
NOVI FORMAT

Izdanje

ОКТОБАР 2023

Sadržaj

POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI KOTLOVSKOG POSTROJENJA.....	2
MERENJE BRZINE OBR TANJA MAŠINA.....	7
1.1. Opšte o merenju brzine obrtanja.....	7
1.2. Metode i uređaji za merenje brzine obrtanja	7
1.3. Mehanički tahometri	7
1.4. Električni tahometri.....	8
1.4.1. Tahogeneratori.....	8
1.4.2. Induktivni (magnetni) senzori brzine obrtanja	8
1.4.3. Stroboskopi.....	9
ODRŽAVANJE MODERNIZOVANIH PREDAJNIH STANICA U SISTEMIMA DALJINSKOG GREJANJA	10
1. Uvod.....	10
2. Problemi u eksploataciji nakon modernizacije predajnih stanica i načini njihovog prevazilaženja	10
2.2 Problemi nakon modernizacije	11
SPIRALNI KOMPRESORI	12

Izdanje pripremili:

- Dušan Bačić
- Slavko Mikić
- Radovan Talić
- Slobodan Rakezić



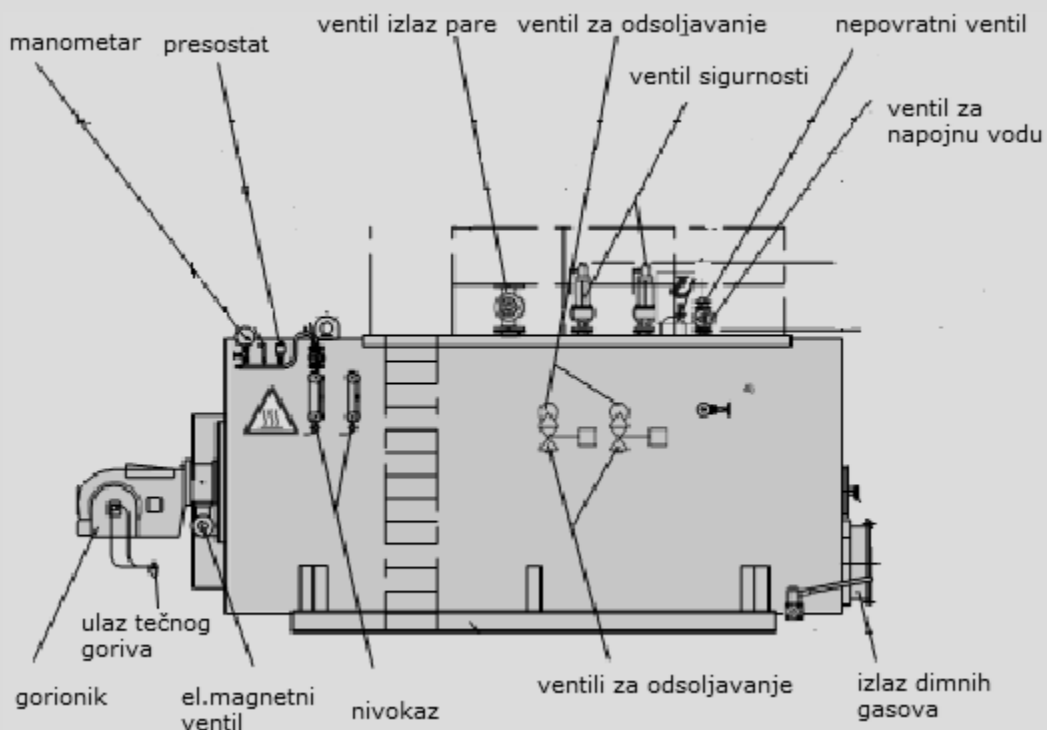
POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI KOTLOVSKOG POSTROJENJA

Često povećanje cena energetske goriva, dovelo je do razmišljanja kako iz goriva izvući maksimum. Zakonska regulativa zahteva smanjenje zagađujućih materija u dimnom gasu. Nadalje biće izložen jedan od načina povećanja energetske efikasnosti i smanjenja zagađujućih materija u dimnom gasu.

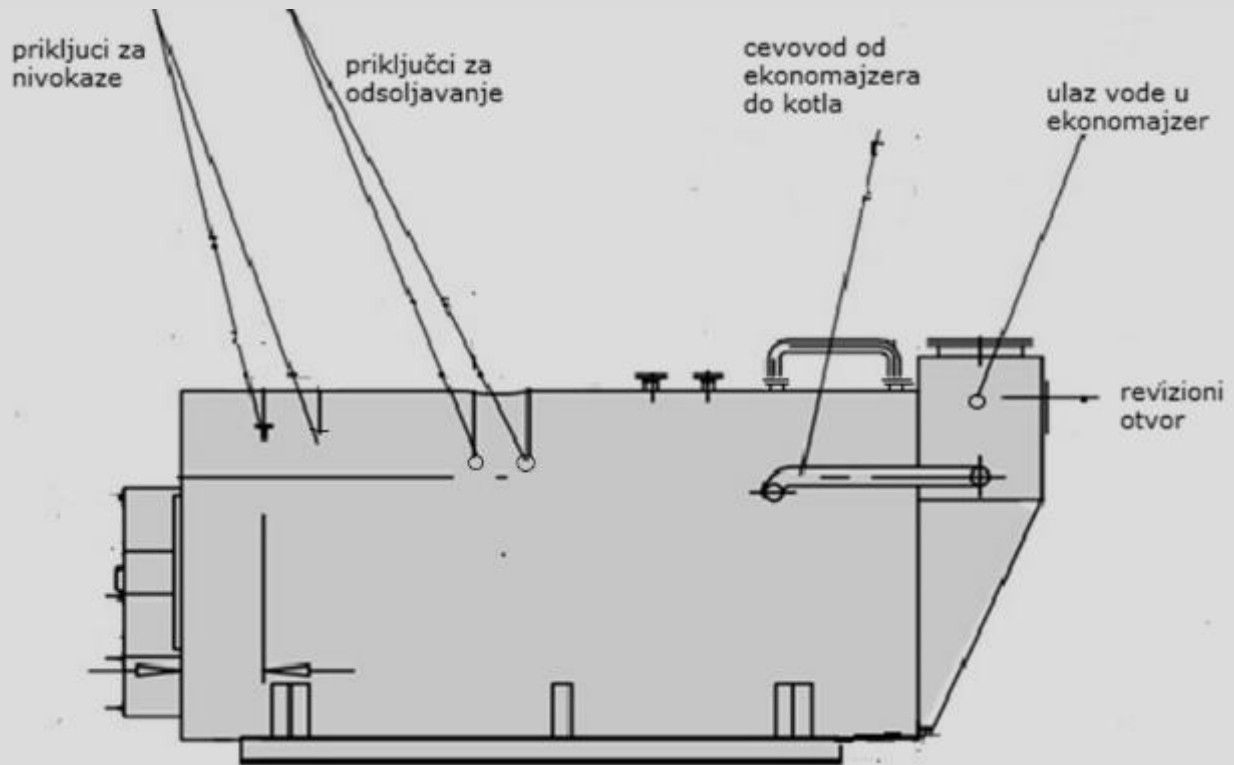
Kod parnog, vrelovodnog i toplovodnog komornog kotla na izlazu dimnih gasova iz kotla instaliran je zagrejač vode (ekonomajzer), koji je oduzimao toplotu iz dimnog gasa i time smanjivao temperaturu istog. Postoje više varijanti ekonomajzera koji se dodaju na izlazu dimnih gasova kotla: Svi ekonomajzer (bez kondenzacije vodene pare u dimnom gasu), mokri ekonomajzer (sa kondenzacijom vodene pare u dimnom gasu) i instaliranje oba ekonomajzera (suvog i mokrog tipa), kada to tehnološki uslovi dozvoljavaju.

Proizvođači kotlova proizvode kotlove u varijantama:

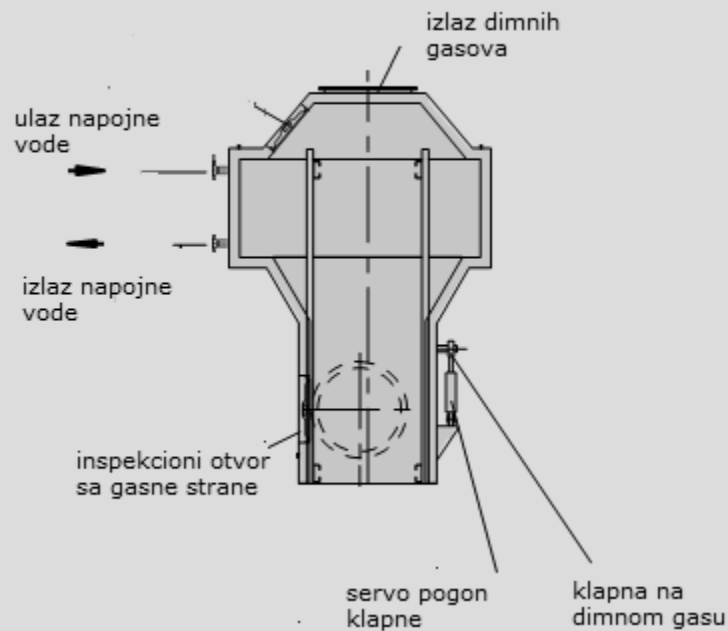
- priključenog suvog ekonomajzera na izlazu dimnih gasova iz kotla,
- samostojećeg ekonomajzera iza kotla, koji je povezan dimovodom za kotao.



Na slici je klasičan komorni kotao sa kombinovanim gorionikom (gas ili ulje za loženje niskosumporno gorivo SPECIJALNO NSG-S) i tri promaje koji proizvodi suvozasićenu paru visokog pritiska (do 30 bar)



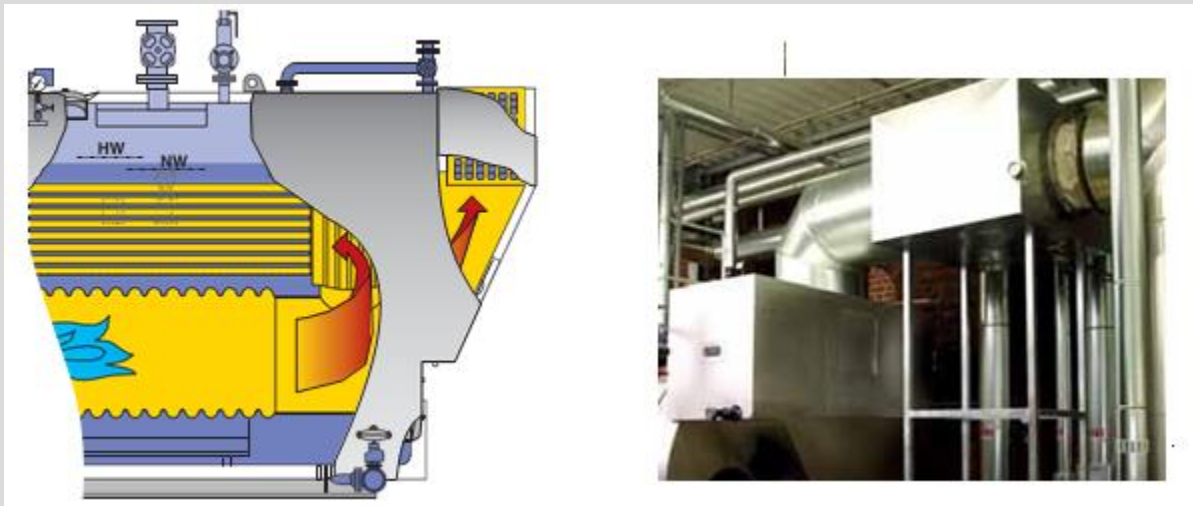
Na slici je klasičan komorni kotao sa tri promaje koji proizvodi suvozasićenu paru visokog pritiska kome je na izlazu dimnih gasova montiran ekonomajzer suvog tipa. Kotao može da radi sa gasovitim gorivom ili SPECIJALNO NSG-S.



Na slici je samostojeći ekonomajzer koji je suvog tipa sa dimnom klapnom koja je opremljena servo motorom za automatsku regulaciju protoka dimnih gasova

Neki proizvođači prave ekonomajzere koji u sastavu imaju bajpas dimnih gasova koji omogućava da se dimni gasovi koji sadrže sumpornu kiselinu (u parnom stanju) odvedu direktno u dimnjak. Ekonomajzer može biti opremljen i eksplozivnom klapnom radi zaštite od prekoračenja pritiska dimnog gasa.

Cevi ekonomajzera izrađuju se sa spiralno zavarenim limovima, radi povećanja površine za prijem toplote. Cevi se izrađuju od materijala St37.8/1. Kotao koji proizvodi 12 t/h pri pritisku od 13 bara, suvi ekonomajzer ima toplotni učinak od 482 kW. Ako kotao radi punim kapacitetom 4000 h/g, ušteda u gasu je blizu 200.000 Sm³.



Na levoj slici je suvi ekonomajzer, i na desnoj slici je u levom uglu. Iza ovog ekonomajzera dodat je mokri ekonomajzer (na gornjoj strani slike u desnom uglu). Ovakvu konstrukciju omogućava tehnologija fabrike gde je na raspolaganju voda niske temperature (ispod temperature kondenzacije vodene pare u dimnom gasu). Ako se u kondenzacioni ekonomajzer uvede napojna voda, ona se predgreva pre nego što se zagreva u suvom ekonomajzeru. U kondenzacionom ekonomajzeru može se zagrevati i voda za tehnološke potrebe.

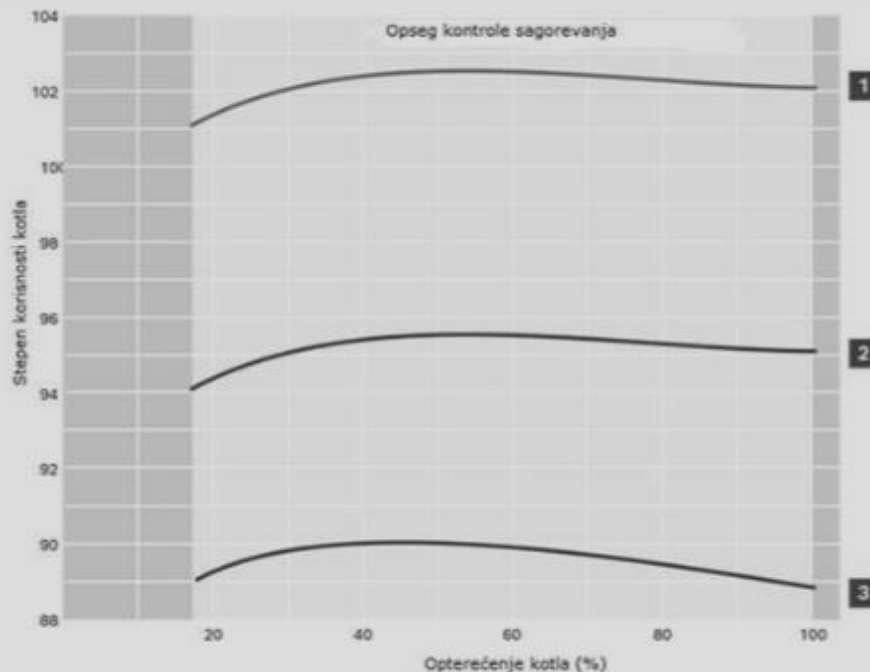
Što je niža temperatura vode koja prolazi kroz ekonomajzer to se dobija veća količina toplote. Kondenzat iz mokrog ekonomajzera mora da prođe kroz posudu za neutralizaciju i da parametri kondenzata budu u okviru vrednosti lokalnih propisa za prijem vode u kanalizaciju. Kondenzat ima pH vrednost oko 4 i vrlo je korozivan. Cevi u kondenzacionom ekonomajzeru izrađuju se sa spiralno zavarenim limovima od čelika otpornog na koroziju od niske pH vrednosati.

Ovim se uvećava energetska efikasnost postrojenja, smanjuje CO₂ i emisija štetnih gasova.

Na slici je prikazan:

1. Kotao sa ekonomajzerom gde se vrši kondenzacija vodene pare u dimnom gasu,
2. Kotao sa suvim ekonomajzerom, gde se ne vrši kondenzacija vodene pare u dimnom gasu,
3. Kotao bez ekonomajzera.

Sa slike je vidljivo koliko se povećava stepen korisnosti kotlovskeg postrojenja upotrebom ekonomajzera. Stepenn korisnosti kotlovskeg postrojenja bez ekonomajzera uvek se računa sa donjom toplotnom moći goriva, jer se u dimnom gasu voda nalazi u parnom stanju i dobijena je sagorevanjem ugljovodonika i vodonika iz goriva.



Sa slike je vidljivo da kad kotao nema ekonomajzer, stepen korisnosti je oko 89%, pri punom kapacitetu a ugradnjom suvog ekonomajzera stepen korisnosti dostiže oko 95% pri punom kapacitetu. Troškovi ugradnje ekonomajzera vraćaju se posle šest meseci, kada kotao radi sa prirodnim gasom i sa punim kapacitetom.

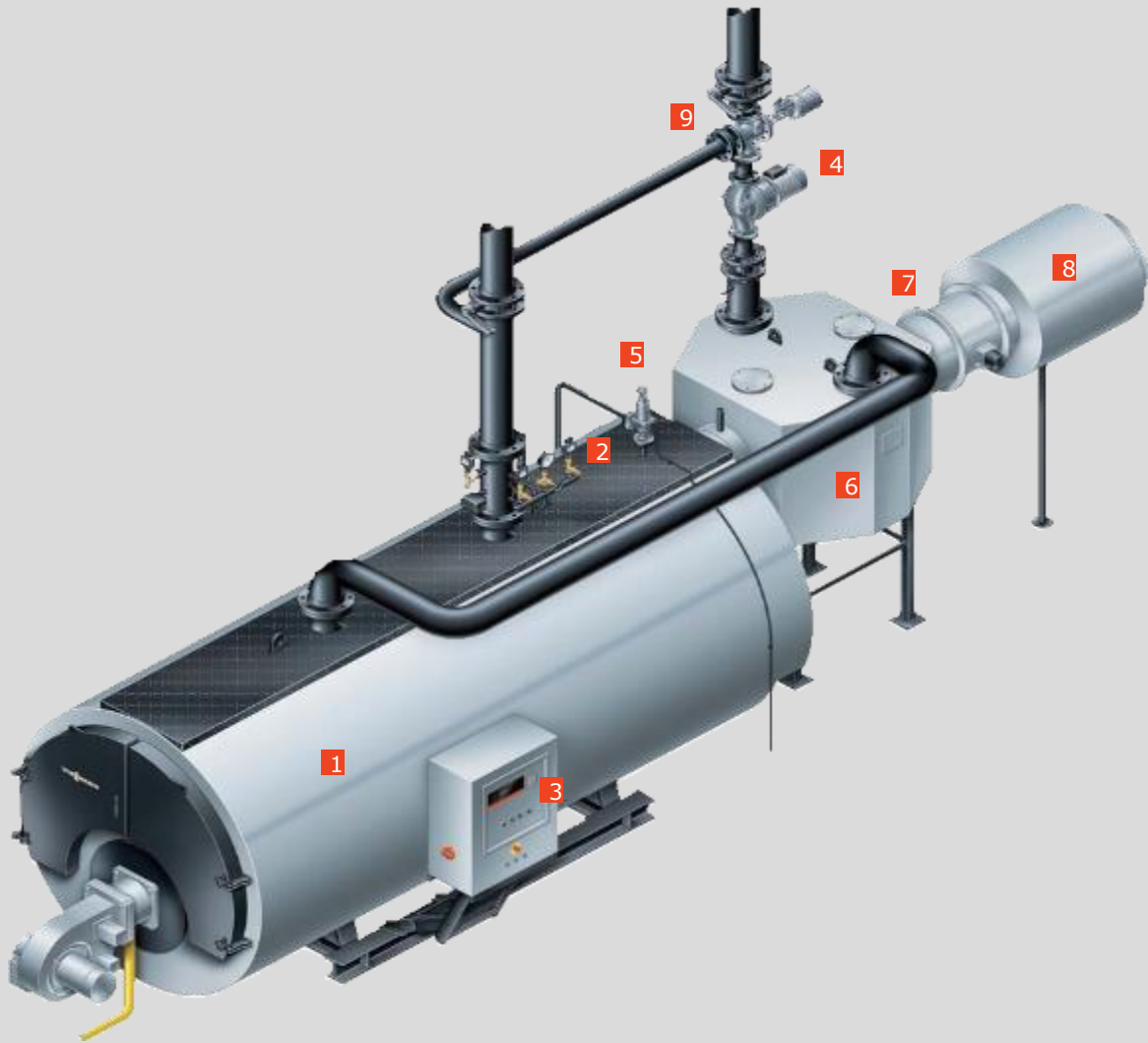
Kod ugradnje kondenzacionog ekonomajzera, stepen korisnosti pri punom kapacitetu, prelazi 100%., kada se računa sa donjom toplotnom moći. Stepenn korisnosti, ako se računa sa gornjom toplotnom moći (jer je kondenzat u tečnom stanju) onda je ispod 100%.

Problem korišćenja mokrog ekonomajzera je obezbeđenje niske temperature (ispod temperature kondenzacije vodene pare u dimnom gasu) vode koja ulazi u ekonomajzer. Što je niža ulazna temperature to se dobija veća količina toplote i veći stepen korisnosti kotlovskog postrojenja.

Na donjoj slici je niskopritisni toplovodni kotao VIESSMANN sa priključenim ekonomajzerom.

Legenda:

1. Kotao sa gorionikom
2. Cevovod između ekonomajzera i kotla
3. Kontrola i upravljanje kotlom
4. Pumpa za ekonomajzer
5. Ventil sigurnosti
6. Ekonomajzer
7. Regulaciona klapna
8. Prigušivač dimnih gasova
9. Trokraki mešni ventil





MERENJE BRZINE OBRRTANJA MAŠINA

1.1. Opšte o merenju brzine obrtanja

Merenje brzine obrtanja (često se koristi i izraz merenje broja obrtaja) je veoma značajno za ispitivanje, analizu stanja i upravljanje rada obrtnih mašina. Najčešće se koristi u svrhu zaštite od prekoračenja dozvoljene brzine obrtanja, indicaciju i regulaciju brzine obrtanja radne mašine.

Zaštita od prekoračenja dozvoljene brzine obrtanja

Prekoračenje dozvoljene brzine obrtanja vratila obrtne mašine (npr. parne i gasne turbine) može dovesti do velikih oštećenja postrojenja. Za veoma kratko vreme, mašina može da poveća broj obrtaja do nedozvoljenog nivoa, što će dovesti do odvajanja lopatica od rotora, probijanja kućišta turbine i velikih oštećenja ne samo mašine, već i okolnih objekata i opreme i povređivanja osoblja.

Pokretanje i zaustavljanje parne turbine

Prilikom progrevanja turbine pre starta, kod hlađenja za vreme zaustavljanja i tokom pražnjenja parnog prostora, kompletan rotor parne turbine mora se okretati dovoljno dugo malim brojem obrtaja da ne dođe do deformacije (krivljenja) turbinskog vratila. Ovo okretanje rotora obavlja se uređajima, mehanizmima za okretanje, koji mogu biti sa mehaničkim, električnim ili hidrauličkim pogonom.

Ovaj uređaj se može uključiti ili isključiti ručno ili automatski. Za automatsko uključivanje, potrebno je precizno merenje veoma male brzine obrtanja turbine. Uključivanje pri pogrešnoj brzini može dovesti do ozbiljnog oštećenja rotora i mehanizma za okretanje. Isto tako, neuspešno isključenje mehanizma za okretanje, kada turbina počne da ubrzava, takođe može dovesti do oštećenja.

Indikacija brzine obrtanja

Merenje brzine obrtanja najčešće se koristi za indicaciju brzine obrtanja mašine, koja je samo prikaz izmerene vrednosti, bez korišćenja u zaštitne ili kontrolne svrhe.

Regulacija brzine obrtanja

Veoma precizno merenje brzine obrtanja pri promenljivim opterećenjima neophodno je za potrebe upravljačkog sistema radne mašine, naročito kada se radi o turbogeneratorima priključenim na električnu mrežu, radi regulacije brzine obrtanja pogonjenog generatora prilikom njegove sinhronizacije sa električnom mrežom.

1.2. Metode i uređaji za merenje brzine obrtanja

Uređaji za merenje brzine obrtanja zovu se opštim imenom tahometri. Koriste se različiti principi rada tahometara. Gruba podela tahometara obuhvata tri kategorije:

- mehaničke,
- električne,
- stroboskopske.

1.3. Mehanički tahometri

Mehanički tahometri mogu biti: centrifugalni, frikcioni, vibracioni, hidraulički i pneumatski.

Mehanički tahometri dovode do promene položaja indikatora proporcionalno brzini obrtanja elementa koji se obrće, bilo da je to osovina ili neki drugi obrtni deo u sistemu. Mehanički tahometri imaju samo mehaničke delove za merenje brzine obrtanja. Po konstrukciji mehanički tahometri mogu da budu:

- ručni tahometri,
- centrifugalni tahometri.

1.4. Električni tahometri

Električni tahometri imaju niz prednosti u odnosu na mehaničke. Pokazivanje električnih tahometara zavisi od električnog signala koji je proporcionalan brzini obrtanja vratila. Zavisno od vrste, električni tahometri mogu biti različitih izvedbi.

1.4.1. Tahogeneratori

Za merenje brzine obrtanja koriste se tahogeneratori koji rade kao jednosmerni ili naizmernični. To su mali električni generatori koji stvaraju napon (jednosmerni ili naizmernični), srazmeran brzini obrtanja (Slika 1). Stalno su priključeni na osovinu, pa je njihova ugradnja zahtevna i složena, jer su izloženi stalnim vibracijama.



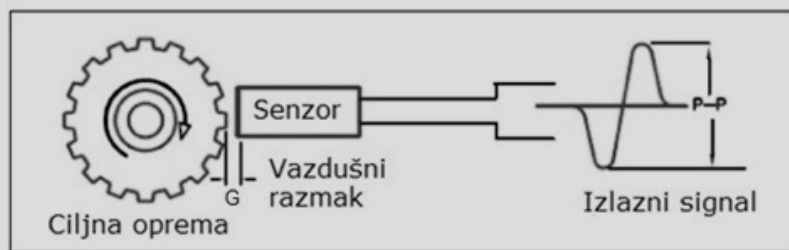
Slika 1 – Merenje brzine obrtanja tahogeneratorom

Merenjem napona koji proizvodi tahogenerator, može se odrediti brzina obrtanja osovine za koju je mehanički pričvršćen. Jedan od najčešćih opsega naponskog signala koji se koristi kod tahogeneratora je 0 - 10 V.

Tahogeneratori mogu ukazivati na smer obrtanja polaritetom izlaznog napona. Kada se smer obrtanja tahogeneratora promeni, promeniće se polaritet njegovog izlaznog napona. U sistemima za merenje i upravljanje gde je potrebna indikacija smera obrtanja, tahogeneratori na jednostavan način to omogućavaju. Pored tahogeneratora, tri osnovna tipa senzora brzine obrtanja koji se koriste za merenja kod obrtnih mašina su: induktivni (magnetni) senzor, blizinski senzor na bazi vrtložne struje i senzor na bazi Holovog efekta. U narednom tekstu sledi opis induktivnog (magnetnog) senzora brzine obrtanja.

1.4.2. Induktivni (magnetni) senzori brzine obrtanja

Induktivni senzori koriste princip promenljivog magnetnog otpora i poznati su kao "elektromagnetni senzori", "prekidači brzine" ili "pasivni senzori".



Slika 2 – Induktivni senzor brzine obrtanja

Kada disk sa zupcima prolazi pored senzora dovoljno blizu, na rastojanju G (Slika 2), menja se magnetno polje oko kalema. Kao rezultat promene magnetnog polja, u kalemu se indukuje napon koji je proporcionalan jačini i brzini promene magnetnog polja. Za svaki zub zupčastog diska koji prolazi pored senzora, javlja se jedna oscilacija. Signal napona koji proizvodi senzor zavisi od vazdušnog razmaka G i broja namotaja N u kalemu. Frekvencija ovih oscilacija proporcionalna je brzini obrtanja diska sa zupcima.

1.4.3. Stroboskopi

Stroboskop je optički instrument za merenje brzine obrtanja mašine koji se zasniva na karakterističnim osobinama ljudskog vida. Instrument omogućava da operator vizuelno odredi brzinu obrtanja, ali ne i da se dobije električni signal proporcionalan toj brzini. Zbog toga se stroboskop ne koristi u automatskim sistemima za regulaciju brzine obrtanja, što ga razlikuje od svih ostalih opisanih mernih sistema.

Osnovni delovi stroboskopa su generator impulsa promenljive frekvencije, pojačavač i gasna bljeskalica - ksenonska lampa, koja se pali u ritmu električnih impulsa. Frekvencija generatora se menja potenciometrom, čija je skala kalibrisana u obrtajima u minuti. Objekat koji rotira treba da ima na sebi neki izraziti detalj, na primer neki zubac. Ako takav detalj ne postoji onda se osovina obeleži tačkom ili crticom. Rotirajući objekat osvetljava se svetlosnim impulsima gasne lampe. Operator koji vrši merenje podešava da se frekvencija paljenja lampe izjednači sa frekvencijom obrtaja objekta. Kada se to postigne, zbog inercije oka, izgleda kao da pokretni objekat prividno miruje. Naime, uzastopni svetlosni impulsi obasjavaju objekat uvek kada se on nalazi u istom položaju, pa on izgleda nepokretan. U tom momentu brzina obrtanja osovine se direktno očitava na skali instrumenta.



ODRŽAVANJE MODERNIZOVANIH PREDAJNIH STANICA U SISTEMIMA DALJINSKOG GREJANJA

Nakon modernizacije predajnih stanica (u daljem tekstu PS), iz različitih razloga je došlo do problema u održavanju PS, pa je u ovom radu ukazano na mogućnosti za prevazilaženje ovih problema, kako bi modernizovane PS radile na optimalan način i kako bi kompanije za daljinsko grejanje i društvene zajednice imali koristi od ovog procesa, pre svega kroz znatno manja ulaganja u kupovinu goriva zbog ostvarenih ušteda, manja izdvojena sredstva za održavanje i stvaranje mogućnosti naplate utrošene toplotne energije korisnicima, na osnovu izmerenih utrošaka.

1. Uvod

Modernizacija PS u daljinskom sistemu grejanja Beograda se sprovodi u kontinuitetu počevši od 2003. godine do danas. Predajne stanice su modernizovane sredstvima iz različitih fondova (krediti EBRD i KfW, sredstva Grada Beograda, iz donacija i sopstvenim sredstvima). Prema stepenu modernizacije PS možemo ih podeliti u 4 tipa:

- Tip I- ugradnja merno regulacione opreme na primarnom delu PS
- Tip II- ugradnja primarnih paketnih PS sa ili bez razmenjivača toplote
- Tip III- kompletna modernizacija PS- rekonstrukcija primarnog i sekundarnog dela PS, kao i dela za pripremu potrošne tople vode (u daljem tekstu PTV)
- Tip IV- modernizacija sekundarnog dela PS.

Stepen modernizacije PS je definisan u zavisnosti od procene odgovornih iz JKP "Beogradske elektrane", a na osnovu tehnološkog nivoa postojećih PS, kao i od raspoloživih sredstava.

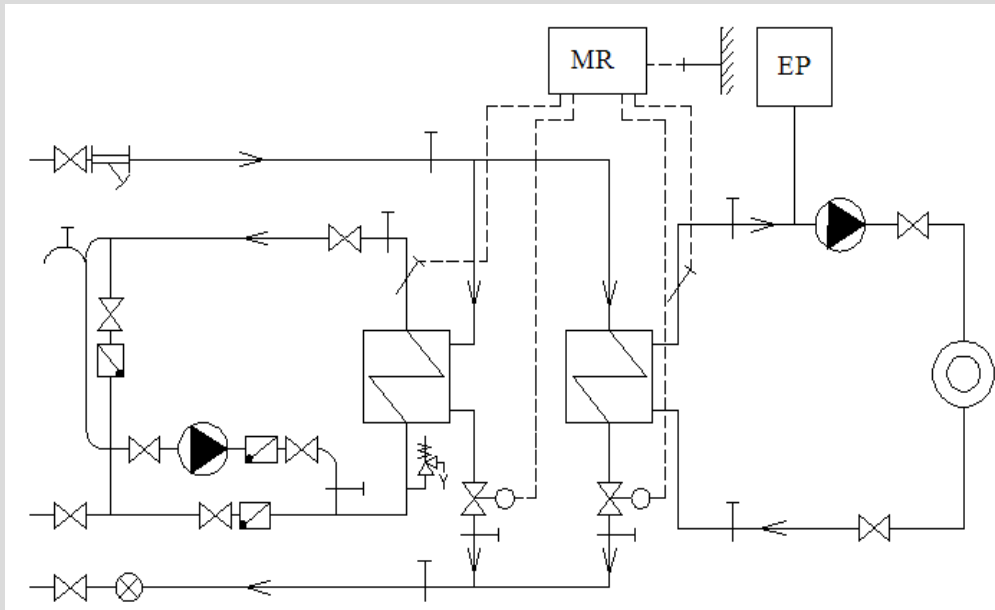
2. Problemi u eksploataciji nakon modernizacije predajnih stanica i načini njihovog prevazilaženja

2.1 Kratak osvrt na tehnička rešenja primenjena pri modernizaciji PS

Tokom modernizacije PS primenjen je čitav niz novih tehničkih rešenja. Navešćemo neke od njih, kao i na njihove prednosti:

- Kvalitativno-kvantitativna regulacija isporuke toplotne energije za grejanje i pripremu PTV (regulacija temperature razvodne vode radijatorskog sistema i PTV-a ostvaruje se smanjenjem ili povećanjem protoka kroz razmenjivače toplote na primarnoj strani, što istovremeno dovodi do sniženja ili povećanja temperature na sekundarnoj strani). Kao izvršni organi za ostvarivanje kvalitativno-kvantitativne regulacije koriste se kombinovani ventili;
- Zagrevanje PTV vrši se u jednom stepenu (bez predgrejača i dogrejača) i bez akumulatora za PTV (što smanjuje rizik od razvitka bakterija);
- Radi zaštite od stvaranja kamenca primenjen je magnetni tretman PTV umesto sistema sa hemijskom pripremom;
- Primena lemljenih razmenivača toplote olakšava ugradnju i drastično umanjuje cenu PS, a takođe se smanjuje i mogućnost curenja iz razmenjivača toplote. Izolacija razmenjivača toplote umanjuje gubitke toplote i pruža komfornije uslove za rad unutar PS;
- Ugradnja predfabrikovanih PS, koje zauzimaju mnogo manje prostora (20 – 25% od postojećih);
- Primena cirkulacionih pumpi sa promenljivim brojem obrtaja;

- Za održavanje pritiska u sistemu je korišćen tzv. "diktir" sistem sa pumpom za održavanje pritiska, koji se ugrađuje u samoj PS i koji omogućava da se pritisak u kućnoj grejnoj instalaciji (u daljem tekstu KGI) održava u izabranom opsegu pri različitim radnim režimima.



Tehnološka šema PS sa kvalitativno-kvantitativnom regulacijom

2.2 Problemi nakon modernizacije

Do svih navedenih prednosti i ušteda se može doći, ako se oprema u periodu eksploatacije koristi na optimalan način. Prema našem iskustvu i prema iskustvima iz drugih gradova Srbije, gde je izvršena modernizacija sistema daljinskog grejanja, rukovanje i održavanje novih instalacija jedan je od ključnih razloga malog veka trajanja instalacija i nedovoljno dobrih efekata modernizacije. Za to postoji više razloga, a ključni su:

- Nedovoljna obučenost kadrova koji rukuju PS i održavaju opremu;
- Nekompletnost novoizrađenih instalacija;
- Raznolikost opreme instalirane u modernizovanim PS;
- Nedovoljno visok tehnički nivo toplotnih izvora na grejnim područjima na kojima se vrši modernizacija PS itd.;

U sledećem izdanju ETG: **PUŠTANJE MODERNIZOVANIH PS U AUTOMATSKI RAD**

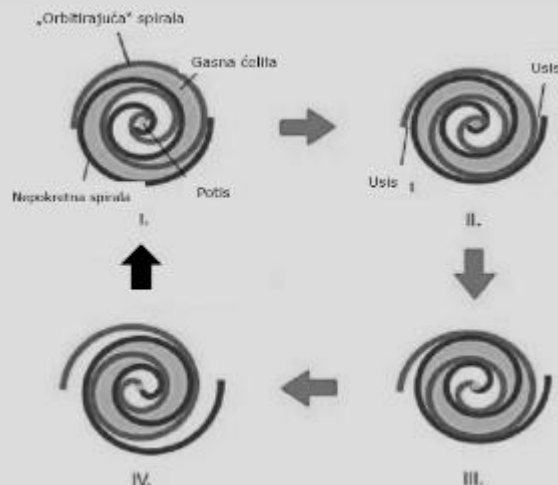
SPIRALNI KOMPRESORI

Najnovija vrsta kompresora zapreminskog dejstva su spiralni (*scroll* – skrol) kompresori, čiji je naziv skovan u duhu srpskog jezika a odgovara pojmu. Princip rada poznat je duže od jednog veka ali se proizvodnji velikih serija moglo pristupiti tek kada je omogućena masovna, jeftina i precizna izrada glavnog dela – spirale (u ulozi lopatice). Još uvek im je primena ograničena na rashladne uređaje, klimatizaciju i toplotne pumpe, sa relativno malim snagama, koje se kreću od 2 do oko 100 kW.

Kod veoma malih rashladnih kapaciteta prednost imaju rotacioni i klipni hermetički kompresori. Kod veoma velikih kapaciteta spiralni kompresori ne mogu da konkurišu vijčanim i centrifugalnim kompresorima.



Osnovni delovi ovih kompresora su dve prave cilindrične spirale, koje su međusobno spregnute. Gornja spirala je nepokretna i sa gornje strane je zatvorena poklopcem, u čijem je središtu otvor za potis gasa, a sa donje strane je otvorena kako bi u nju mogla da uđe (da se spregne) donja spirala, koja je odozdo zatvorena dnom.



Princip rada spiralnog kompresora

Princip rada je, naoko, prilično složen ali je zapravo vrlo jednostavan: donja spirala kruži (ali ne rotira oko svoje ose već „orbitira“) unutar kanala gornje spirale, koja je nepokretna. Takvo

kretanje joj obezbeđuje vratilo sa ekscentrom, koje je preko specijalne spojnice povezano sa donjom spiralom.

Između cilindričnih zidova spirala kao i poklopca gornje i dna donje spirale formira se niz ćelija, koje su po parovima simetrično raspoređene u odnosu na osu nepokretne spirale. Prilikom rada, zapremine zatvorenih ćelija se smanjuju i na taj način pritisak u njima raste do potisnog otvora, kada počinje istiskivanje sabijenog gasa.



Spiralni kompresor vazduha (Atlas Copco)

Spiralni kompresori nemaju samodejstvujuće usisne, pa ni potisne ventile već se stepen sabijanja ostvaruje kao i kod drugih rotacionih kompresora. Regulacija ovih kompresora postiže se promenom broja obrtaja ali i nekim skupljim, savršениjim rešenjima.

Spiralni kompresori imaju veoma mali broj pokretnih delova a zbog malih brzina klizanja spirala habanje je neznatno. Odlikuju se visokim stepenom isporuke, relativno malom razmenom toplote a nemaju ni gubitke pritiska pri strujanju kroz samodejstvujuće ventile. Zato su im stepeni korisnosti i za desetak procenata veći nego kod klasičnih klipnih kompresora istog učinka. Mirniji im je rad, niža buka pa se postavljaju bliže mestu korišćenja, što je kod klimatizacije značajna prednost.
