

Zaprljanost kanala i stepen strujanja vazduha

F. Peterson
P. Göransson*

KVALITET VAZDUHA U GRADOVIMA

Kvalitet vazduha u gradovima meren je mnogo puta, ikada su nađeni različiti nivoi zagađenosti vazduha (v. sl. 1), u zavisnosti od veličine grada, doba godine itd.

Zagađenost kao osobina vazduha koji je u pitanju, potiče od:

- industrijskih otpadaka,
- Otpadnih gasova iz automobila, itd.,
- čestica iz kotlarnica itd.

Kao što se može videti na sl. 1, količina čestica u vazduhu je lati mala, a prilično velika zimi. To je opšte pravilo, bolje se naročito potvrđuje u nekim švedskim gradovima, kao što je Stockholm (sl. 2).

Porast koncentracije prašine u periodu grejanja nastaje uglavnom od čađi i drugih čestica iz kotlova itd., i u slučaju prikazanom na sl. 2, najveći deo prašine nastaje iz sagorevanja nafte. U proceni veličine formacije prašine u kotlovima oženim naftom, poslužiće i tabela 1.

Prof. dr Folke Peterson, dipl. ing. i dr P. Göransson, dipl. ing., Odeljenje za grejanje i ventilaciju Kraljevskog tehnološkog instituta, Stockholm, Švedska.

Čestice iz kotlova kao i iz ostalih izvora izazvaće mnoge nevolje, kao što su:

- oštećenje površine,
- povećanje stepena korozije,
- narušavanje zdravlja,
- uticaj na osobine postrojenja.

Od pomenutih uticaja, poslednji se retko uočava. U ovom radu biće proučen taj uticaj, onoliko koliko se on tiče ventilacionih uređaja.

OBRAZOVANJE ČAĐI I KENOSFERA

Za vreme sagorevanja nafte, stvaraju se čestice čađi, tzv. čestice manje od mikrona, i kenosfere, čestice čija viličine odgovara kapima nafte pre sagorevanja.

Čestice manje od mikrona se obrazuju u plamenu, pomoću veoma različitih mehanizama, kao što su:

- kompozicija goriva,
- stvoreni joni,
- prisustvo metalnih jona,
- veličina kapljice,
- vlažnost vazduha.

Kenosfere se formiraju pomoću teških molekula u nafti i na površini kapljica. One zato imaju — kao što je već pomenuto —

otprilike isti prečnik kao i sama kap. Međutim, postoje razlozi za varovanje da kenosfere nisu manje od oko 30 mikrona [2].

OŠTEĆENJE POVRŠINE KANALA

Čestice manje od mikrona su male, kao što je prikazano na sl. 3, pa su zato veoma snažno priljubljene za površinu, ako do nje uopšte dopru. Na primer, ako čestice pogode ventilacioni kanal,

Sl. 1.

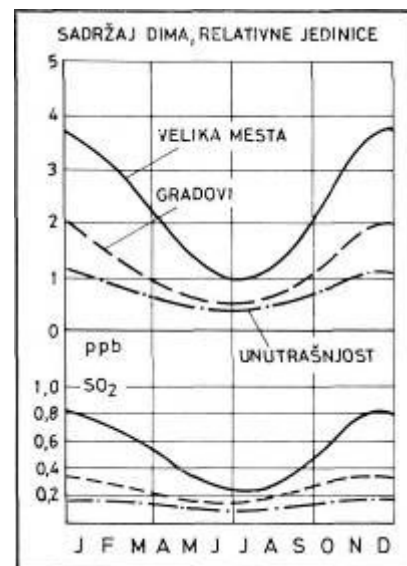


Tabela 1. Procena čadi i kenosfera u gasovima iz kotlova loženih naftom

Tip kotla	Nafta broj	Koncentracija prašine u dimnim gasovima mg/m	Ukupna emisija u Švedskoj, kg
Male kuće, za jednu porodicu	1	5	$0,2 \cdot 10^6$
Srednje veličine, u blokovima itd.	1 o 3	200-300	$15 \cdot 10^6$
Postrojenja daljinskog grejanja	5	< 150	$3 \cdot 10^6$

kada struje sa vazduhom, one će se najpre priljubiti uz kanal i tu zadržati. Sile između čestice i površine kanala mogu se proceniti da iznose do $0,5 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ i, kao što će biti lako razumljivo, ne postoje mogućnosti uduvavanja čestica preko struje vazduha u kanalu.

Pošto će same čestice kasnije imati ulogu kolektora, doći će do razvoja prašine — uglavnom vrlo malih dimenzija — na površini (v. sl. 3).

KANAL U ULOZI FILTRA

Kao što je u prethodnom poglavlju rečeno, kanal će preuzeti ulogu filtra, zadržavajući manje čestice iz dovodnog vazduha. Količina čestica uhvaćenih tako istraživanja je u jednom radu obavljenom tokom pomenute serije istraživanja [4].

Na ulazu u postrojenje, broj čestica je bio meren pomoću uređaja za rasipanje svetla, a ista merenja su vršena i na izlazu. Učinak kanala za različite veličine je izračunat i iznesen u tabeli 2.

Koristeći — kao primer — šare sa sl. 2, možemo videti da

će postrojenje istraživanog tipa povećati količinu prašine reda, $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/kg}$ vazduha. Ako je stepen strujanja vazduha oko 60 000 kg/h, količina prašine će biti oko 50 kg godišnje.

Tabela 2. Učinak kanala u ulozu filtra za prašinu

Velicina čestica (mikron)	Učinak (%)
0,3	9
0,5	19
1,0	38

UTICAJ KOLIČINE VAZDUHA

Za kanal možemo pisati (sa visokim stepenom aproksimacije):

$$\Delta p = \text{const} \cdot \lambda \frac{q^3}{d^5}$$

Prašina na površini kanala — kao na sl. 4 stvaraće posledice:

- promeniće se površina,
- prečnik će se smanjiti.

Kao što je u nekim istraživanjima [3], prikazano, postojaće čak sloj prašine na površini. Prečnik kanala će se zato

smanjiti za manje od jednog milimetra u proseku.

Površina je prilično neravna i procena grubosti površine će dati vrednost od 0,2 mm, tj. vrednost λ će se povećati za oko 25%.

Izračunajmo, na primer, uticaj sloja prašine u skladu sa brojkama koje smo gore naveli. Pre svega, vrednost neravnina će povećati faktor otpora za nešto oko 25%, tj. Umesto 0,018 biće 0,023.

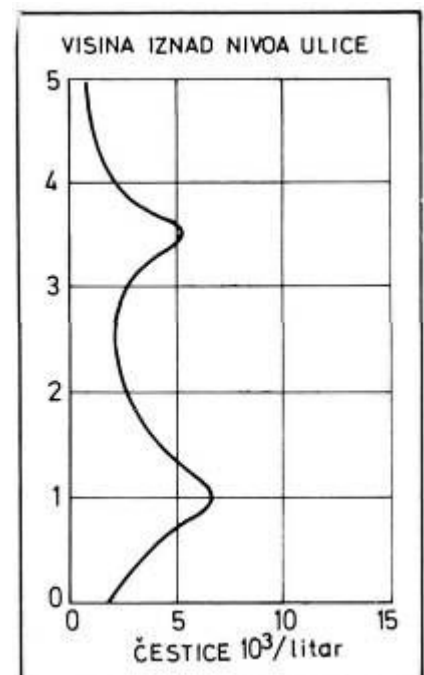
U isto vreme, sloj prašine će imati približno dubinu od 1,0 mm (izračunato iz količine prašine, zapremine težine i prosečne površine sistema). Stavljanjem ovih brojki u jednačinu za pad pritiska i pretpostavljajući da je pritisak pre i posle oštećenja površine isti, nakon tri godine ćemo imati:

$$-5 \frac{dd}{d} + \frac{dq}{2} + \frac{d\lambda}{\lambda} = 0$$

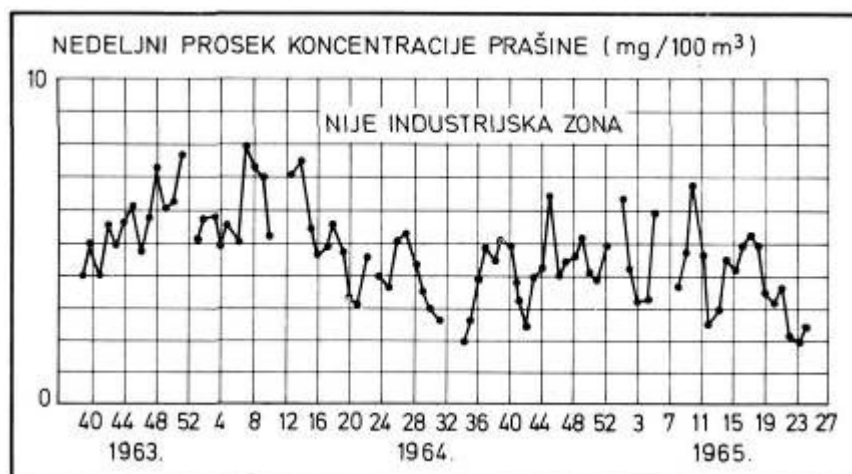
$$\frac{dq}{q} = \frac{5}{2} \frac{dd}{d} - \frac{1}{2} \frac{d\lambda}{\lambda} =$$

$$= \frac{5}{2} \frac{-5}{300} - \frac{1}{2} \frac{1}{25} = 20\%$$

Sl. 3.



Sl. 2. Osobnosti u vazduhu u Štokholmu. Merenja iz 1965.

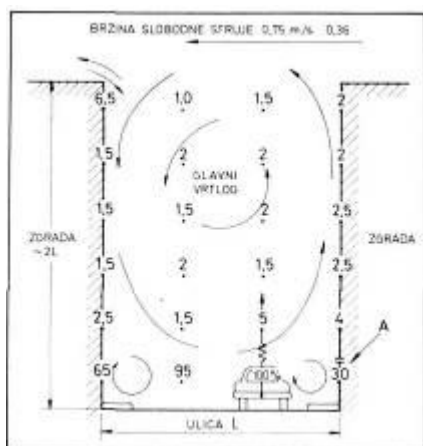


Količina će se, u rezultatu, smanjiti za nekih 20%.

Za sistem sa prilično malim kanalima, npr. 150—160 mm u prečniku, smanjenje d je od vrlo velike važnosti, pošto će izraz $5/2 dd/d$ biti veliki.

Kao primer za $d = 100$ mm i $dd = -6$ mm, imaćemo $5/2 dd/d = 15\%$. To znači da čak ako je otpor od malog značaja za ukupan pad pritiska (normalno je reda 15%), smanjenje prečnika usled oštećenja površine kanala će imati za posledicu smanjenu količinu vazduha veličine 20% ili više, nakon nekoliko godina upotrebe. I oštećenje izmenjivača toplote ili drugih sredstava će dati smanjenje količine vazduha.

Sl. 4. Rastvaranje u modelu ulice



OBLAST ISTRAŽIVANJA

Kada se jedan ventilacioni uređaj postavi, ne moraju se izabrati ni suviše velike niti isuviše male količine vazduha. Suviše velike količine će izazvati izuzetne troškove, kao što je i upotrebljena energija suviše velika. S druge strane, suviše mala količina, neće osigurati željenu unutrašnju klimu, pa će postojati razlozi za žalbe korisnika.

Kao što smo videli, količina vazduha će se promeniti dosta brzo, ako je prašina ostala na površini. Ovo nije rezultat nekih nepoželjnih slučajeva, nego normalna posledica sadržaja prašine u spolnjem vazduhu.

Slike koje smo izabrali su, međutim, samo izračunate i, kao što je rečeno, prilično aproksi-

mativne. Da bi se imala ideja o pravom uticaju oštećenja, izvršena su neka istraživanja [3, 5].

Sledimo tok drugog od navedenih istraživanja, sprovedenog u nekim kućama u blizini Štokholma. Merenja količine vazduha su izvršena tokom leta 1977. godine. Odmah nakon merenja, kanali su očišćeni — videti niže — i izvršena nova merenja. Rezultati su dati u tabeli 3.

Kao što se iz tabele može videti, postoji jasno poboljšanje u pogledu količine vazduha nakon čišćenja kanala. Povećanje u proseku iznosi oko 35%.

GDE STAVITI ULAZE ZA VAZDUH

Ulazi za vazduh su vrlo često smešteni na lošem mestu. U jednom istraživanju obavljenom za Odeljenje za grejanje i ventilaciju [6], Lindblad je pokazao da je koncentracija prašine (čestica većih od 1 mikrona) u ulicama u najvećem broju slučajeva raspodeljena prema sl. 4.

Kako je na sl. 5. prikazano, maksimum prašine je na 1 m i na oko 3 m iznad nivoa ulice. Prašina na ovim nivoima je uglavnom iz automobila i sa tla je podižu automobili u pokretu, kao i toplota iz izduvnih gasova.

I model strujanja u ulicama je od važnosti. Da bi se ovaj uticaj istražio, izvršena su meka ispitivanja na modelima [7], kao na sl. 5. Merena koncentracija je prikazana na sl. 5, i kao što se može videti, maksimum postoji

u blizini uglova ulica/zgrada. Na slici je takođe naznačen model strujanja koji daje ukupnu količinu koncentracije.

Da bi se izbegla suviše visoka koncentracija prašine u dovodnom vazduhu, projektant mora postavljati ulaze dosta visoko iznad ulice, ili, čak bolje, smestiti ih na takve zidove koji ne gledaju na ulicu. Merenja u dvorištima itd. pokazuju da tu postoji veoma mala koncentracija prašine. Isto tako (v. sliku) koncentracije iznad krovova su siromašne za ulaze vazduha, uglavnom zaviseći od prašine iz kotlova i sl. Određivanje pravilnih visina za dimnjake i, naravno, poboljšavanje sagorevanja će, međutim, smanjiti prašinu na ulazima za vazduh i to prilično mnogo.

ČETIRI JEDNOSTAVNA NAČINA IZBEGAVANJA SMANJENJA KOLIČINE VAZDUHA

Postoji mnogo načina za smanjenje uticaja o kojima je reč. Razmotrimo mogućnosti koje projektant postrojenja ima na raspolaganju.

Pre svega smanjiti sloj čadi u kotlovima (i u industrijskim postrojenjima), da bi se smanjio broj čestica u vazduhu. Ovo se čini da bi se pre svega smanjile opasnosti po zdravlje, ali se smanjuju i rizici koje stvara loša ventilacija.

Drugo, ulazi za vazduh moraju biti uređeni na pravi način, tj. smešteni na pravilnoj visini iz-

Tabela 3. Promena količine vazduha čišćenjem

Stan broj	B r o j k u ċ e									
	1		2		3		4		5	
	pre	posle	pre	posle	pre	posle	pre	posle	pre	posle
1	18	42	63	63	54	83	60	60	28	44
2	28	54	28	44	60	74	22	37	32	43
3	16	64	40	50	69	63	62	65	16	16
4	25	60	11	24	50	69	45	45	20	38
5	77	77	31	38	39	67	31	58	16	34
6	44	67	10	23	28	38	48	57	14	36
7	40	58	25	25	67	73	42	57	24	38
8	51	70	64	69	44	40	50	50	7	24
9	110	79	24	56	20	47	42	59	8	26
10	50	57	29	50	46	53	60	57	18	26
11	11	44	54	65	34	61	48	70	12	21
12	78	58	31	65	38	52	54	54	33	49
13	21	48	65	65	32	60	68	68	19	25
Prasek	45	60	37	49	47	60	48	52	19	32
Standardno oidsitupainje	31	12	19	16	16	15	13	17	8	10

nad ulice, daleko od izlaza dimnjaka itd.

Treće, upotreba filtara radi zaštite kanala. Treba primetiti da se filtri moraju redovno menjati i prema merenjima zamuljenosti, na primer padom pritiska preko filtra.

Četvrto, čistiti redovno kanale, tj. svake ili svake druge godine, u zavisnosti od koncentracije prašine u vazduhu. Kao procena,

smanjenje stepena strujanja je oko 7% svake godine, ali brojka u velikoj meri zavisi od količine prljavštine u spoljnjem vazduhu.

LITERATURA

- [1] Von UBISCH, H.: *Luftfororening-sundersokningarna i Stockholm, 1962—1965*, VVS Nr. 7/1968.
- [2] PETERSON, F.: *Stoftbildning vid oljeeldning* (1972).

- [3] WALLIN, O.: *Erfarenheter fran rensning av nagra ventilationssystem i flerfamiljshus upforda under 1950-talet* (1978).
- [4] STARK, T.: *Stoftkoncentration i komforanlaggningar* (1972).
- [5] GUSTAVSSON, M.: *Forsmut-sning av ventilationsanlaggningar i flerfamiljshus* (1978).
- [6] LINDBLAD, N.: *Plaring av friskluftsintag* (1965).
- [7] ERSSON, Ch. & TEGMAN, L.: *Naturlig ventilation av gator* (1975).