

Uticajni faktori na rad sistema pneumatskog transporta pepela na primeru postrojenja u TENT-B

Stanojević M.¹, Stevanović V.¹, Bajić M.², Karličić N.¹

¹ Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, Srbija

² Privredno društvo „Termoelektrane Nikola Tesla“ d.o.o. Obrenovac

APSTRAKT

Na blokovima B1 i B2 u TENT-B uveden je novi sistem transporta šljake i pepela (koji se izdvaja u elektrofiltru, kanalu dimnih gasova i rotacionom zagrejaču vazduha). Transport se vrši do silosa udaljenih oko 700 m. Za pneumatski transport pepela jedan blok ima 2 transportne linije kapaciteta od po 129 t/h. Pri radu blokova sa ugljem lošijeg kvaliteta, niže toplotne moći i većim sadržajem pepela, povećava se količina pepela koju treba transportovati, tako da povremeno dolazi do pojave zagušenja, odnosno pojave taloženja pepela u transportnim cevovodima. Pored toga, dolazi i do abrazivnog delovanja pepela, što dovodi do oštećenja cevovoda i armature.

U radu su analizirane karakteristike pepela i uglja koje imaju značajan uticaj na funkcionisanje sistema pneumatskog transporta. Pored osnovnih karakteristika pepela, kao što su nasipna gustina i stvarna gustina, poroznost nasutog sloja, granulometrijski sastav i hemijski sastav (oksidni sastav, sadržaj kvarca i sadržaj amorfne faze), razmatrane su i karakteristike fluidizacije pepela (brzine fluidizacije) i permeabilnost pepela, koje su od posebnog značaja za odvijanje pneumatskog transporta.

Na osnovu nekoliko serija ispitivanja uzoraka pepela (iz procesa sagorevanja u kotlovima TENT-B) obavljenih u Laboratoriji za procesnu tehniku na Mašinskom fakultetu u Beogradu i laboratoriji FC Lafarge u Beočinu, utvrđeno je da je pepeo promenljiv po krupnoći i fizičko-hemijskom sastavu, što se odrazilo i na karakteristike fluidizacije. Prema podacima ispitivanja urađena je klasifikacija pepela na osnovu koje se mogu dobiti određene smernice vezane za odvijanje pneumatskog transporta.

UVOD

Na blokovima B1 i B2 Termoelektrane „Nikola Tesla B“ (TENT B) uveden je novi sistem transporta šljake i pepela (koji se izdvaja u elektrofiltaru, kanalu dimnih gasova i rotacionom zagrejaču vazduha). Transport se vrši do silosa udaljenih oko 700 m.

Novi sistem otpepeljavanja u delu pneumatskog transporta pepela do silosa pepela se sastoji od pneumatskog transporta pepela od sabirnika pepela dimnih gasova i sabirnika pepela rotacionih zagrejača vazduha do sabirnika pepela ispod elektrofiltara i pneumatskog transporta pepela od elektrofiltara do dva silosa za skladištenje pepela.

Izgrađene su četiri nezavisne transportne linije pepela (istih dimenzija) kapaciteta od po 129 t/h, za svaki blok po dve. Ukupna dužina svih horizontalnih, kosih, vertikalnih deonica i kolena iznosi oko 717 m, broj ciklusa za jednu transportnu liniju je 9, a količina pepela u jednom ciklusu je maksimalno 14,4 t.

Pri radu blokova sa ugljem lošijeg kvaliteta, niže toplotne moći i većim sadržajem pepela, povećava se količina pepela koju treba transportovati, tako da povremeno dolazi do pojave zagušenja, odnosno pojave taloženja pepela u transportnim cevovodima. Pored toga, dolazi i do abrazivnog delovanja pepela, što dovodi do oštećenja cevovoda i armature.

MATERIJALI I METODE

Ispitivanja karakteristika pepela su obavljena u Laboratoriji za procesnu tehniku na Mašinskom fakultetu u Beogradu i u laboratoriji FC Lafarge u Beočinu.

Laboratorijska ispitivanja fizičko-hemijskih karakteristika pepela obuhvatila su određivanje nasipne gustine u rastresitom stanju, nasipne gustine u zbijenom stanju, granulometrijskog sastava, srednjeg prečnika zrna, fizičke gustine, poroznosti sloja u rastresitom stanju, poroznosti sloja u zbijenom stanju i hemijskog sastava (oksidni sastav, sadržaj kvarca i sadržaj amorfnе faze). Pored toga, razmatrane su i karakteristike fluidizacije pepela (brzine fluidizacije) i permeabilnost pepela, koje su od posebnog značaja za odvijanje pneumatskog transporta.

Ispitivani su uzorci iz kanala dimnih gasova (KDG), zagrejača vazduha (LUV), elektrofiltara (EF), kao i mešavine pepela iz uređaja za pneumatski transport. U periodu oktobar 2011 – septembar 2012. pripremljeno je pet serija uzoraka pepela.

U tabeli 1 su dati podaci o kvalitetu uglja koji se sagoreva u TENT-B i količinama pepela i šljake.

Tabela 1 Količina pepela i šljake iz jednog bloka prema podacima iz Glavnog projekta sistema za transport i deponovanje pepela i šljake (april 1980.)

	Jedinica	Garantovano gorivo	Lošije gorivo
Donja toplotna moć uglja	kJ/kg	6698	5861
Potrošnja uglja	t/h	875	1000
Sadržaj pepela u uglju	%	20	24
Količina pepeo + šljaka	t/h	175	240
Udeo šljake	%	7	7
Količina šljake	t/h	12,25	16,8
Količina pepela	t/h	162,75	223,2

Udeo pepela izdvojenog u kotlarnici	%	7,44	7,44
Količina pepela u kotlarnici	t/h	13,02	17,856
Količina pepela ispod EF-a	t/h	149,73	205,34

Za sve uzorke određena je nasipna (zapreminska) gustina i nasipna gustina u zbijenom stanju. Nasipna gustina odmah po nasipanju sloja označena je sa ρ_{ε_0} (kg/m³). Nasipna gustina u zbijenom stanju određena je posle protresanja sloja u trajanju od 30 sekundi (označena sa $\rho_{\varepsilon_{0,30}}$) i posle protresanja sloja u trajanju od 60 sekundi (označena sa $\rho_{\varepsilon_{0,60}}$).

Za određivanje nasipne gustine i nasipne gustine u zbijenom stanju korišćena je staklena cilindrična posuda zapremine 1 dm³ i odgovarajući uređaj za zbijanje (slika 1).



a)



b)

Slika 1 Aparatura za određivanje a) nasipne (zapreminske) gustine
b) nasipne gustine u zbijenom stanju

Poroznost sloja u rastresitom i zbijenom stanju određena je na osnovu podataka o nasipnoj i stvarnoj gustini pepela:

$$\varepsilon_0 = 1 - \frac{\rho_{\varepsilon_0}}{\rho_s},$$

gde su:

ρ_{ε_0} ,kg/m³, nasipna gustina pepela u rastresitom stanju

ρ_s ,kg/m³, stvarna gustina pepela, i

$$\varepsilon_{0,60} = 1 - \frac{\rho_{\varepsilon_{0,60}}}{\rho_s}$$

gde je:

$\rho_{\varepsilon_{0,60}}$,kg/m³, nasipna gustina pepela u zbijenom stanju.

Za određivanje granulometrijskog sastava pepela korišćen je komplet od više laboratorijskih sita sa veličinom otvora od 600, 400, 315, 200, 125 i 75 μm .

Za svaku frakciju određen je maseni udeo u kompletnom materijalu:

$$a_i = \frac{F_i}{Q_F} \cdot 100 = \frac{F_i}{\sum_{i=0}^n F_i} \cdot 100, \%,$$

gde su:

F_i , g, masa frakcije,

$Q_F = \sum F_i$, g, ukupna masa svih frakcija.

Na osnovu podataka o granulometrijskom sastavu uzoraka pepela određeni su srednji prečnici pojedinačnih uzoraka po serijama. Srednji prečnik pojedine frakcije određen je kao aritmetička sredina dimenzija otvora gornjeg i donjeg sita te frakcije. Dimenzija otvora gornjeg sita i -te frakcije označena je sa d_{i+1} , a donjeg sita sa d_i . pa je prema tome srednji prečnik i -te frakcije $d_{sr, i}$:

$$d_{sr, i} = \frac{d_{i+1} + d_i}{2}, \mu\text{m},$$

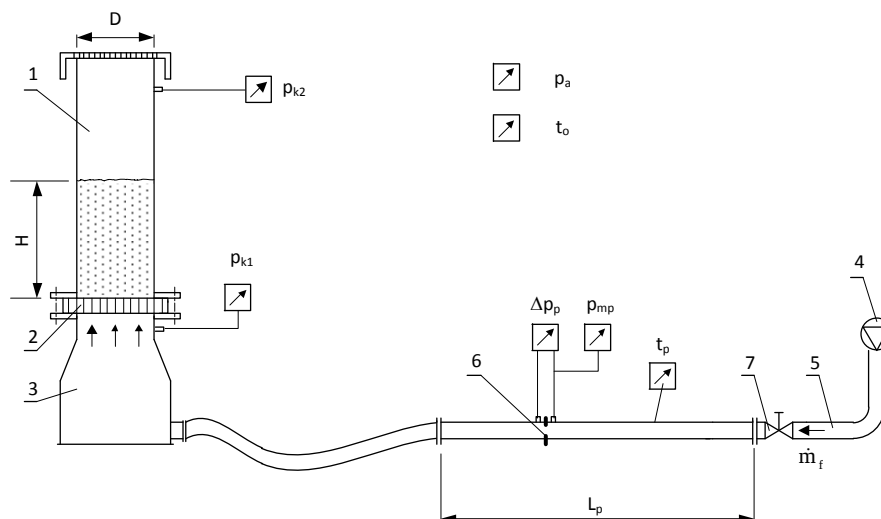
Srednji prečnik za kompletan ispitivani uzorak određen je na osnovu sledećeg izraza:

$$d_{sr} = \frac{\sum_{i=0}^n d_{sr, i} \cdot a_i}{\sum_{i=0}^n a_i}, \mu\text{m},$$

gde je:

a_i - maseni udeo frakcije uzražen u %.

Za preporuku ili analizu postojećeg sistema pneumatskog transporta pepela, potrebno je razmotriti i njegova aeraciona svojstva. Laboratorijskim ispitivanjima određena su sledeća aeraciona svojstva uzoraka pepela: prva kritična brzina fluidizacije, zavisnost pada pritiska kroz sloj pepela od brzine fluidizacije, druga kritična brzina fluidizacije i permeabilnost pepela. Instalacija za ispitivanje fluidizacije pepela prikazana je na slikama 2 i 3.



Slika 2 Šema instalacije za ispitivanja fluidizacije pepela

Osnovni delovi instalacije za ispitivanja fluidizacije pepela su:

1. Kolona od pleksiglasa ($D = 142 \text{ mm}$, $H_C = 1750 \text{ mm}$) za fluidizaciju pepela sa filtrom na vrhu,
2. Porozna pregrada,
3. Komora za umirenje struje vazduha,

4. Rotaciona klipna duvaljka.
5. Sistem cevi za dovod vazduha,
6. Prigušnica ($d_p = 11,7 \text{ mm}$) montirana u pravolinijskom delu cevi ($D_p = 52,3 \text{ mm}$, $L_p = 3 \text{ m}$), za određivanje protoka vazduha za fluidizaciju,
7. Odgovarajući ventili za regulaciju protoka vazduha.



Slika 3 Instalacija korišćena za ispitivanje fluidizacionih karakteristika nasutog sloja uzorka pepela

Na prikazanoj instalaciji vršeno je merenje sledećih veličina:

- p_{K1} - nadpritisak vazduha ispod porozne pregrade (pomoću U-cevi sa vodom),
- p_{K2} - nadpritisak vazduha iznad sloja pepela (pomoću U-cevi sa vodom),
- H - visina sloja pepela u cevi (pomoću metra),
- Δp_p - pad pritiska kroz prigušnicu (pomoću kosog manometra sa alkoholom; ugao nagiba je bio između 10° i 40° - u zavisnosti od protoka vazduha),
- p_{mp} - nadpritisak vazduha ispred prigušnice (pomoću U-cevi sa živom ili vodom u zavisnosti od protoka vazduha),
- t_p - temperatura vazduha ispred prigušnice (pomoću termometra),
- p_a - atmosferski pritisak (pomoću barometra),
- t_o - temperatura vazduha u prostoriji (pomoću termometra).

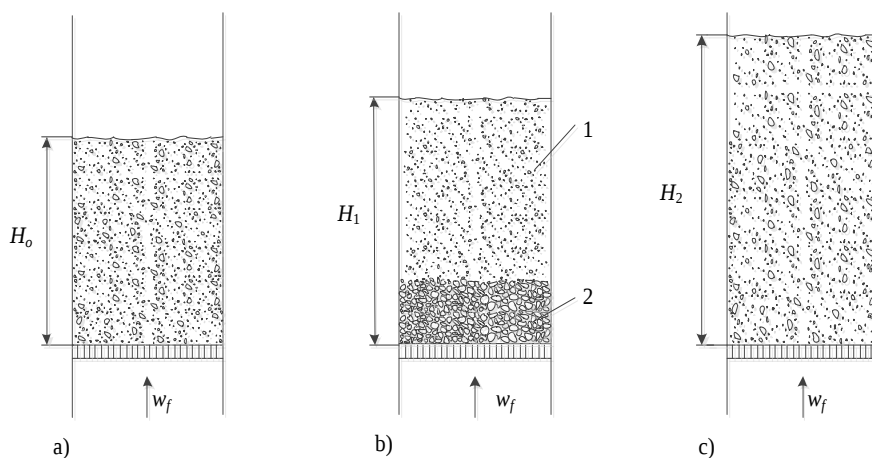
Ispitivanje aeracionih svojstava obavljeno je na ukupno 17 uzoraka. Ispitivanja fluidizacije pepela rađena su sa različitim visinama nasipanja. U koloni (cevi) za fluidizaciju (slika 4) sloj materijala uzorka pepela postavlja se na poroznu pregradu kroz koju se propušta vazduh. Za sve uzorke određene su zavisnosti jediničnog pada pritiska ($\Delta p_s/H$) i ukupnog pada pritiska (Δp_s) kroz sloj pepela od brzine fluidizacije (w_f). Merenja su vršena u smeru povećanja brzine vazduha, a zatim u smeru smanjenja brzine vazduha kroz sloj. Jedinični pad pritiska ($\Delta p_s/H$) određen je svođenjem ukupnog pada pritiska (Δp_s) kroz sloj pepela na jedinicu izmerene visine. Brzina strujanja vazduha definisana je u odnosu na ceo poprečni presek cevi.

Kod svih ispitivanja fluidizacija pepela je pažljivo praćena i vizuelno. Praćeni su sledeći fenomeni:

- formiranje kanala kroz sloj pepela pri prostrujavanju vazduha,
- pojava barbotiranja na vrhu sloja materijala,

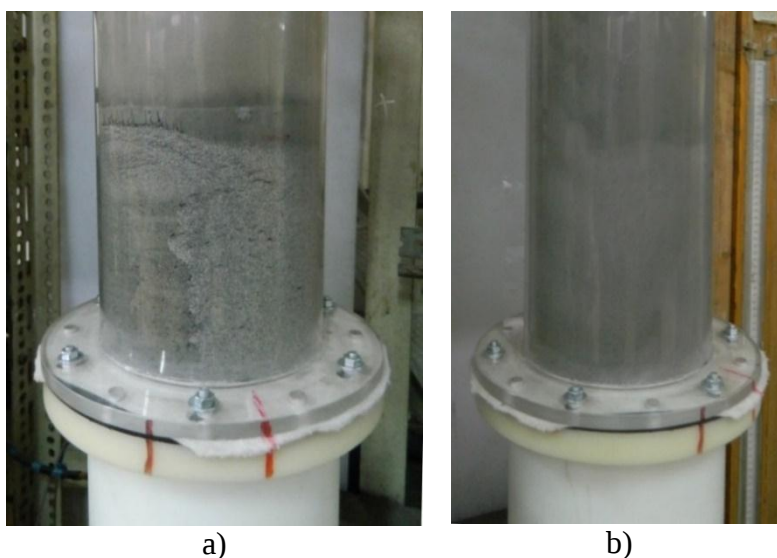
- prva kritična brzina fluidizacije (w_1^*), koja je kasnije određena i grafički,
- raslojavanje čestica u sloju (u slučaju fluidizacije pepela nejednolike krupnoće i heterogenog fizičko-hemijskog sastava),
- početak vertikalnog pneumatskog transport, odnosno iznošenja najsitnijih čestica iz sloja.

Svi ovi parametri nisu jednoznačno određeni zbog uzoraka pepela koji su heterogeni i po krupnoći i po fizičko-hemijskom sastavu. Kod većeg broja uzoraka javljala se tendencija formiranja kanala pri brzinama oko prve kritične. Pri prostrujavanju brzinom koja odgovara prvoj kritičnoj brzini fluidizacije za sitnije i/ili lakše čestice su se grupisale na površini sloja. Taj deo sloja je imao sve karakteristike početka fluidizacije pri promenljivoj poroznosti. U donjem delu sloja ostaju nataložene krupnije čestice koje se pri tim brzinama još ne fluidizuju, tj. ostaju u području fluidizacije pri stalnoj poroznosti. Na slikama 4 i 5 je dat je prikaz fluidizacije pepela nejednake krupnoće i heterogenog fizičko hemijskog sastava.



Slika 4 Prikaz fluidizacije pepela nejednolike krupnoće i heterogenog fizičko-hemijskog sastava:

- a) nasuti sloj pepela pre fluidizacije,
b) sitniji deo pepela (1) se fluidizuje, krupniji deo pepela (2) je nepokretan
c) postignuta potpuna fluidizacija*



Slika 5 Fluidizovanje heterogenog materijala:

- a) materijal je delimično fluidizovan; b) materijal je potpuno fluidizovan*

Permeabilnost je određena za uslove strujanja vazduha kroz sloj pepela pre dostizanja prve kritične brzine fluidizacije, prema izrazu:

$$PE = \frac{w_{\varepsilon}}{\frac{\Delta p_s}{H_o}}, \text{ m}^2/(\text{Pa}\cdot\text{s}),$$

gde su:

w_{ε} , m/s, - brzina vazduha kroz sloj pepela,

$$w_{\varepsilon} = \frac{w_f}{\varepsilon_o}$$

gde je w_f brzina vazduha svedena na poprečni presek kolone,

$\frac{\Delta p_s}{H_o}$, Pa/m, - jedinični pad pritiska u području fluidizacije pri konstantnoj poroznosti.

REZULTATI

Program ispitivanja obuhvatio je ukupno 64 uzorka pepela. Rezultati dobijeni laboratorijskim ispitivanjima prikazani su u tabelama 2 i 3.

Tabela 2 Rezultati laboratorijskih ispitivanja za sve uzorke

Naziv	Oznaka	Jedinica	Brojna vrednost
Nasipna (zapreminska) gustina	ρ_{ε_o}	kg/m ³	559 ÷ 1097 (za 56% uzoraka 600 ÷ 700)
Nasipna gustina u zbijenom stanju	$\rho_{\varepsilon_o,30}$	kg/m ³	629 ÷ 1240
Nasipna gustina u zbijenom stanju	$\rho_{\varepsilon_o,60}$	kg/m ³	636 ÷ 1242
Stvarna (fizička) gustina	ρ_s	kg/m ³	1500 ÷ 2490 (za 50% uzoraka 1700 ÷ 1900)
Srednji prečnik	d_{sr}	μm	95 ÷ 290 (za 56% uzoraka 100 ÷ 200)
Poroznost nasutog sloja	ε_o	-	0,56 ÷ 0,67
Poroznost nasutog sloja za uzorke KDG pepela	ε_o	-	0,61 ÷ 0,65
Poroznost nasutog sloja za uzorke EF pepela	ε_o	-	0,56 ÷ 0,60 (za 40 % uzoraka)
Poroznost sloja u zbijenom stanju	$\varepsilon_{o,60}$	-	0,49 ÷ 0,61
Prva kritična brzina fluidizacije	w_1^*	cm/s	1,36 ÷ 3,85
Druga kritična brzina fluidizacije	w_2^*	cm/s	10 ÷ 15 puta veća od w_1^*
Permeabilnost	PE	m ² /(Pa·s)	$3,55 \cdot 10^{-6} \div 6,05 \cdot 10^{-5}$

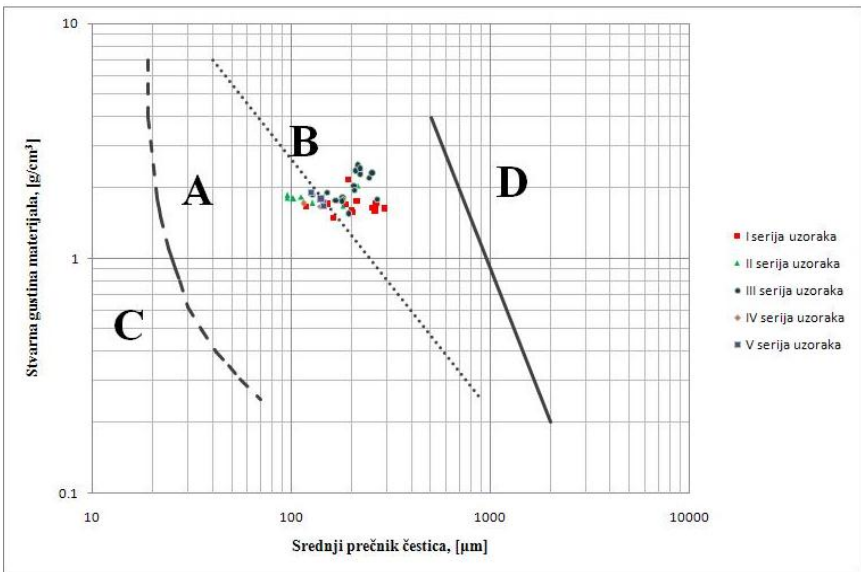
Tabela 3 Rezultati hemijskih analiza za sve uzorke

Naziv	Oznaka	Jedinica	Brojna vrednost
Kvarc	-	%	$10 \div 70$
Amorfna faza	-	%	$18 \div 70$
Gubitak žarenjem	GŽ	%	$1,54 \div 5,27$
Silicijum dioksid	SiO ₂	%	$52,3 \div 65,5$
Aluminijum oksid	Al ₂ O ₃	%	$18,6 \div 26,9$
Gvožđe(III) oksid	Fe ₂ O ₃	%	$4,6 \div 6,5$
Kalcijum oksid	CaO	%	$2,7 \div 7,3$
Magnezijum oksid	MgO	%	$1,3 \div 2,6$
Fosfor(V) oksid	P ₂ O ₅	%	$0,04 \div 0,067$
Sumpor trioksid	SO ₃	%	$0,15 \div 0,51$
Kalijum oksid	K ₂ O	%	$1,15 \div 1,56$
Natrijum oksid	Na ₂ O	%	$0,07 \div 0,276$
Titanijum dioksid	TiO ₂	%	$0,649 \div 0,852$
Hrom(III) oksid	Cr ₂ O ₃	%	$0,037 \div 0,049$
Mangan(III) oksid	Mn ₂ O ₃	%	$0,056 \div 0,108$
Cink oksid	ZnO	%	$0,001 \div 0,01$
Stroncijum oksid	SrO	%	$0,019 \div 0,041$

DISKUSIJA

Na osnovu nekoliko serija ispitivanja uzoraka pepela (iz procesa sagorevanja u kotlovima TENT-B) obavljenih u Laboratoriji za procesnu tehniku na Mašinskom fakultetu u Beogradu i laboratoriji FC Lafarge u Beočinu, utvrđeno je da je pepeo promenljiv po krupnoći i fizičko-hemijskom sastavu, što se odrazilo i na karakteristike fluidizacije.

Čvrsti materijali u sprašenom obliku, prema ponašanju pri fluidizaciji gasom, mogu da se svrstaju u četiri prepoznatljive grupe /1/. Klasifikacija se vrši se na osnovu gustine i srednjeg prečnika. Dijagram u kome se prikazuje navedena klasifikacija praškastih materijala je u literaturi poznat kao Geldart-ov dijagram. Na slici 6 prikazani su svi ispitivani uzorci pepela u Geldart-ovom dijagramu.



Slika 6 Geldart-ov dijagram za ispitivane uzorke pepela

Na osnovu položaja tačaka za određeni materijal u Geldartovom dijagramu mogu se dobiti smernice za izbor vrste pneumatskog transporta. Linije na dijagramu predstavljaju granice između oblasti (A, B, C i D) za određene oblike pneumatskog transporta: A (zgusnuti fluidizovani transport), B (otežan zgusnuti transport), C (transport zgusnutih praškastih materijala) i D (čepasti transport pri malim brzinama). Simbolima su predstavljeni parovi vrednosti gustina i srednjih prečnika čestica pepela određeni na osnovu ispitivanja uzoraka pepela svih pet serija.

Uočava se da veći deo uzoraka pripada oblasti B, a manji oblasti A. Oblasti A odgovara zgusnuti fluidizovani transport, a oblasti B otežan zgusnuti transport materijala. Prahovi koji spadaju u grupu A pokazuju svojstvo ugušćenog širenja pri početnoj fluidizaciji i rani početak bubrenja (stvaranja mehurova), dok kod prahova u grupi B stvaranje mehurova nastaje pri početnoj fluidizaciji.

Prva kritična brzina fluidizacije karakteriše početak fluidizacije kada je vrednost pada pritiska kroz sloj svedena na jedinicu visine sloja maksimalna. Od tog momenta dolazi do porasta visine sloja kao i delimičnog smanjenja pada pritiska svedenog na jedinicu visine sloja. Prva kritična brzina fluidizacije je od značaja za procenu potrebnog protoka vazduha radi ostvarivanja "tečljivosti" čvrstog materijala. Pri brzinama manjim od prve kritične brzine fluidizacije materijal je u sloju koji se ne može transportovati ni pomoću pneumatskog korita (žljeba). Materijal se može transportovati pri brzinama koje su iznad prve kritične brzine. Tako za transport materijala pomoću pneumatskog žljeba (korita) potrebne brzine su oko 1,5 puta veće od prve kritične brzine.

Druga kritična brzina fluidizacije predstavlja brzinu pri kojoj sloj materijala može da se transportuje naviše u vidu fluidizovanog sloja. Kod određivanja druge kritične brzine u toku ispitivanja vizuelno je praćena pojava kad čestice počinju da napuštaju sloj krećući se vertikalno naviše. Prema podacima merenja uočeno je da se ova pojava događa pri brzinama koje su 10 do 15 puta veće od prve kritične brzine fluidizacije.

Za vreme ispitivanja temperatura vazduha se zanemarljivo malo menjala. Prema tome, brzina fluidizacije bila je zavisna samo od pritiska i to obrnuto proporcionalno. Međutim, maksimalna vrednost pada pritiska kroz sloj za vreme merenja je bila oko 200 mmH₂O, što znači da je maksimalna razlika brzina na dnu i vrhu sloja materijala oko 2 %.

Permeabilnost je parametar koji pokazuje propustljivost odnosno lakoću prostrujavanja sloja sitnozrnastog čvrstog materijala, a od značaja je za izbor vrste pneumatskog transporta. Vrednost permeabilnosti je jedan od bitnih parametara kod izbora vrste pneumatskog transporta određenog materijala. Permeabilnost pepela određena je za uslove strujanja vazduha kroz sloj pepela pre dostizanja prve kritične brzine fluidizacije.

Postoje preporuke da se za materijale koji imaju $PE = 10^{-5} \div 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/(\text{Pa} \cdot \text{s})$ primenjuje leteći pneumatski transport (transport niske koncentracije čvrste faze do 15 kg čvrste faze/ kg vazduha), koji se odvija pri velikim brzinama vazduha ($> 12 \text{ m/s}$) uz značajan utrošak energije za transport. Za niže vrednosti permeabilnosti, preporučuje se nesuspendovani (zgusnuti) pneumatski transport (sa koncentracijama čvrste faze većim od 20 kg/kg, i brzinama većim od 3 m/s).

Prema dobijenim vrednostima za permeabilnost, može se konstatovati da je ova vrsta pepela više pogodna za nesuspendovani (zgusnuti) vid pneumatskog transporta.

ZAKLJUČAK

Za projektovanje pneumatskog transporta pepela potrebno je imati sve neophodne podatke o njegovim svojstvima i količinama. Na osnovu toga se pouzdano mogu odrediti minimalne brzine transporta, potrebni radni uslovi, prečnici cevi i radne karakteristike kompresora za dati kapacitet i predviđenu dužinu transporta.

Pepeo koji nastaje u procesu sagorevanja u TENT-B je promenljiv i po krupnoći i po fizičko-hemijskom sastavu, što dovodi do određenih pojava pri fluidizaciji i veoma je značajno za analizu rezultata kod ispitivanja fluidizacije i definisanja uslova transporta pneumatskim žljebom i cevnog pneumatskog transporta.

Za preporuku izbora vrste pneumatskog transporta za određeni sitnozrnasti materijal, potrebno je u razmatranje uključiti kako fizičko-hemijske karakteristike, tako i aeraciona svojstva.

Mašinski fakultet Beograd u saradnji sa FC Lafarge Beočin uradio je ispitivanja ukupno 64 uzorka. Za 10 uzoraka KDG i četiri uzorka LUV pepela, ispitivanja su pokazala da je ovaj pepeo veće krupnoće (srednji prečnik od 190 do 290 μm) u odnosu na elektrofilterski pepeo, dok zapreminska gustina (od 570 do 1024 kg/m^3) i stvarna gustina (od 1590 do 2400 kg/m^3) variraju u širim granicama. Ovo se može povezati sa promenljivim sastavom uglja (tj. povećanim sadržajem i promenama u hemijskom sastavu pepela), finoćom mlevenja uglja (i promenama u sadržaju nesagorelog u pepelu).

Daljninski pneumatski transport samo EF pepela, čije su dimenzije čestica manje (srednji prečnik oko 100 μm) se prema Geldart-ovom dijagramu može odvijati kao zgusnuti fluidizovani transport (oblast A na dijagramu), što eliminiše pojavu otežanog zgusnutog transporta (oblast B na dijagramu)

Iskustvo iz pogona sistema za pneumatski transport na TENT B je pokazalo i da transport kotlovskog pepela utiče na povećane abrazije cevovoda i prateće armature. Na osnovu obavljenih ispitivanja i analize uočenih poremećaja u funkcionisanju utvrđeno je da na pojavu pojačane abrazije izražen uticaj ima tzv. kotlovski pepeo (pepeo koji se izdvaja u kanalu dimnih gasova). Količina pepela koja se izdvoji ispod kanala dimnog gasa je u pojedinim periodima značajno velika (kod upotrebe uglja sa sadržajem pepela preko 20 %) i u njoj često ima mnogo peska koji je izuzetno teško transportovati pneumatskim putem. Pored peska, mogu se nalaziti i mnogo krupnije čestice pepela, vrlo abrazivne, kao i nešto nesagorelog uglja.

LITERATURA

1. Elaborat sa predlogom mera za povećanje pouzdanosti u radu novog sistema otpepeljivanja na blokovima B1 i B2 u TENT D.O.O., Obrenovac, Mašinski fakultet, Beograd, maj 2013.
2. Šašić, M.: Transport fluida i čvrstih materijala cevima. Naučna knjiga, Beograd, 1990.
3. Mills, D., Pneumatic Conveying Design Guide, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2004.
4. Stanojević, M., Radić, D., Jovović, A.: The influence of variable operating conditions on the design and exploitation pneumatic transport systems in thermal power plants, Brazilian Journal of Chemical Engineering, Brazilian Society of Chemical Engineering, Sao Paulo, Brazil, Vol. 25, No. 04, 2008.