

Ul. Hajduk Veljkov venac 4/1, 11000 Beograd
 Tel.: +381 11 414 6466
 e-mail: office@pirograms.rs

Ul. Sitnička 5c, 11000 Beograd
 Tel: 011/ 2648 369, 369 14 12
 Fax: 011/ 369 17 52
 e-mail: grampex@eunet.rs

KOMBINOVAN PIROMETRIJSKI SISTEM ZA VIZUELIZACIJU I KONTROLU PLAMENA U KOTLOVIMA TERMOELEKTRANA

Ovaj kombinovani sistem je jedinstvena kombinacija hardvera i softvera koja omogućava da se postignu i trajno prate sledeći ciljevi: pravilan položaj jezgra plamena u horizontalnim i vertikalnim ravnima ložišta, limitiranje maksimalne temperature plamena, zašljakavanje kotlovskog sistema i samim tim zaštitu cevi kotlovskog podstrojenja od prekomernih temperatura, pravilno sagorevanje u redukcionim zonama (naročito oko glavnih gorionika), uspostavljanje korelacije između srednje maksimalne temperature u ložistu i sadržaja NO_x, uvođenje novog korektivnog faktora u kotlovsku regulaciju (održavanje pravilnog položaja plamena, limitiranje temperature do željenog emitovanja NO_x itd).

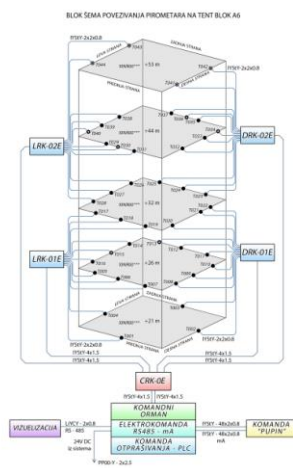


Fig 1.

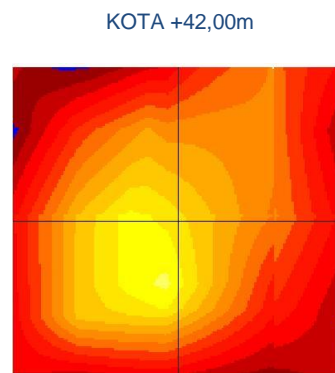


Fig 2.

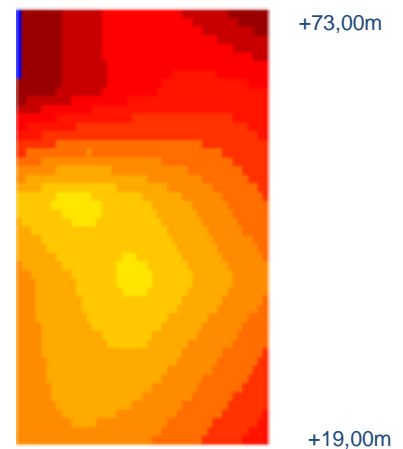


Fig 3.

Za detekciju srednjih i maksimalnih temperatura u odabranim tačkama u unutrašnjosti kotla kombinovani sistem koristi specijalno dizajnirane jednobojno-dvobojne optičke pirometre koji su ugrađeni u zid kotla. Optimalan kompletan sistem se sastoji od 44 jednobojno-dvobojnih pirometara i 88 termopara koji su postavljeni u pet nivoa po rasporedu koji je prikazan na Sl.1. Raspored i broj pirometara i termoparova zavisi od oblika kotla i eventualnih mogućnosti ugradnje na odabranim mernim mestima. U slučaju da temperatura okoline na nekom mernom mestu prelazi 65°C koriste se pirometri sa svetlovodom. Održavanje čistog optičkog puta se vrši pomoću specijalno dizajniranog pneumatsko-mehaničkog sistema na svakom mernom mestu, koji se sukcesivno uključuje po dobijanju komande iz centralnog računarskog sistema. Svaka merno mesto (pirometar, dva termopara i obradna procesorska jedinica) je povezano sa centralnim računarskim sistemom preko standardnog RS-485 MODBUS protokola. Prikupljeni podatci se iz centralnog sistema prosleđuju PC računaru koji pomoću specijalnog softvera vrši proračun i vizuelizaciju prostorne raspodele temperature unutar kotla. Na slikama Sl.2 i Sl.3 prikazane su raspodele temperature u izabranim horizontalnim i vertikalnim nivoima koji se u realnom vremenu prikazuju na displeju u komandnoj sali (izbor nivoa koji se posmatraju vrši se jednostavnim pomeranjem kursora na displeju). Specijalno konstruisani jednobojno-dvobojni pirometri omogućavaju određivanje efektivnog koeficijenta emisivnosti u koji je uključen i efekat ekraniranja optičkog puta od strane nesagorelih ili delimično sagorelih čestica uglja (jednobojni pirometar meri srednju temperaturu, dok dvobojni registruje temperaturu koja je veoma bliska maksimalnoj), dok ugrađeni termoparovi mere temperature neposredno uz zid unutar kotla. Na osnovu ovih mernih podataka ugrađeni softver određuje prostornu raspodelu temperature sagorelih čestica uglja u svakoj tački unutar kotla. Na ovakav način određuje se (vizualizuje) položaj termalne žiže (deo plamena sa maksimalnom temperaturom), čijim pozicioniranjem (promenom režima rada mlinova ili preraspodelom vazduha na primer) je moguće povećati efikasnost procesa sagorevanja, kao i smanjenje broja akcidenata koji su povezani sa procesom zašljakavanja, odnosno termalnog opterećenja pojedinih delova zida kotla usled nesimetričnog položaja plamena.

U poređenju sa sličnim sistemima drugih proizvođača (Siemens, Klyde Bergerman, Eutech itd.) čija cena je i za 70 do 100% veća, kombinovani sistem ima značajan broj prednosti (inovacija):

1. Umesto u jednom nivou (8 pirometarskih jedinica), kombinovani sistem sadrži 44 pirometara koji su raspoređeni po utvrđenom rasporedu u pet nivoa, što omogućava pouzdani 3D prikaz položaja žiže plamena unutar kotla, što ni jedan dosad konstruisan i ponuđen sistem ne omogućava.
2. Kombinovani sistem kao detektore temperature koristi posebno dizajnirane jedno-bojno-dvobojne pirometre umesto standardnih jedno-bojnih koji mere srednju temperaturu na optičkom putu uz istovremeno poznavanje (obično slabo poznate i zavisne od sadržaja prašine i nesagorelih čestica) efektivne emisivnosti materijala koji emituje. Jednobojno-dvobojni detektori istovremeno mere srednju i maksimalnu temperaturu na optičkom putu iz kojih se neposredno određuje efektivna emisivnost materijala i gradijent promene temperature u unutrašnjosti kotla.
3. Ugradnjom dva nova termopara na svakom mernom mestu, od kojih jedan meri temperature neposredno uz zid kotla (5-6 cm od cevnog sistema unutar kotla), a drugi temperaturu zagrejene pare unutar cevi, značajno se povećava preciznost prikaza temperature kako unutar poprečnog prikaza kotla (uvođenjem u proračun pouzdano eksperimentalno određenih graničnih uslova), tako i na samom cevnom sistemu, čime je omogućeno pravovremeno reagovanje rukovaoca ukoliko temperature na nekoj od strana kotla prevazilaze dozvoljene vrednosti. Osim toga, povećana razlika temperature između ova dva termopara (mera razlike izračene energije i izlazne temperature vodene pare u neposrednoj blizini mernog mesta) ukazuje da je na tom delu zida kotla došlo do zašljakavanja, i samim tim može se koristiti za efikasnije upravljanje vodenih duvača koji se koriste za odšljakavanje cevnog sistema u toku rada kotla (SI.4).
4. Za razliku od standardnih načina montaže pirometara koji zahtevaju otvor od $\varnothing 80\text{mm}$ u zidu kotla i samim tim pravljenje skupih i rizičnih obilaznica cevnog sistema, nov kombinovani sistem za montažu pirometara zahteva otvore u zidu kotla od $\varnothing 12\text{ mm}$ koji se lako mogu ostvariti na spojnim trakama cevnog sistema bez pravljenja skupih obilaznica koje se dodatno moraju kontrolisati na propusnost pod visokim pritiskom (SI.5).
5. S obzirom da je za pravilno funkcionisanje pirometarskog sistema od esencijalne važnosti obezbediti čist optički put od optičkog sistema do izlaznog otvora unutar zida cevnog sistema u toku rada kotla nezavisno od eventualnih akcidentnih situacija kada kratkotrajno ne postoji podpritisak, na svakom mernom mestu ugrađen je poseban automatski pneumatsko – mehanički sistem kojim po posebno izabranom programu upravlja centralni komandni sistem naizmenično uključujući samo po jedno merno mesto, što za posledicu ima smanjenu potrošnju vazduha. Ovo je omogućeno specijalnim dizajnom optike koja gleda kroz sistem za pneumatsko - mehaničko otprašivanje.
6. Zbog činjenice da je izlazni otvor kroz koji gleda pirometar samo $\varnothing 8\text{ mm}$ (pneumatsko – mehanički sistem dodatno smanjuje vidno polje optike) posebno dizajnirana optika omogućava lako centriranje i proveru vidljivosti optičkog puta na mernom mestu, što značajno olakšava održavanje sistema u regularnom radnom režimu.
7. U odnosu na prethodno patentiran sistem prihvatna procesorska elektronika u neposrednoj blizini mernog mesta je redizajnirana da eventualno omogući prihvat još 12 mernih signala sa različitim senzora na ovom mernom mestu (dodatni termoparovi, pritisak vazduha u instalaciji, koncentracije NO_x , CO_2 itd.). Na ovaj način sistem je ostao otvoren za dodatna unapređenja, sa perspektivom da u budućnosti postane univerzalna merna stanica koja omogućava uvođenje sistema u sistem automatskog upravljanja režimom rada kotla termoelektrane.
8. U kombinovani pirometarski sistem ugrađen je novi softver koji ne zahteva poznavanje, odnosno pretpostavke o promenljivim parametrima sistema, već se značajno detaljnija slika dobija samo na osnovu stvarno izmerenih podataka sa pirometara i termoparova.

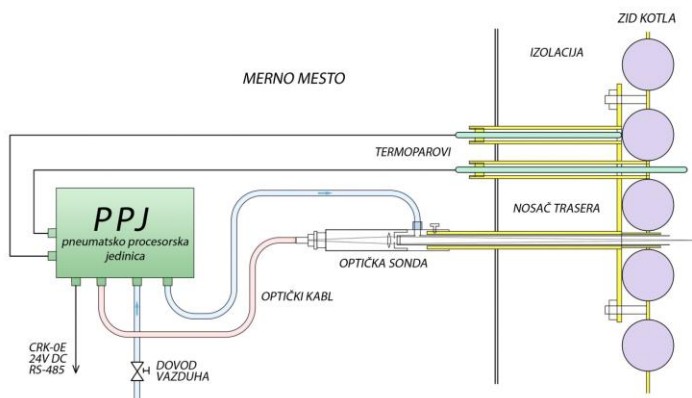


Fig 4.

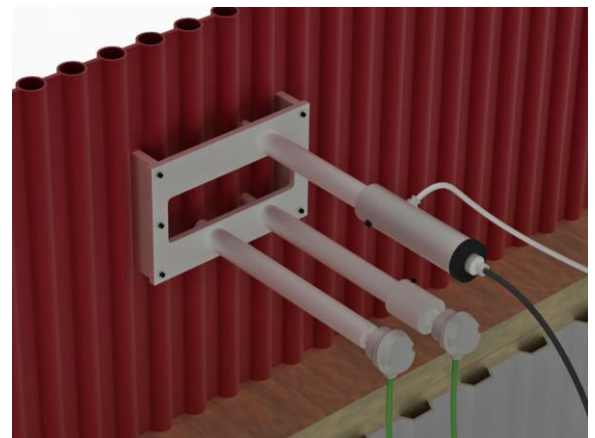


Fig 5.