

# Oprema za hidraulički transport pepela i šljake u zatvorenom sistemu

Mioljub Stanković, dipl. inž.,  
TE-TO "Kolubara B", 14210 Ub

*Sam postupak podrazumeva cirkulaciju hidrosmeše kroz cevovode i posude (taložnike, mešače, rezervoare), tako da se u deponiju sa pepelom i šljakom ispušta samo neophodna količina vode. Ovaj postupak ostvaruje odgovarajuća oprema, koja priprema, transportuje i separiše hidrosmešu i vraća vodu recirkulaciju, koja se sastoji od: mešača, taložnika, pumpi i cevovoda.*

Priprema i transport se odvijaju tako što se pepeo iz električnog filtra (šema 1) meša sa vodom u kutijastom mešaču (čajniku) P2.0, odakle se hidrosmeša preliva u kanal kojim se odvodi do prihvatnog rezervoara P3.0. Ukoliko je izlaz iz električnog filtra dovoljno visok (iznad +5,0 m), prihvatni rezervoar i odvodni kanal mogu se postaviti iznad kote 0,0 i mogu biti od lima, a ako je izlaz iz filtra niži, prihvatni rezervoar i kanali su betonski, a sam rezervoar ukopan.

Iz rezervoara P3.0 se pumpom P4.0 hidrosmeša doprema u taložnik P5.0, gde se vrši izdvajanje pepela i šljake, koja se pumpom P1.0 doprema iz jame za spiranje šljake, tako da se u donjem delu taložnika izdvajaju pepeo i šljaka, a u gornjem delu sitnije čestice pepela koje se prelivaju i vraćaju u mešač P1.0, na ponovno spiranje, zajedno sa povratnom P8.1 i dodatnom vodom P13.1.

Iz donjeg dela taložnika hidrosmeša se pumpom P6.0 potiskuje na deponiju do drugog taložnika P7, u kome se vrši ugušćavanje hidrosmeše na željenu koncentraciju koja se ispušta u deponiju preko pumpe P9. Prelivna voda se pumpom P.8 vraća u proces spiranja.

Ispuštena hidrosmeša se u deponiji razdvaja na pepeo koji se taloži i izbistrenu vodu koja se skuplja obodnim kanalima i pumpom P12 vraća preko P7 u proces, ili se tom vodom kvase suve površine deponije.

Ovakva koncepcija zasniva se na sledećim zahtevima:

- minimalnog dodavanja sveže vode,
- korišćenja neizbistrene vode za spiranje pepela,
- racionalizacije opreme.

Da bi se postupak ostvario, koristi se sledeća oprema:

- 1) mešač hidrosmeše,
- 2) taložnici,
- 3) pumpe,
- 4) cevovodi.

Osnovno što se očekuje od ove opreme nalaže odgovarajuću konstrukciju, o kojoj će biti reči u ovom tekstu.

## 1. Mešač hidrosmeše P2.0. Funkcija mešača je sledeća:

- da stvori homogenu hidrosmešu od pepela koji dospe iz elektro-filtra, bez obzira na količinu;
- da radi sa vodom koja sadrži pepeo;
- da zaptiva izlaz iz elektro-filtra.

Za ovakve zahteve izabran je kutijasti mešač (čajnik) koji se izrađuje od čeličnog lima i jednostavne je konstrukcije. Između izlaza filtra i mešača ugrađuje se tablasti zatvarač P2.1 (šema 2), koji je uvek otvoren, osim kada se skida sam mešač. Funkcija ovog zatvarača nije aktivna i njegovo prisustvo je diskutabilno.

Pošto ima dve površine za zaptivanje, njegovo prisustvo samo pogoršava zaptivanje filtra u kome vlada potpritisak. Ovo zaptivanje je važno, jer kvari potpritisak u gasnom traktu kotla, a dovod svežeg vazduha potpomaže sagorevanje nesagorelih čestica uglja u levku filtra, što izaziva zašljakivanje i zasvodavanje levka. To sprečava evakuaciju pepela iz elektro-filtra. Ovakve pojave se eliminišu razbijanjem šljake kroz revizioni otvor P2.4, a sprečavaju se dobrim sagorevanjem uglja u kotlu i dobrim zaptivanjem filtra. Celokupna zapremina mešača može biti ispunjena pepelom i sav pepeo treba da se pomeša sa vodom i pretvori u hidrosmešu pomoću vode koja se dovodi kroz mlaznik P2.3 tangencijalno pri dnu ovalnog mešača. Tako se hidrosmeša kreće po polukružnoj putanji, ulazeći u zonu sa pepelom ispod pregradnog lima, odakle izlazi noseći sa sobom čestice pepela koje donosi u zonu prelivne cevi P2.5, preko koje se hidrosmeša preliva u kanal P3.1.

Pregradni lim P2.4 i prelivnu cev treba postaviti tako da se obezbeđuje zaptivanje elektro-filtra i dobar protok hidrosmeše. Mlaznik P2.3 treba da obezbedi dovoljnu brzinu vode za spiranje, čije bi vrtloženje u zoni pepela stvorilo dobru hidrosmešu. Kombinacijom brzine isticanja i dovedene količine vode u zoni mešanja mogu se stvoriti pogodni uslovi za odvod pepela relativno niskim brzinama (5-8 m/s), što ne zahteva visoke pritiske spirne vode.

Brzina isticanja iz mlaznika može da izazove abraziju u donjoj zoni mešača, što se sprečava pravilnim usmeravanjem mlaza i oblaganjem donje zone gumom, ili postavljanjem dvostrukog lima, tako da se probijanjem prvog lima u procesu stvara naslaga pepela koji štiti drugi od abrazije. Gumiiranje je bolje rešenje, ali košta više i pri lošem izvođenju može guma da se odlepi i odvoji od lima, što kvari strujanje i mešač loše funkcioniše. Dovod vode do mešača se obično predimenzioniše, da bi se izbegli problemi pri povećanju količine pepela, što izaziva povećanu potrošnju vode. Obilnije količine vode i manje brzine potrebne za spiranje pepela, s obzirom na konstrukciju mešača, smanjuju zahtev za kvalitetom vode u pogledu sadržaja čvrstih čestica, tako da za tu svrhu može da se koristi bilo koja voda. Ovaj kriterijum dozvoljava da se pepeo spira samom hidrosmešom koja ne

sadrži krupne čestice koje bi mogle da se zaglave u mlazniku.

Izdvajanje krupnih čestica do određene granulacije se izvodi u taložniku prema kriterijumu koji se bira.

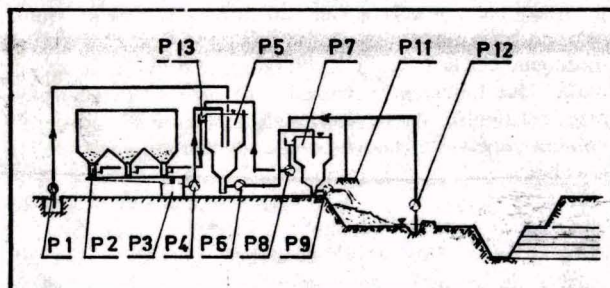
## 2. Taložnik P5.0. Od taložnika se zahteva sledeće:

- da obezbedi kontinualni preliv dovoljno čiste vode za spiranje odgovarajućeg pritiska;
- da obezbedi kontinualno oticanje ugušćene hidrosmeše na usisu pumpe prema deponiji;
- da prima povratnu vodu sa deponije i dodatnu vodu iz pogona i da reguliše njihov odnos radi održanja pritiska i količine vode za spiranje.

Za ostvarivanje ovakvih zahteva izabran je cilindrični vertikalni taložnik visine 20–25 m, a prečnika prema zahtevu za kvalitetom izbistrene vode. Taložnik P5.0 funkcioniše tako što se hidrosmeša iz prihvatnog rezervoara P3.0 ubacuje pumpom P4.0 u prijemnu posudu P5.1, iz koje se zajedno sa šljakom iz cevovoda P1.1, preko sprovodne cevi, ubacuje u središnji deo taložnika, odakle se naniže kreće ugušćena hidrosmeša, prema usisu pumpe P6.0, a drugi deo hidrosmeše manje gustine se penje do preliva, odakle ulazi u prelivnu posudu P5.2, iz koje zajedno sa povratnom vodom sa deponije P8.1 i dopunskom vodom P13.1 preko razvodnog cevovoda, dolazi do mešača P2.0. U prelivnoj posudi P5.2 se meri nivo i reguliše u zadatim granicama preko dodatne vode P13.1, jer se smatra da su prelivna i povratna voda sa deponije u ukupnom zbiru manje od potrebne količine vode, pa se ova dopunjuje i reguliše posebnom pumpom preko dodatne vode P13.1. Prelivna posuda je snabdevena prelivnom cevi, koja evakuise eventualni višak vode do retenzionog bazena na koti 0,0, koji je u vezi sa jamom pumpe P1.0, koja prelivenu vodu vraća u sistem preko posude P5.1. Za slučaj pada nivoa vode u rezervoaru P3.0, aktivira se interventna voda P13.2, koja drži nivo u rezervoaru P3.0, da ne bi ispala iz pogona pumpe P4.0. Interventna i dodatna voda su vezane na rashladni sistem koji se odmuljuje preko P13.1, a ima dovoljno akumulacije za kratkotrajnu intervenciju preko P13.2. U slučaju zastoja u radu pumpe P6.0, mešačem P5.6 čiji je pogon P5.3 na vrhu taložnika, održava se hidrosmeša u tečnom stanju, tako da se pumpanje može nastaviti kontinualno.

Odnos hidrosmeše koja odlazi prema deponiji i one koja se preliva je oko 1:1. Znači da se koncentracija prema deponiji praktično udvostručuje, ako se zanemari ona količina pepela koja se vraća sa prelivnom vodom i čiji sadržaj u vodi ne treba da pređe 2%. Opasnost od povećanja koncentracija čvrstih materija u prelivnoj vodi ne treba očekivati, jer će doći do izvesnog ravnotežnog stanja, pošto se čestice filterskog pepela u vodi spajaju i kao takve tonu, što su i pokazale granulometrijske analize pepela iz filtra i pepela sa deponije. Na primenu flokulanata u ovom taložniku ne treba računati, mada ta mogućnost nije isključena.

Taložnik P7 im sledeće funkcije: da maksimalno poveća



Slika 1

gustinu hidrosmeše na izlazu i da sadržaj čestica pepela u povratnoj vodi bude što manji.

Za ostvarivanje ovih zahteva treba izabrati taložnik sa strmim nagibom izlaznog konusa, da bi se izbegao zagrač. Mešač koristiti stalno. Taj mešač je sličan mešaču P5.6 kod taložnika P5.0.

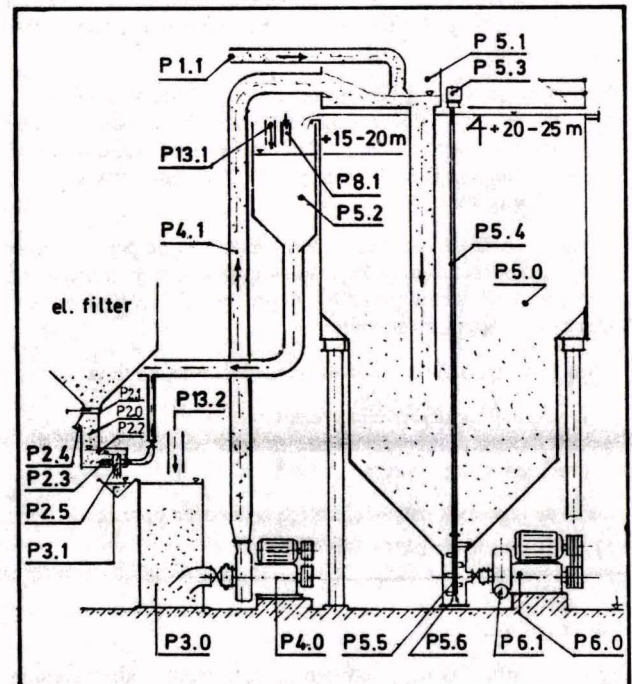
3. Pumpe. Sve pumpe iz ovog rešenja nalaze se u proizvodnim programima domaćih i stranih proizvođača. Osnovni problem pri izboru pumpe je kvalitet materijala delova koji dolaze u dodir sa hidrosmešom. Radni vek radnog kola iste pumpe kreće se od 3 do 12 meseci, u zavisnosti od proizvođača. Težinski sadržaj čvrstog materijala u hidrosmeši pojedinih pumpi izložen je u donjoj tabeli, sa oznakom tipa pumpe.

P1	5–10%	šljaka	vertikalna
P4	7–10%	pepeo	horizontalna
P6	15–20%	pepeo i šljaka	horizontalna
P8	2–3%	pepeo	horizontalna
P9	33%	pepeo i šljaka	horizontalna
P12	2–3%	pepeo	vertikalna ili potapajuća

Protok se definiše tako da jedna pumpa pokriva ukupan protok, a druga je rezervna, izuzev pumpe P12, koja je pokretna tako da je povoljnije raditi sa više lakših pumpi.

Kritičan je izbor napora pumpe P6 i P9, jer je gustina hidrosmeše visoka, pa se mogu zahtevati napori veći od mogućnosti jedne pumpe. U tom slučaju natpritisak od taložnika može biti koristan i treba ga uzeti u kombinaciju, što predstavlja i prednost ovakvog rešenja.

Sa vezivanjem pumpi na red nema iskustva u našim termoelektranama, mada neki inostrani proizvođači pumpe predlažu za radne pritiske od 7 do 10 bara primenu 2-3 pumpe vezane na red. Ovo rešenje objašnjavaju kao pogodnije, jer su elektromotori uvek niskonaponski, a režim rada habajućih delova je povoljniji.



Slika 2

**4. Cevovodi.** Cevovodi su najskuplja pozicija u sistemu i treba im posvetiti posebnu pažnju u cilju snižavanje cene, na bazi dosadašnjih iskustava u eksploataciji i to po sledećim kriterijumima:

- smanjenja prečnika cevovoda, povećanjem koncentracije pepela i šljake u hidrosmeši;
- smanjenja debljine zida cevi na osnovu iskustva da nema pojava abrazije, već se stvaraju naslage kamenca.

Cevovod ne treba opterećivati aksijalnim kompenzatorima na trasi, jer oni nisu u funkciji, pošto ih naslage kamenca blokiraju, pa se eventualne dilatacije rešavaju samokompensacijom. Moguća je primena plastičnih cevovoda na potisu pumpe P9, pošto su prečnici manji, a prednost im je što se na njima hvata manji sloj kamenca.

Pregradnu armaturu treba izbegavati, a tamo gde je neophodna, ispirati je čistom vodom. Ovakvo rešenje ima sledeće prednosti u odnosu na sadašnje:

- 1) drži svu vodu u sistemu pod kontrolom, što je ekološki pogodno i štedi vodu;

- 2) smanjuje ukupne investicije smanjenjem troškova na cevovodu;
- 3) koristi jednostavnu opremu koja se lako proizvodi i održava.

Ovo rešenje je izloženo prema uslovima u TE-TO Kolubara B, ali se može prilagoditi uslovima bilo koje termoelektrane.

## Literatura

- [1] STANKOVIĆ, M.: *Mogućnosti transporta i deponovanje pepela i šljake u površinskom kopu*, Procesna tehnika, 1/92.
- [2] ŠAŠIĆ, M.: *Proračun transporta fluida i čvrstih materijala cevima*.
- [3] BOGNER, M. i VUKOVIĆ, D.: *Problemi iz mehaničkih i hidrauličkih operacija*.
- [4] \*\*\*: *Studija tehnoloških istraživanja za izradu konceptijskih rešenja transporta i odlaganja pepela i šljake iz TE Kostolac B u otkopane prostore PK Drmno*, Rudarski institut, Zemun, 1990