



Univerzitet u Novom Sadu

Fakultet tehničkih nauka



Izvori toplote u poslovno-stambenim objektima

Automatika u pametnim stambeno-poslovnim objektima

Velimir Čongradac

Sadržaj

- Prenos toplote
- Kotlovi
- Para i način njenog generisanja
- Tipovi kotlova
- Elementi sistema grejanja
- Goriva
- Daljinski sistem grejanja

Prvi zakon termodinamike

Zakon o očuvanju energije:

“Promena unutrašnje energije zatvorenog termodinamičkog sistema jednaka je zbiru toplotne energije dodate sistemu i termodinamičkog rada primenjenog na sistem”.

- Materija / energija ne može biti stvorena niti uništena.
- Količina materije / energije ostaje konstantna.
- Energija / materija može promeniti svoje stanje:
čvrsto > tekuće > gasovito > plazma, ali ukupna količina materije / energije u svemiru ostaje konstantna.
- Energija se ne može stvoriti, nego samo promeniti stanje.

Drugi zakon termodinamike

Odnosi se na entropiju:

“Ukupna entropija izolovanog termodinamičkog sistema se vremenom uvećava, sve do maksimalne vrednosti.”

- Toplota nikada ne prelazi spontano sa tela koje ima nižu temperaturu na telo koje ima višu temperaturu.
- **Korisna** energija je konvertovana u **nekorisnu** energiju;
- **Korisna** energija je nepovratno izgubljena kao **nekorisna** energija.

Treći zakon termodinamike

Odnosi se na temperaturu apsolutne nule

“Kada se sistem asimptotski približava temperaturnoj apsolutnoj nuli, svi procesi praktično prestaju, a entropija teži minimumu (nuli)”

Parni kotao

- Parni kotao predstavlja zatvorenu posudu u kojoj se voda zagreva i pretvara u paru pod pritiskom.
- Pri atmosferskom pritisku voda se može zagrevati do 100° C.
- Dodatna toplota ne dovodi podizanju temperature vode već njenu konverziju u paru.
- Pri većem pritisku od atmosferskog više energije je potrebno dodati kako bi se voda pretvorila u paru.

Zašto vodena para?

- Mogućnost pare da prenese veliku količinu termalne energije čini je poželjnom kao radni fluid.
- Pritisak obezbeđuje kretanje pare, odnosno nisu potrebne pumpe.
- Sa porastom pritiska raste i temperatura neophodna za promenu agregatnog stanja vode, odnosno sa porastom pritiska raste i energija koju vodena para može da prenese.

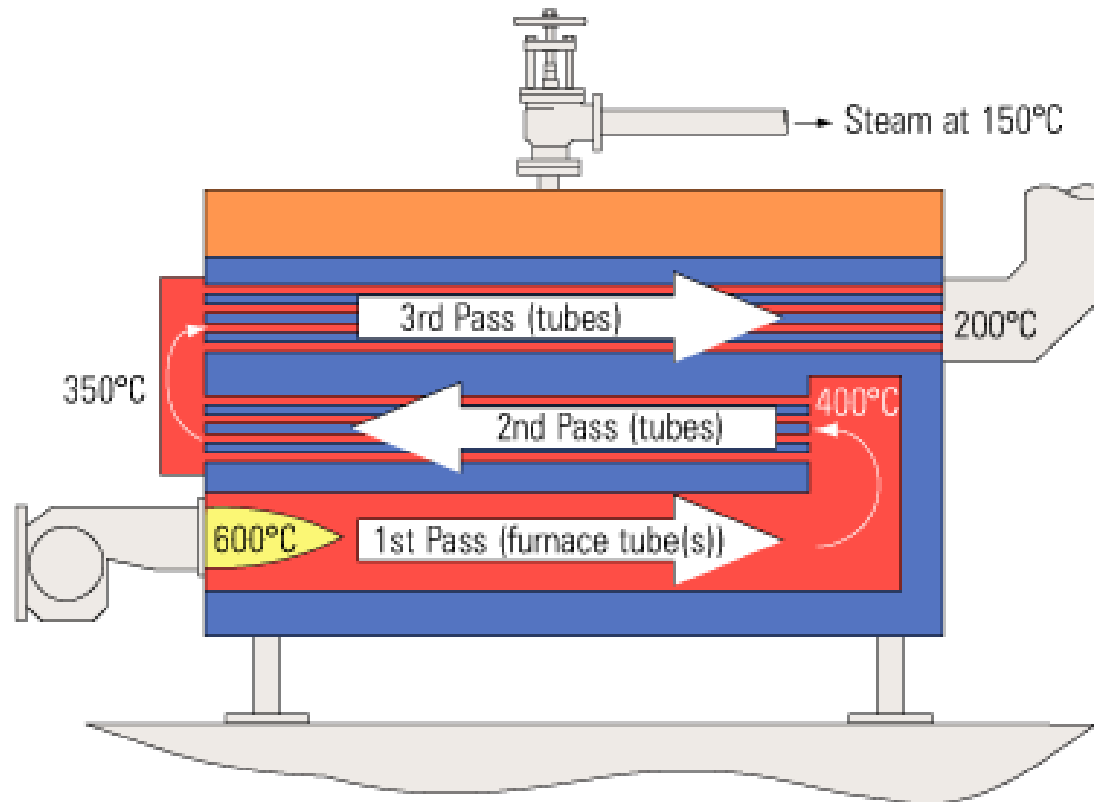


**Parni kotlovi i opasnost koju nose
sa sobom!**



Način funkcionisananja

- Parni kotao je srce parnog sistema.
- Tipični moderni kotlovi poseduju gorionik koji šalje toplotu kroz cevi kotla.



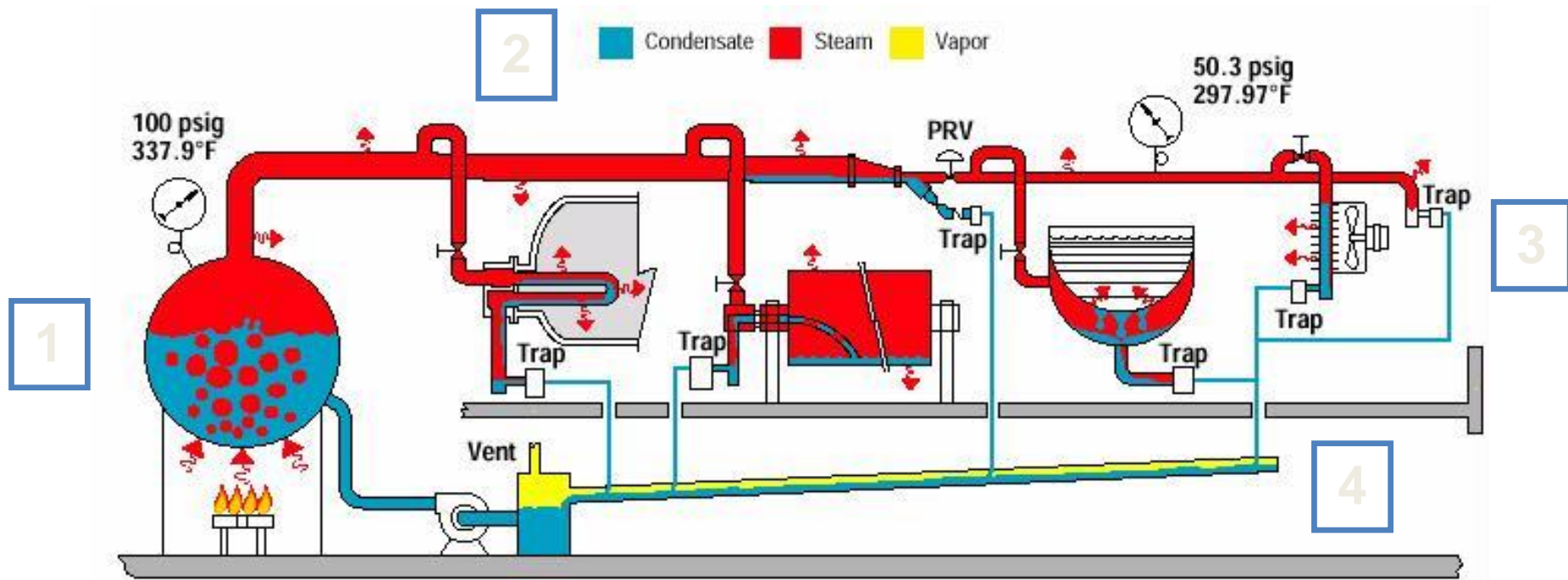
Dizajn parnog kotla

- Kotao mora biti dizajniran tako da obezbedi maksimalnu absorpciju toplote upotrebljene pri procesu kreiranja vodene pare.
- Toplota se predaje radijacijom, kondukcijom i konvekcijom.
- Procentualna uloga svakog od načina prenosa energije zavisi od tipa kotla, projektovane dodirne površi i vrste goriva.

Radni ciklus vodene pare

- Prva faza: Stvaranje vodene pare
- Druga faza: Distribucija
- Treća faza: Prenos toplote
- Četvrta faza: Kondenzacija

Radni ciklus vodene pare



Primena vodene pare

- Pogon turbina generatora u termoelektranama, ventilatora i pumpi;
- Precesi pri direktnom kontaktu sa proizvodom kao što je sterilizacija i bezkontaktno pri prenosu toplote;
- Grejanje i klimatizacija.

Tipovi vodene pare

- **Suva para:** Para koja ne sadrži vodu u tečnom stanju, često korespondira superzagrejanom vodenoj pari.
- **Para niskog pritiska:** 0-103 kPa Pritisak je manji, jednak ili neznatno iznad atmosferskog pritiska.
- **Para srednjeg pritiska:** 103 – 690 kPa. Uveliko premašuje atmosferski pritisak.
- **Para visokog pritiska:** >690 kPa.
- **Zasićena vodena para:** Vlažna para; Para na temperaturi ključanja pri odgovarajućem pritisku.
- **Superzagrejana vodena para:** Para zagrejana iznad temperature ključanja pri određenom pritisku. Ne sadrži vodu u tečnom stanju.

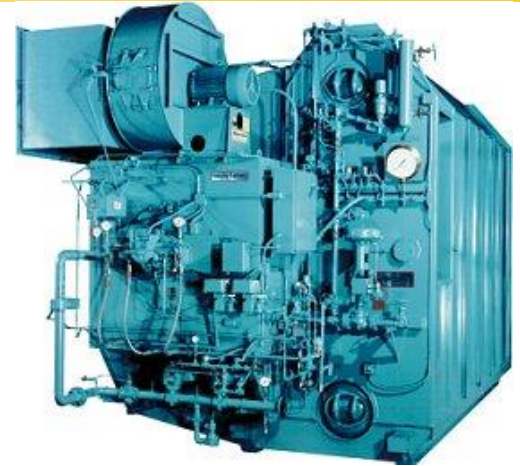
Tipovi parnih kotlova

- **Kotlovi sa vatrenim cevima:** Proizvod sagorevanja prolazi kroz cevi okružene vodom.
- **Kotlovi sa vodenim cevima:** Proizvod sagorevanja prolazi oko cevi sa vodom. Cevi su povezane sa samim sistemom za distribuciju vodene pare ili samim potrošačem vodene pare.
- **Električni kotlovi:** Grejači zagrevaju vodu prenoseći toplotu kondukcijom bez proizvoda sagorevanja. Tipična primena u domaćinstvima.
- **Kotlovi tople vode:** Samo zagrevaju vodu do 80 ° C.

Tipovi kotlova



Vatrene cevi



Vodene cevi



Električni



Topla voda

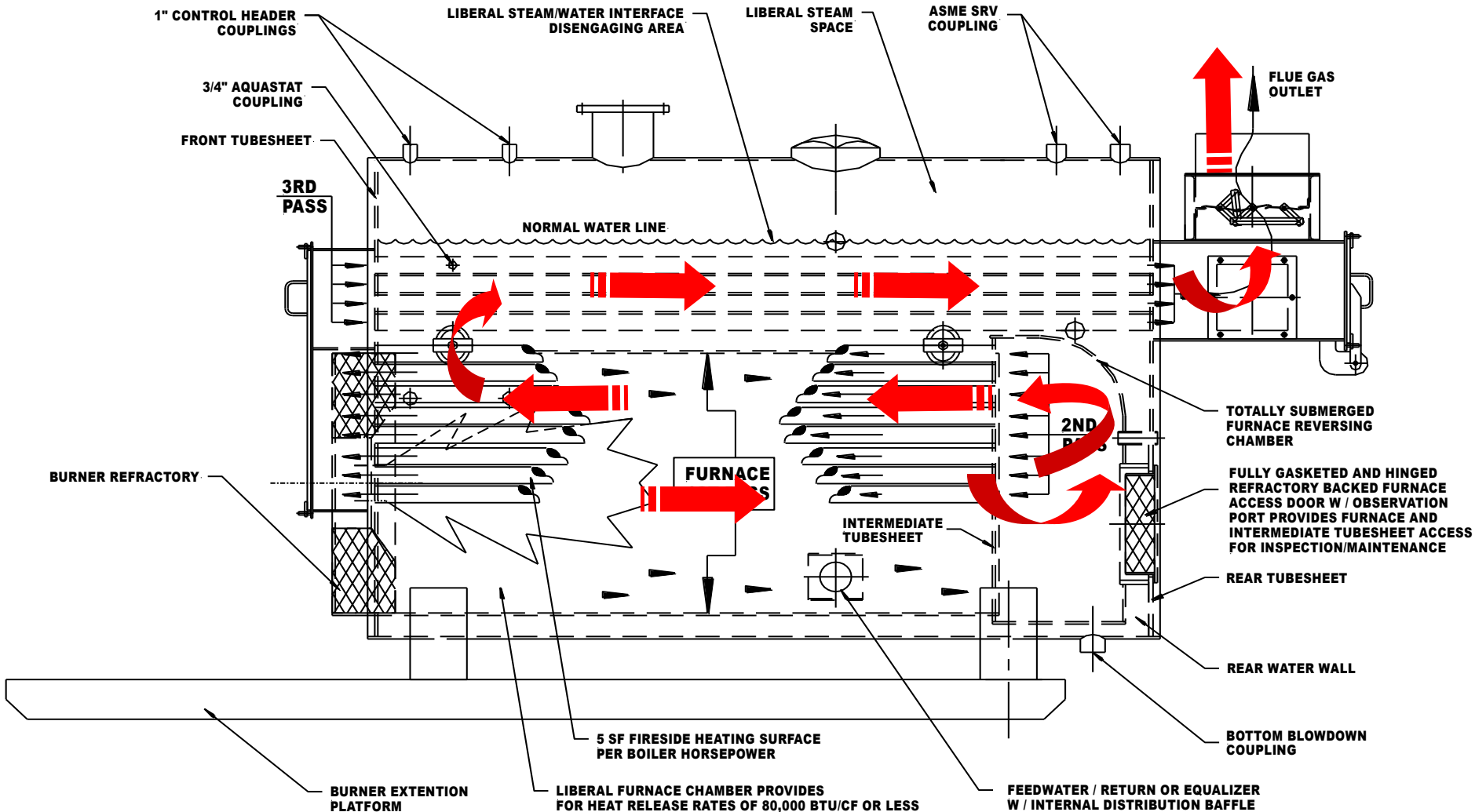
Kotao sa vatrenim cevima



Kotao sa vatrenim cevima

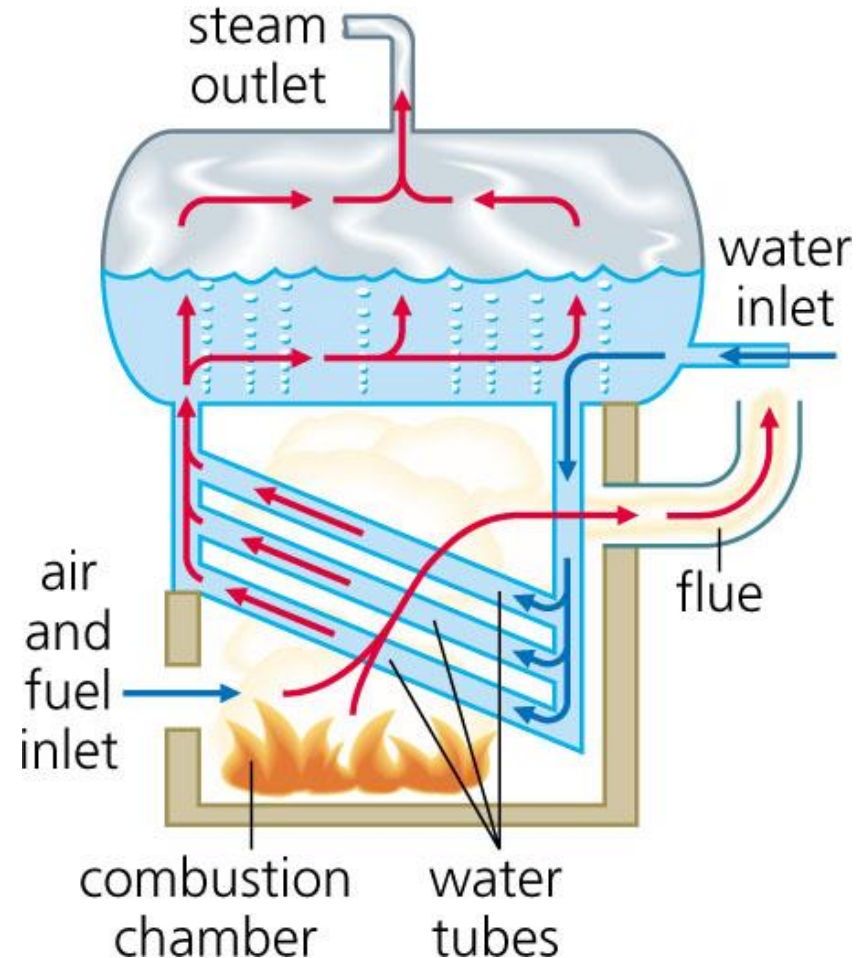
- Vodena para niskog i visokog pritiska
- Česti u sistemima KGH
- Izvode se sa 2,3 ili 4 prolaza
- Jedan prolaz predstavlja kretanje proizvoda sagorevanja duž kotla
- Efikasnost se povećava sa porastom broja prolaza
- Pritisak pare je ograničen na 2500 kPa

Kotao sa vatrenim cevima



Kotao sa vodenim cevima

- Produkcija pare kao i zagrevanje vode
- Češće se primenjuje u industriji nego pri procesu grejanja
- Primenjuje se:
 - Kada se zahteva superzagrejana para
 - Veliko ili promenljivo opterećenje
 - Pri potrebi za visokim pritiskom (>2500 kPa)



Kotao sa vodenim cevima

- Cevi sadrže vodenu paru i/ili toplu vodu
- Proizvod sagorevanja prolazi oko cevi
- Mogućnost brze proizvodnje pare sa obzirom na malu količinu vode.
- Brzo reaguje na promenljivu potrebu za vodenom parom
- Primjenjuje se pri proizvodnji zasićene i superzagrejane vodene pare

Kotao tople vode

- Primenjuje se za zagrevanje vode.
- Topla voda se distribuira kroz sistem radijatora, konvektora, itd.
- Voda se po povratku dogreva i vraća nazad u sistem.



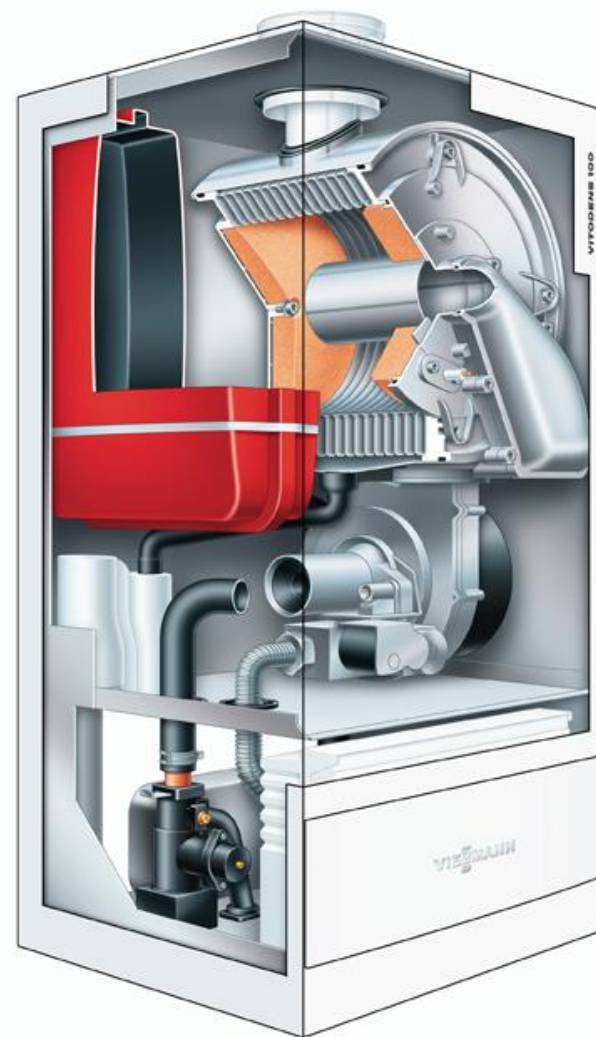
Kondenzacioni kotlovi

- Značajno efikasniji od tradicionalnih kotlova tople vode
- Iskorišćavanje otpadne toplote
 - Dimni gasovi vrše predgrevanje povratne vode
- Vrste kondenzacionih kotlova:
 - Kombinovani i
 - Za grejanje.



Kondenzacioni kotlovi

- Kombinovani kotao:
 - Priprema sanitarne tople vode i vode za grejanje objekta.
 - Ne zahteva rezervoar tople vode
 - Kratko vreme za zagrevanje vode
 - Maksimalan protok tople vode određen kapacitetom kotla
 - Zauzima malo prostora
 - Izbegava se zagrevanje vode koja se ne upotrebljava odmah.



Električni bojler

- Vrlo efikasan
- Topla voda ili vodena para niskog pritiska
- Na raspolaganju od 5 do 50,000 kW.



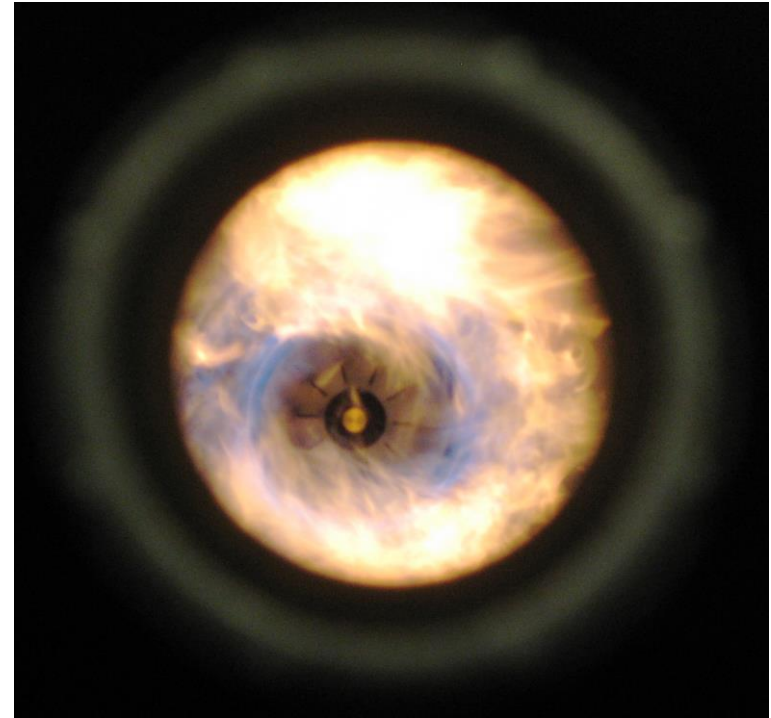
Uporedne karakteristike kotlova

	Vatrene cevi	Vodene cevi	Električni	Topla voda
Opseg pritiska	TV/NP PVP do 2500 kPa	Visoko temp. TV, PVP do 6000 kPa	TV/NP PVP do 6000 kPa	TV NP
Efikasnost	Visoka	Srednja	Visoka	Srednja
Snaga	Do 1500 hp		Do 300 hp	Do 300 hp
Održavanje	Malo	Veliko	Srednje/Veliko	Malo
Cena	Srednja-visoka	Visoka	Visoka	Niska
Primena	Grejanje/Indust.	Industrija	Grejanje/Indust.	Grejanje
Veophodan prostor	Srednji/veliki	Veliki	Vrlo mali	Srednji

Elementi kotla:

Gorionik

- Srce kotla je gorionik
- Mešavina goriva i kiseonika se ubacuje u komoru za sagorevanje usled čega dolazi do oslobađanja toplotne energije
- Dostiže se temperatura do 1000°C .
- Zagrejana voda se pretvara u vodenu paru
- Gasovi nastali pri procesu sagorevanja se izbacuju iz gorionika.



Elementi kotla: Upravljačka jedinica

- Inicira i kontroliše kvalitet plamena kako bi zadovoljio potrebu za proizvodnjom vodene pare ili održavanje željene temperature vode.



Elementi kotla:

Dimnjaci i izduvne cevi

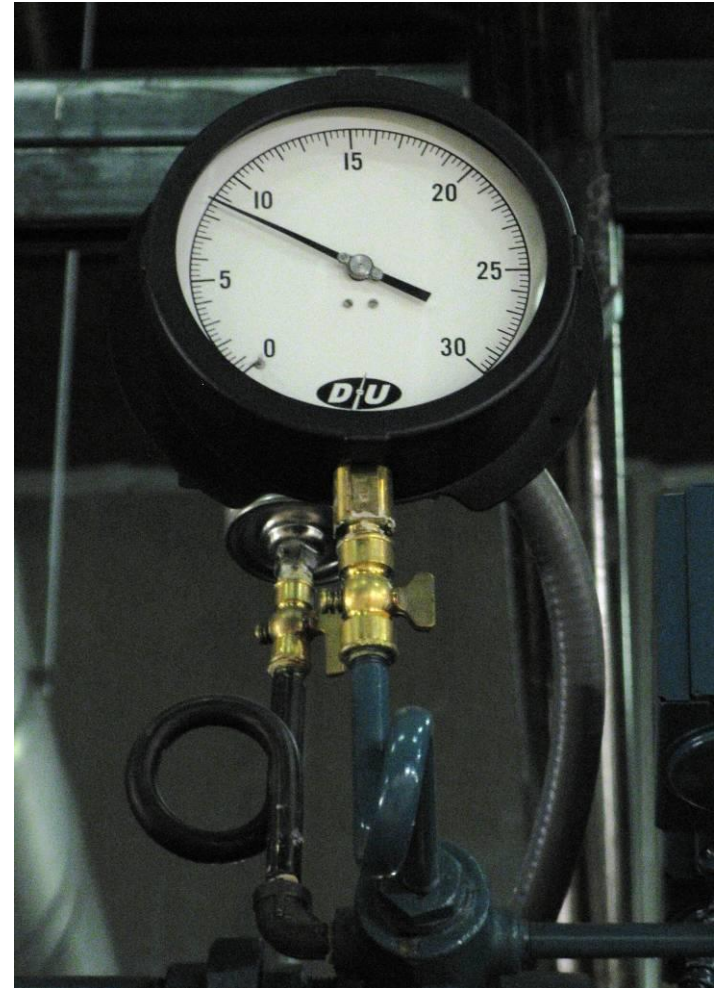
- Zadatak dimnjaka je da odvede produkt sagorevanja bezbedno u atmosferu.



Elementi kotla:

Merači pritiska

- Digitalni i analogni pokazivači pritiska (Pa, bar).



Sistem za isporuku vodene pare

- Obezbeđuje isporuku vodene pare pod pritiskom sistemu.
- Kotao ima zadatak da obezbedi vodenu paru željenog pritiska u rezervoar vodene pare.

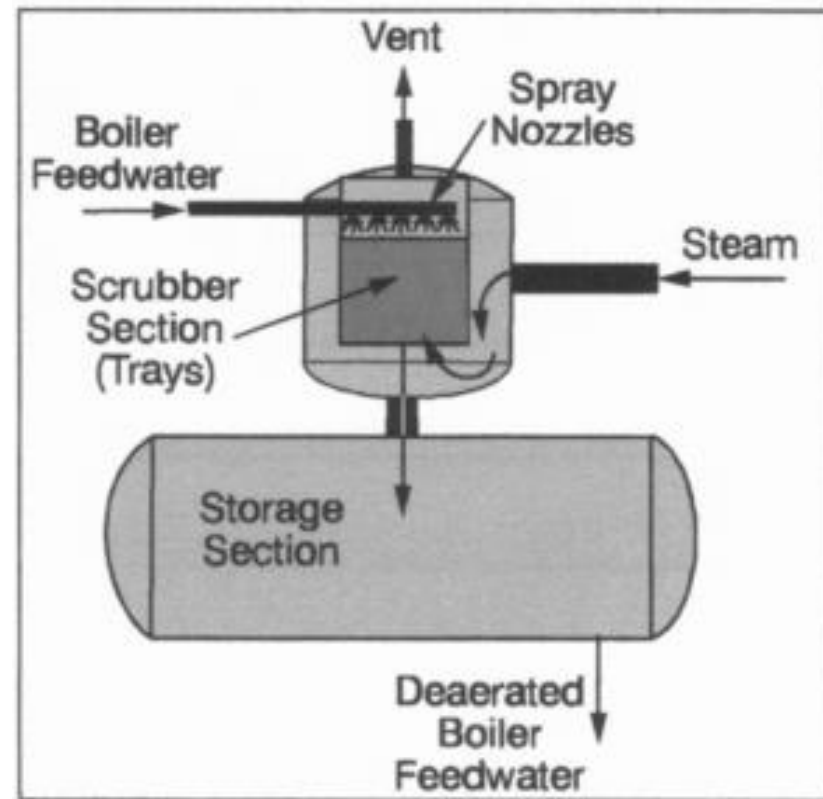


Rezervoar za pripremu vode



Rezervoar za pripremu vode

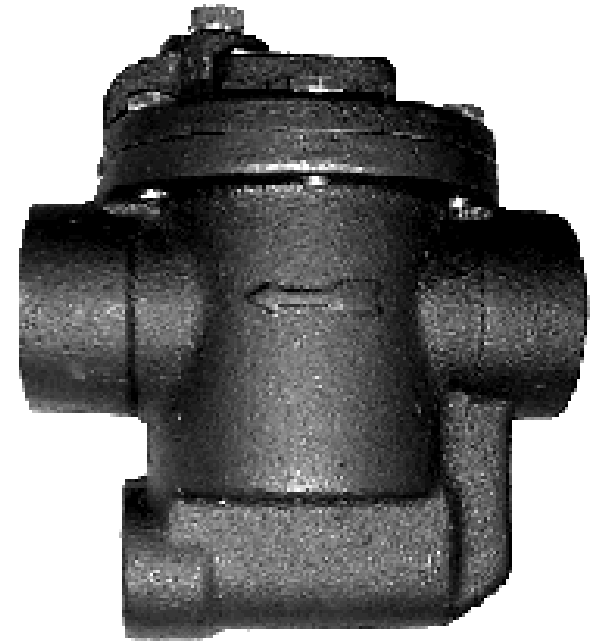
- Izdvaja rastvorene gasove iz povratne vode kotla.
- Rastvoreni CO₂ u vodi utiče na smanjenje PH vrednosti vode i pojavu kiseline koja oštećuje ceo sistem.
- Ekonomičnije je izdvojiti gasove mehaničkim putem.
- Povećava životni vek sistema za proizvodnju vodene pare.



Kondenzat:

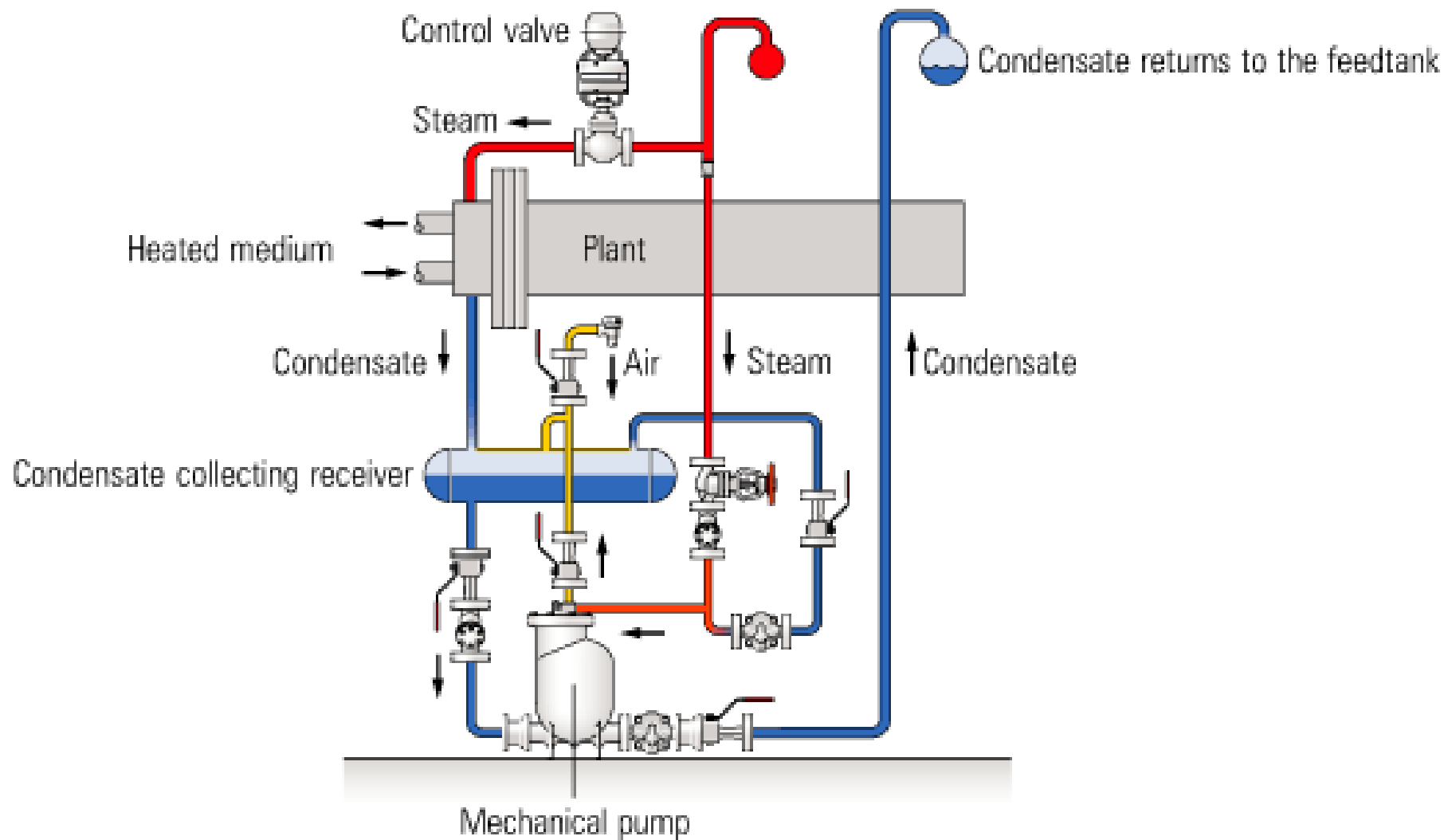
Izdvajanje pare i vode

- Uređaj koji obezbeđuje izdvajanje vode od pare.
- Više tipova
 - Sa plovkom,
 - Termostatski,
 - Sa grlom, itd.



Kondenzat:

Šema toka vode/pare



Kondenzat: Uštede

- Može sadržati i do 20% energije neophodne za ponovno stvaranju pare u koltu.
- Štedi energiju
- Smanjuje potrebu za hemijskim tretmanom vode.

Ostali elementi: Regulacioni ventil

- Održava stabilan pritisak u sistemu



Ostali elementi:

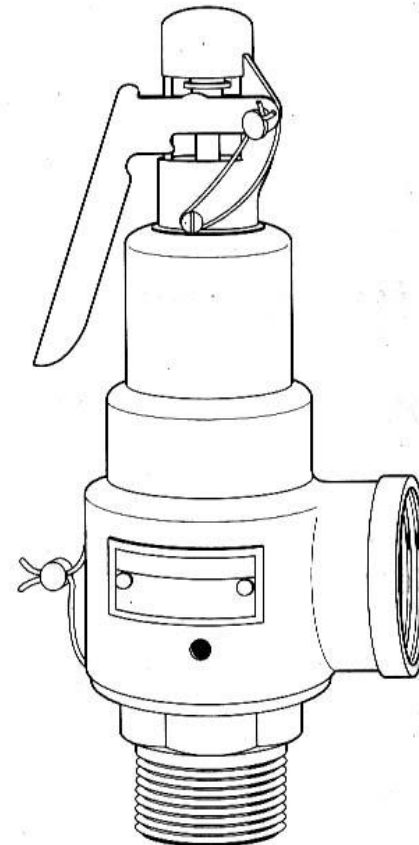
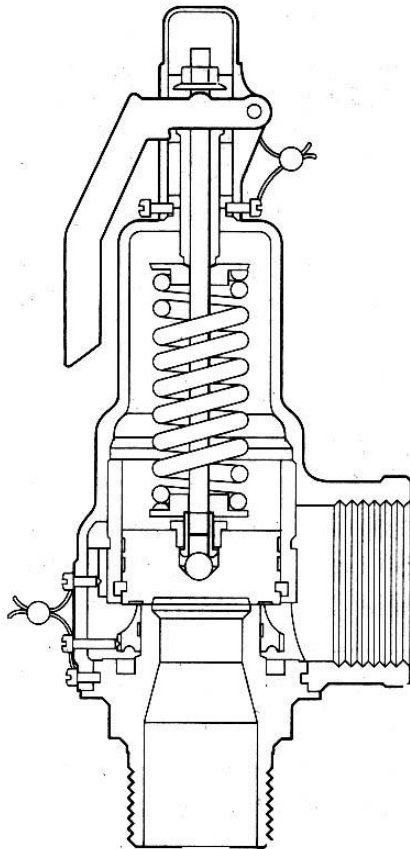
Ventil za redukciju pritiska

- Smanjuje pritisak kako bi sprečio oštećenja na ostalim uređajima u sistemu.



Ostali elementi: Sigurnosni ventil

- Ispušta višak vodene pare kako bi smanjio pritisak i zaštitio ostale elemente sistema.



Ostali elementi: Sigurnosni uređaji

- Zaštita od visokog pritiska
- Deteksija minimalnog nivoa vode
- Detekcija maksimalnog nivoa vode
- Kontrola plamena
- Praćenje količine kiseonika
- Nivo CO

Detekcija minimalnog nivoa vode

- Jedan od najkritičnijih delova parnih postrojenja.
- Nizak nivo vode dovodi do poremećaja u prenosu toplote što može da dovede do zamora metala i kvara.



Kontrolni ventil nivoa vode

- Kontrolni ventil koji održava nivo vode u dozvoljenim granicama



Zašto dolazi do eksplozije?

Zagrejana voda pretvorena u paru širi se na zapreminu 1600 puta veću od zapremine vode na atmosferskom pritisku.