

OBRADA NAPOJNE VODE U TERMOENERGETSKIM POSTROJENJIMA

Prirodna voda sadrži razne tvari koje treba ukloniti prije korištenje za napajanje u termoenergetskim postrojenjima.

Vrsta i sadržaj tih tvari (nečistoća) zavisi prvenstveno o porijeklu vode: riječna, jezerska, izvorska.

U vodi mogu biti sadržane tvari u obliku:

- suspendiranih tvari (neotopljenih),
- otopljenih tvari,
- otopljenih plinova.

Sastojci u sirovoj vodi ovisno o porijeklu:

Silicij (SiO ₂)	0,4 do 39 ppm
Željezo (Fe)	0,0 do 2,1 ppm
Kalcij (Ca)	1,7 do 79 ppm
Magnezij (Mg)	0,4 do 33 ppm
Natrij (Na)	1,4 do 147 ppm
Kalij (K)	0,4 do 4 ppm
Karbonati (CO ₃)	1 do 4 ppm
Bikarbonati (HCO ₃)	10 do 328 ppm
Sulfati (SO ₄)	0,8 do 560 ppm
Kloridi (Cl)	2,6 do 159 ppm
Otopljene soli	23 do 1380 ppm
Ukupna tvrdoća kao C _a CO ₃	6 do 316 ppm
Specifična vodljivost	29,5 do 1040 μΩ
pH	5,8 do 8,4

❖ POGONSKI PROBLEMI NA VODENOJ STRANI

Glavni pogonski problemi, koji nastaju zbog neodgovarajuće kvalitete vode, proizlaze iz sljedećega:

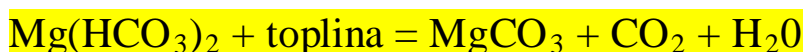
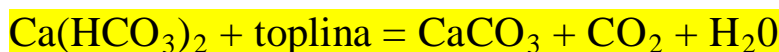
- taloženje (depozit) u cijevima generatora pare,
- korozija cijevi,
- odnošenje (*carryover*) čestica vode iz bubnja generatora pare.

+ Taloženje

Isparivanjem vode povećava se koncentracija otopljenih tvari u vodi, što dovodi do njihova izlučivanja u obliku taloga na stjenkama cijevi.

Materijal taloga ima znatno manju toplinsku vodljivost u odnosu na materijal cijevi, što uzrokuje **pregrijavanje i oštećenja** (promjena strukture, smanjenje trajne čvrstoće, puknuće).

Štetne tvari (nečistoće), koje uzrokuju stvaranje taloga, prvenstveno su **bikarbonati kalcija $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ i bikarbonati magnezija $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$** . Na povišenim temperaturama dolazi do njihova raspadanja na CO_2 i karbonate koji su netopivi u vodi te tako stvaraju kompaktne taloge.



Talozi se najčešće sastoje iz više spojeva ovisno o vrsti i porijeklu vode, a najčešće su: **karbonatni, fosfatni, sulfatni, silikatni i željezni.**

+ Korozija

Korozija je u principu **kompleksni elektro-kemijski** proces koji najčešće nastaje reakcijom metala s kisikom uz djelovanje ostalih utjecajnih faktora prisutnih u pogonu termoenergetskih postrojenja, što dovodi do različitih oblika oštećenja (destrukcije) materijala.

Korozija u sustavu napojne vode može nastati kao posljedica niske pH vrijednosti te otopljenog kisika (O_2) i ugljičnog dioksida (CO_2) u vodi.

Korozija u sustavu isparivača može nastati zbog preniske ili previsoke pH vrijednosti vode, zbog utjecaja otopljenog kisika tijekom pogona ili stajanja postrojenja.

Korozija u parnim i kondenzatnim cijevima uobičajeno je posljedična pojava prisutnosti slobodnog kisika i ugljičnog dioksida.

Korozijski procesi se znatno ubrzavaju pod djelovanjem povišenih temperatura i naprezanja materijala.

Glavne metode sprječavanja korozije u termoenergetskim postrojenjima jesu:

- Uklanjanje otopljenog kisika i ugljičnog dioksida iz napojne vode;
- Održavanje odgovarajuće pH vrijednosti vode u sustavu generatora pare;
- Održavanje „čistoće“ unutarnjih površina generatora pare;
- Odgovarajuća zaštita generatora pare tijekom van-pogonskoga stanja;
- Primjena odgovarajućega kemijskog tretmana napone vode i povratna kondenzata.

Oдноšenje (*carryover*) iz bubnja

Oдноšenje (*carryover*) je pojava u kojoj se zajedno s parom iz bubnja iznose čestice vode i u njima otopljene te ne-otopljene soli koje se iza toga talože unutar cijevi pregrijača pare i ulaznim dijelovima (sapnicama i lopaticama) turbine.

Taloženje u cijevima uzrokuje smanjenje prijelaza topline i pregrijavanje materijala, a na turbinskim lopaticama povećanje unutarnjih gubitaka kao i povećanje aksijalne sile u rotoru i opterećenja aksijalna ležaja.

Glavne metode sprječavanja odnošenja sastoje se u sljedećem:

- Održavanje koncentracije soli unutar isparivačkoga sustava u dozvoljenim granicama;
- Kontrola i sprječavanje onečišćenja povratnoga kondenzata;
- Održavanje ispravnosti rada uređaja za odvlaživanje (separatora) izlazne pare iz parnoga bubnja.

❖ OBRADA (PRIPREMA) NAPOJNE VODE

Glavni postupci obrade (pripreme) napojne vode su sljedeći;

- filtriranje,
- ionska izmjena (demineralizacija),
- otplinjivanje,

Filtriranje

Filtriranje je prva faza obrade napojne vode u cilju uklanjanja suspendiranih (neotopljenih) tvari. Voda se nakon filtriranja podvrgava ostalim postupcima obrade u skladu s pogonskim uvjetima generatora pare. Ako se suspendirane čestice (rđa, pijesak i sl.) dovoljno ne uklone, u uvjetima povišena tlaka i temperature stvaraju slojeve taloga koji smanjuje prijelaz topline na ogrjevnim površinama te smanjuje se efikasnost postupaka koji slijede u procesu obrade vode.

Da bi se iz vode otklonile i najsitnije čestice suspendiranih tvari koje se običnim uređajima za filtriranje (pješčani filtri) inače ne bi mogle dovoljno efikasno odstraniti, potrebno je dozirati kemikalije koje imaju svojstvo poništavanja naboja čestica te stvaranja većih čestica (koagulacija, flokulacija) koje se iza toga mogu lakše ukloniti filtriranjem.

Ionska izmjena (demineralizacija)

Minerali otopljeni u vodi sastoje se iz električki nabijenih čestica – iona. Tako npr., kalcijev karbonat sastoji se od pozitivno nabijenoga iona (kationa) kalcija i negativno nabijenoga iona (aniona) bikarbonata.

Neki prirodni i sintetički materijali imaju svojstvo uklanjanja iona minerala iz vode te njihove zamjene s drugim ionima.

Postoje dvije vrste tzv. ionskih masa koje se zbog svojega svojstva koriste u sustavima za obradu napojne vode:

- kationske

- anionske.

Kationske mase za ionske izmjenjivače reagiraju samo s kationima kalcija (Ca^{++}) i magnezija (Mg^{++}). Iako ima više tipova kationskih masa, one najčešće rade u tzv. ciklusu s vodikom. To znači da se nakon zasićenja njihova regeneracija, odnosno obrnuti proces od odvajanja kationa iz vode, vrši pomoću klorovodične (HCl) ili sulfatne (H_2SO_4) kiseline.

Anionske mase reagiraju samo s anionima bikarbonata (HCO_3^-) i anionima sulfata (SO_4^{--}). Pored što na sebe vežu, te iz vode uklanjaju anione kiselina, tzv. jako bazične anionske mase imaju svojstvo da iz vode uklanjaju također ugljični dioksid (CO_2) i silicij (Si). Anionske mase rade u tzv. ciklusu s hidro-oksikom pa se, nakon zasićenja, one regeneriraju u obrnutom procesu s natrijevom lužinom (NaOH) ili s amonijevim hidro-oksikom (NH_4OH).

Za vodu koja prolazi kroz kationski i anionski izmjenjivač kažemo da je prošla kroz proces demineralizacije, a tako obrađena voda je demineralizirana voda koja se sastoji samo od iona vodika i iona hidro-oksida; dakle od čiste vode.

Otplinjivanje

Otplinjivanje vode spada u proces termičke obrade napojne vode, kojemu je osnovni cilj da se iz nje odstrani otopljeni kisik i tako spriječi njegovo korozivno djelovanje u sustavu proizvodnje pare.

To se vrši u tzv. otplinjačima gdje se voda zagrijava u direktnom kontaktu s parom, prilikom čega se smanjuje topivost kisika u vodi iz koje se on na taj način otplinjava.

Za potpunije odvajanje otopljenog kisika iz napojne vode koriste se i kemikalije, kao hidrazin (N_2H_4) koji djeluje prema sljedećoj reakciji:

