage u cijevima	Zemlja	Pijesak
No. 25	0,706		456	200
No. 50	0,297	82	82	327
No. 100	0,150	84	6	89
No. 200	0,074	81	-	21
No. 325	0,043	153	-	3
ukupno		400	544	640

Oznake sita prema ASTM E 11 - 87



a)



b)

Slika 6. a) neprestano miješanje (agitacija) kontaminirane vode komprimiranim zrakom
b) prikaz rada mlaznice tijekom ispitivanja (skinut pokrov posude zbog fotografiranja)

Figure 6. a) constant agitation of contaminated water with compressed air
b) nozzle operation in the course of testing (top removed for photographing)

U Tablici 4 dani su rezultati ispitivanja protoka kroz mlaznicu nakon provedenog ispitivanja zaprljanja pri nazivnom tlaku kao i određenom broju nižih tlakova kako bi se odredila konstanta protoka.

Pri nazivnom tlaku od 15 bar izmjeren je protok od 16 lit/min što je 16,5% niža vrijednost u odnosu na vrijednosti protoka postignutih na istoj mlaznici prije provedbe ispitivanja zaprljanja, a koje su iznosile 19 kg/min i 19,4 kg/min (Tablica 1).

Tablica 4. Rezultati ispitivanja protoka nakon provedenog ispitivanja zaprljanja

Table 4. The results of the flow test carried out after the soiling test

Tlak (bar)	Protok (kg/min)
15	16
12	14,1
10	13,2
5	9,4
1	4
K	4,12

ZAKLJUČAK

Provedena su ispitivanja mlaznice za stvaranje vodene magle domaćeg proizvođača Pastor inženjering d.d. kao dijela postupka ishođenja tipskog odobrenja za ugradnju u strojarne i pumpne stanice na brodovima. Ispitivanja su provedena prema smjericama MSC/Circ. 668 International Maritime Organisation. Dobivene karakteristike protoka *K* i distribucije vode bit će uvrštene u katalog proizvođača kao ulazni podaci za projektiranje sustava protupožarne zaštite na brodovima. Rezultati ispitivanja zaprljanja upućuju na potrebu za manjim korekcijama na konstrukciji mrežice za hvatanje nečistoća na ulazu u mlaznicu u smislu povećanja njezine propusnosti.

LITERATURA

Alternative arrangements for halon fire-extinguishing systems in machinery spaces and pump-rooms, MSC/Circ. 668, 1994., International Maritime Organisation.

Andrassy, M., Laić, Z., Švaić, S.: Ispitivanje i certifikacija sprinkler mlaznica, *Sigurnost*, 42, 2000., 4, 345-335.

Izvjешće o ispitivanju, br. 9/98., FSB, Zagreb, 1998.

Izvjешće o ispitivanju, br. 7/07., FSB, Zagreb, 2007.

WATER MIST NOZZLES TESTING

SUMMARY: The paper presents the tests on the water mist nozzles commonly employed in fire extinguishing systems in machinery spaces and pump rooms. The tests were performed according to the procedures defined by the International Maritime Organisation and comprise determination of the flow constant, flow distribution characteristics and the clogging tests. The tests were conducted as a part of the type approval procedure for the nozzle type WM5-90, as requested by the accredited insurance company.

Key words: fire extinguishing system, mist nozzles, tests

*Professional paper
Received: 2007-04-10
Accepted: 2008-01-02*