Kondicioniranje pare i zraka

Otključajte puni potencijal svoje pare…

Spirax Sarco nudi širok raspon učinkovite opreme za kondicioniranje kako bi se osiguralo da se para isporučuje u proces u optimalnom stanju.

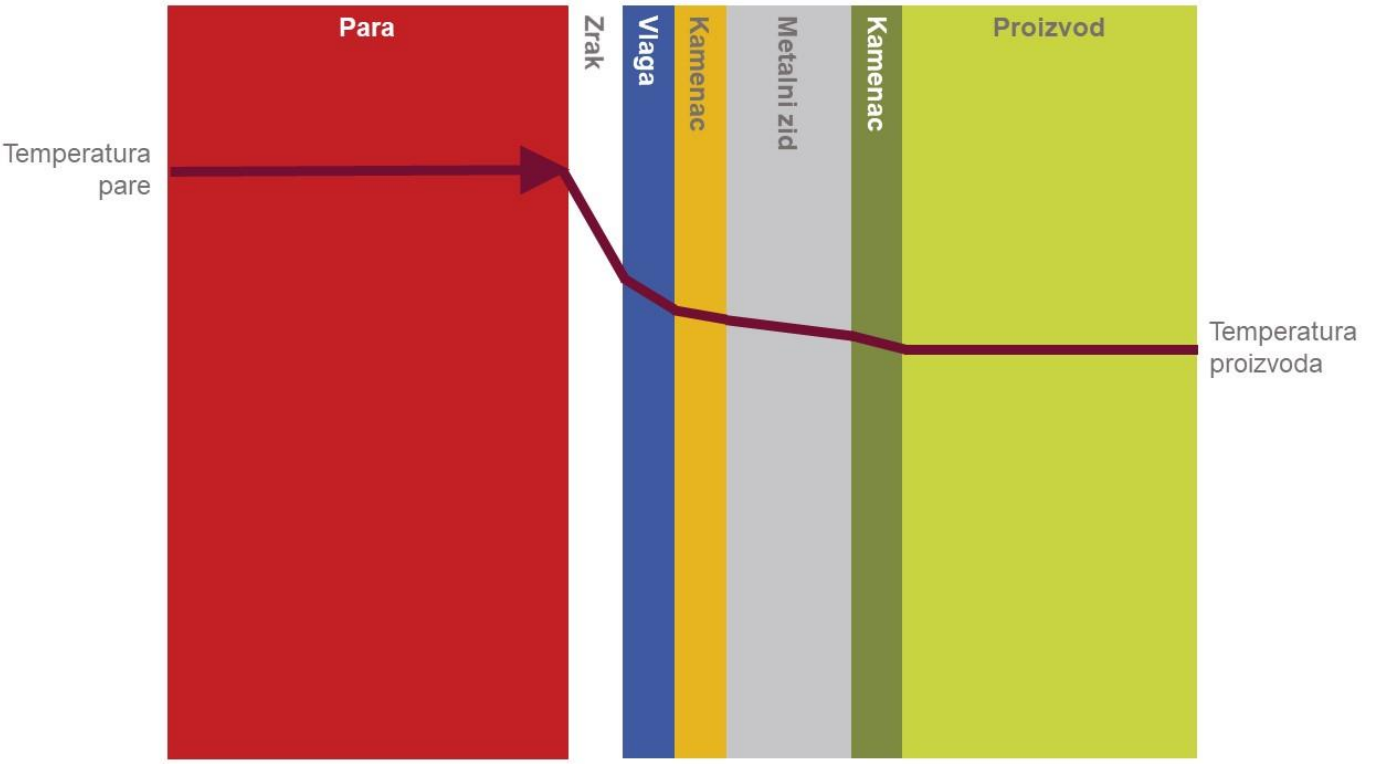
Loša kvaliteta ili mokra para može dovesti do smanjenog prijenosa topline i korozije u sustavu. Zauzvrat, ovi problemi mogu utjecati na procese, pa čak i oštetiti opremu što rezultira kvarenjem proizvoda, zastojima postrojenja i skupim popravcima.
Naš asortiman cjedila, separatora i filtara dizajniran je za zaštitu od ovih problema kondicioniranjem vaše opskrbe parom, uklanjanjem čestica vode i filtriranjem ostataka poput kamenca i hrđe.
To osigurava optimalne performanse sustava pare, poboljšavajući ukupnu produktivnost postrojenja i u konačnici dovodi do uštede energije i troškova.

Separatori (odvajači vodenih kapljica)

Mokra para je para koja sadrži određeni stupanj vode i jedna je od glavnih briga u svakom parnom sustavu. Može smanjiti produktivnost postrojenja i kvalitetu proizvoda, te može uzrokovati štetu na većini predmeta postrojenja i opreme. Iako pažljiva drenaža i odvajanje kondenzta mogu ukloniti većinu vode, neće se nositi s kapljicama vode suspendiranim u pari. Za uklanjanje ovih suspendiranih kapljica vode, separatori se ugrađuju u parne cjevovode.
Para proizvedena u kotlu dizajniranom za stvaranje zasićene pare je inherentno mokra. Iako će udio suhoće varirati ovisno o vrsti kotla, većina parnih kotlova s ljuskom proizvodit će paru s udjelom suhoće između 95 i 98%. Udio vode u pari koju proizvodi kotao dodatno se povećava ako dođe do punjenja i prenošenja.
Uvijek postoji određeni stupanj gubitka topline iz razvodne cijevi, što uzrokuje kondenzaciju pare. Molekule kondenzirane vode će na kraju gravitirati prema dnu cijevi stvarajući film vode. Para koja struji preko ove vode može podići valove koje se mogu nagomilati u valove. Vrhovi valova imaju tendenciju da se odlome, bacajući kapljice kondenzata u tok pare.

Prisutnost vode u pari može uzrokovati niz problema:

- Kako je voda iznimno učinkovita prepreka prijenosu topline, njezina prisutnost može smanjiti produktivnost postrojenja i kvalitetu proizvoda. To se može vidjeti na slici 1.1, koja prikazuje profil temperature preko tipične površine za izmjenu topline.



Slika 1.1. - Temperaturni profil na površini izmjenjivača topline

- Kapljice vode koje putuju velikom brzinom pare će erodirati sjedišta ventila i spojeve, stanje poznato kao izvlačenje žice. Kapljice vode također će povećati količinu korozije.
- Povećano stvaranje kamenca na cijevima i grijaćim površinama od nečistoća koje se prenose u kapljicama vode.
- Nepravilan rad regulacijskih ventila i mjerača protoka.
- Kvar ventila i mjerača protoka zbog brzog trošenja ili vodenog udara.

Mokra para može uzrokovati niz problema u sustavu uključujući smanjenje učinkovitosti prijenosa topline, povećanu eroziju i moguću koroziju.
Uvučena voda koja teče kroz regulacijske ventile, mjerače protoka i rotirajuću ili klipnu opremu, značajno utječe na performanse i na kraju može dovesti do neučinkovitog sustava i zastoja postrojenja.
Primarna svrha separatora je uklanjanje vode koja može biti suspendirana u dovodu pare. Ugradnja separatora na ključnim točkama oko sustava pomaže da para ostane suha. To omogućuje da vitalna oprema radi što je moguće produktivnije i pomaže u održavanju optimalnih uvjeta u cijelom sustavu.
Uz širok raspon materijala i veličina, imamo separator za gotovo svaku primjenu ili proces. Njihovi veliki unutarnji volumeni omogućuju izvrsno odvajanje vlage i vrlo nizak pad tlaka. Naši separatori dostupni su u dvije vrste:

1) Dostupni u lijevanom i SG duktilno lijevanom željezu, separatori S1, S2, S3, S12 i S13 nude se za primjenu opće namjene. Dizajnirani su za jednostavnost, relativno su kompaktni, ali učinkoviti za nekritične primjene.

2) S5, S6, S7 i S8 serije su visokoučinkoviti separatori posebno dizajnirani za održavanje separacije u širokom rasponu brzina i tlakova u cjevovodu. Ovi separatori dostupni su i od ugljičnog čelika i od austenitnog nehrđajućeg čelika za specijalizirane procesne sustave. Oni također nude dodatnu prednost učinkovitog uklanjanja zraka, što dodatno poboljšava produktivnost u parnoj postrojenju.
3)

Izolacijski omotači za separatore

Izolacija igra važnu ulogu i pruža niz ključnih funkcija:

- Osigurava održavanje frakcije suhoće i učinkovitosti
- Minimizira gubitak topline
- Sigurnost - zaštita ljudi od mogućnosti ozljeda od opeklina.

Spirax Sarco asortiman izolacijskih omotača čist je (bez neurednih tehnika nanošenja), jednostavan za korištenje i otporan na vodu i vatru.

Slika 1.2. - Horizontalni separator i izolacijski omotač

Prednosti ugradnje separatora:

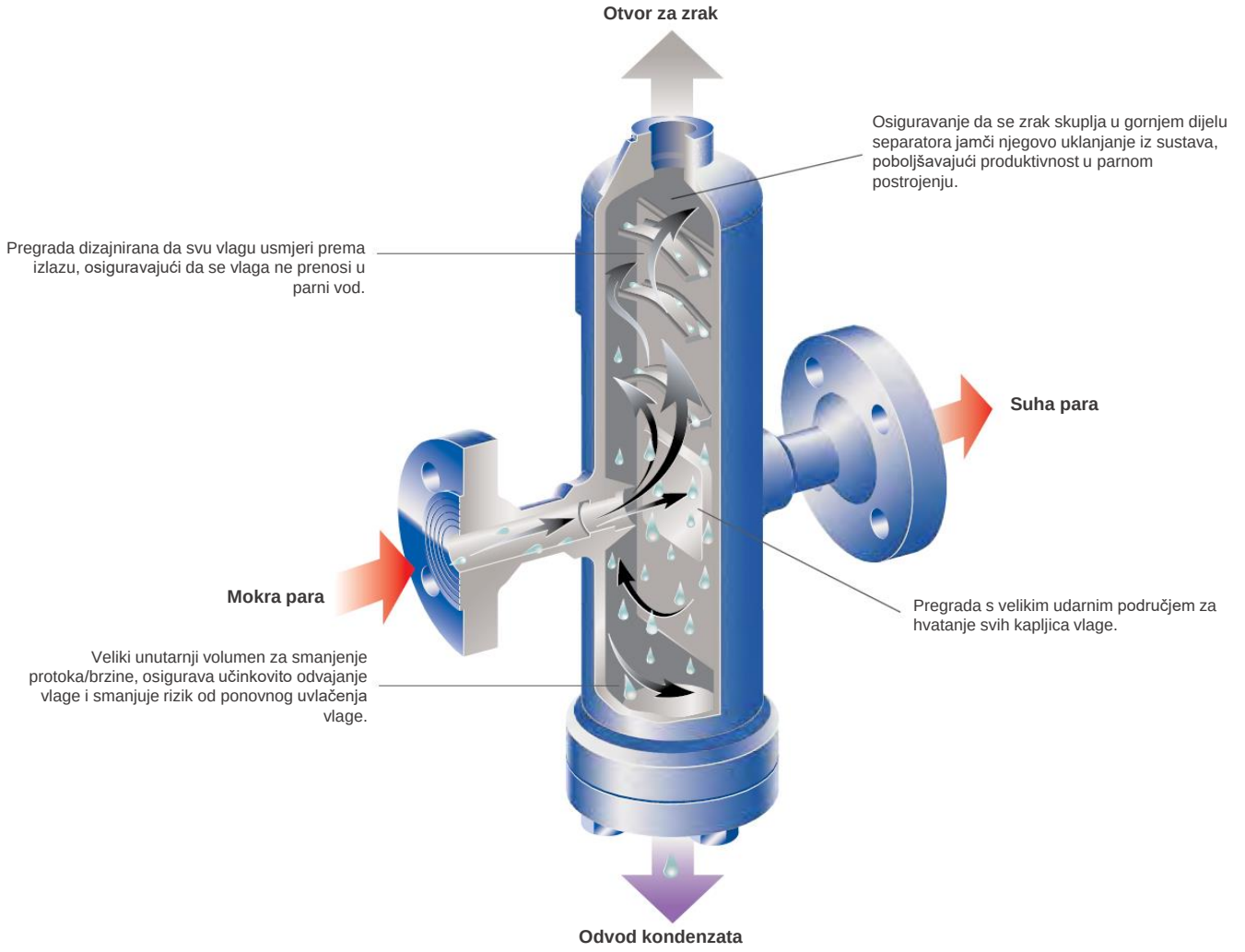
- • Poboljšava produktivnost procesnog postrojenja
- • Poboljšava kvalitetu proizvoda
- • Smanjuje troškove održavanja i zastoja
- • Šteta na opremi je minimalizirana.

Ako se separator ostavi neizoliran, on zapravo može potaknuti stvaranje kapljica vode umjesto da ih eliminira, zbog velike površine izložene okolišu. Nadalje, značajne količine toplinske energije mogu se izgubiti s površine separatora. Na primjer, izolacija separatora koji sadrži paru na 150 °C i izložen je temperaturi okoline od 15 °C, proizvest će godišnju uštedu energije od 8 600 MJ (na temelju gubitka topline samo zbog zračenja, uz pretpostavku mirovanja zraka i 8 760 sati rada godišnje). Postavljanjem izolacijskog omotača, gubitak topline može se drastično smanjiti, a ušteda energije opravdava početni trošak izolacije, u iznimno kratkom vremenu.
Treba koristiti izolacijske omote dizajnirane da stane preko određenog separatora, jer oblik separatora, osobito ako je s prirubnicom, otežava izolaciju. Standardni poklopci prirubnica ostavljaju tijelo izloženim i stoga imaju ograničen učinak na smanjenje gubitka topline.
Čak i uz najbolju izolaciju, nije moguće eliminirati sve gubitke topline iz proizvoda. Učinkovitost izolacije separatora je

obično iznad 90%. Važno je koristiti jaknu koja je dizajnirana za određeni separator; inače će se učinkovitost izolacije smanjiti. Ispravno izolirani separatori također smanjuju rizik od ozljeda od opeklina.

Tipovi separatora

Pregradni tip - A baffle or vane type separator consists of a number of baffle plates, which cause the flow to change direction a number of times as it passes through the separator body. The suspended water droplets have a greater mass and a greater inertia than the steam; thus, when there is a change in flow direction, the dry steam flows around the baffles and the water droplets collect on the baffles. Furthermore, as the separator has a large cross-sectional area, there is a resulting reduction in the speed of the fluid. This reduces the kinetic energy of the water droplets, and most of them will fall out of suspension. The condensate collects in the bottom of the separator, where it is drained away through a steam trap.

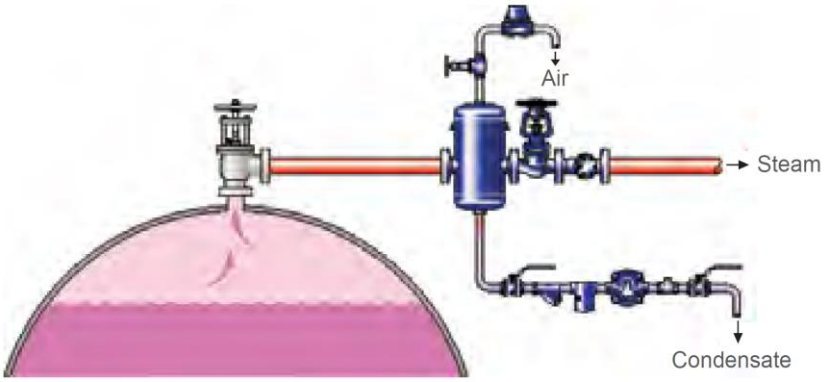


Slika 1.3. – Pregradni tip separatora

Tipične primjene separatora

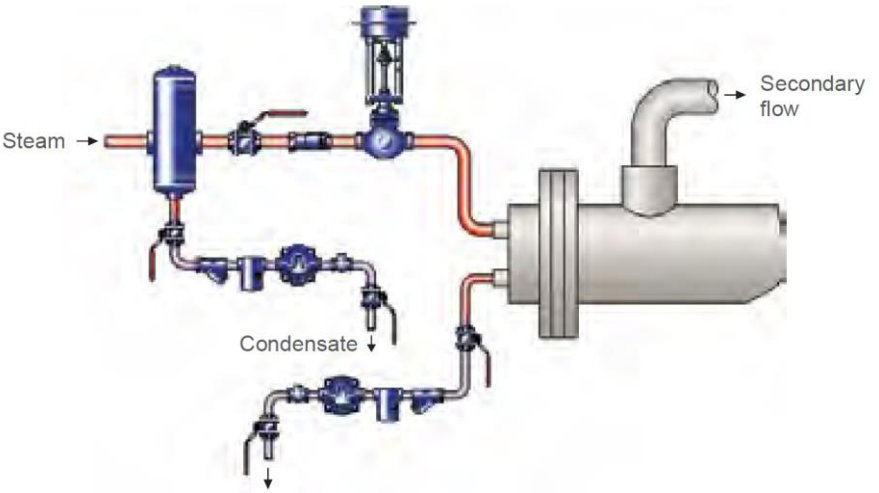
Distribucija pare

Moderni paketni kotlovi imaju ograničen prostor za paru i površine isparavanja, što može dovesti do vrlo velikih brzina povlačenja pare i proizvodnje mokre pare pod određenim okolnostima. Kada se to dogodi, prenesena voda može sadržavati nečistoće i kemikalije za obradu vode, što sve uzrokuje probleme u distribucijskom sustavu, regulacijskim ventilima i procesnom postrojenju. Pregradni separator uklanja vlagu osiguravajući dovod suhe pare za proces, dok istovremeno smanjuje stvaranje kamenca u ventilima i na površinama za prijenos topline.



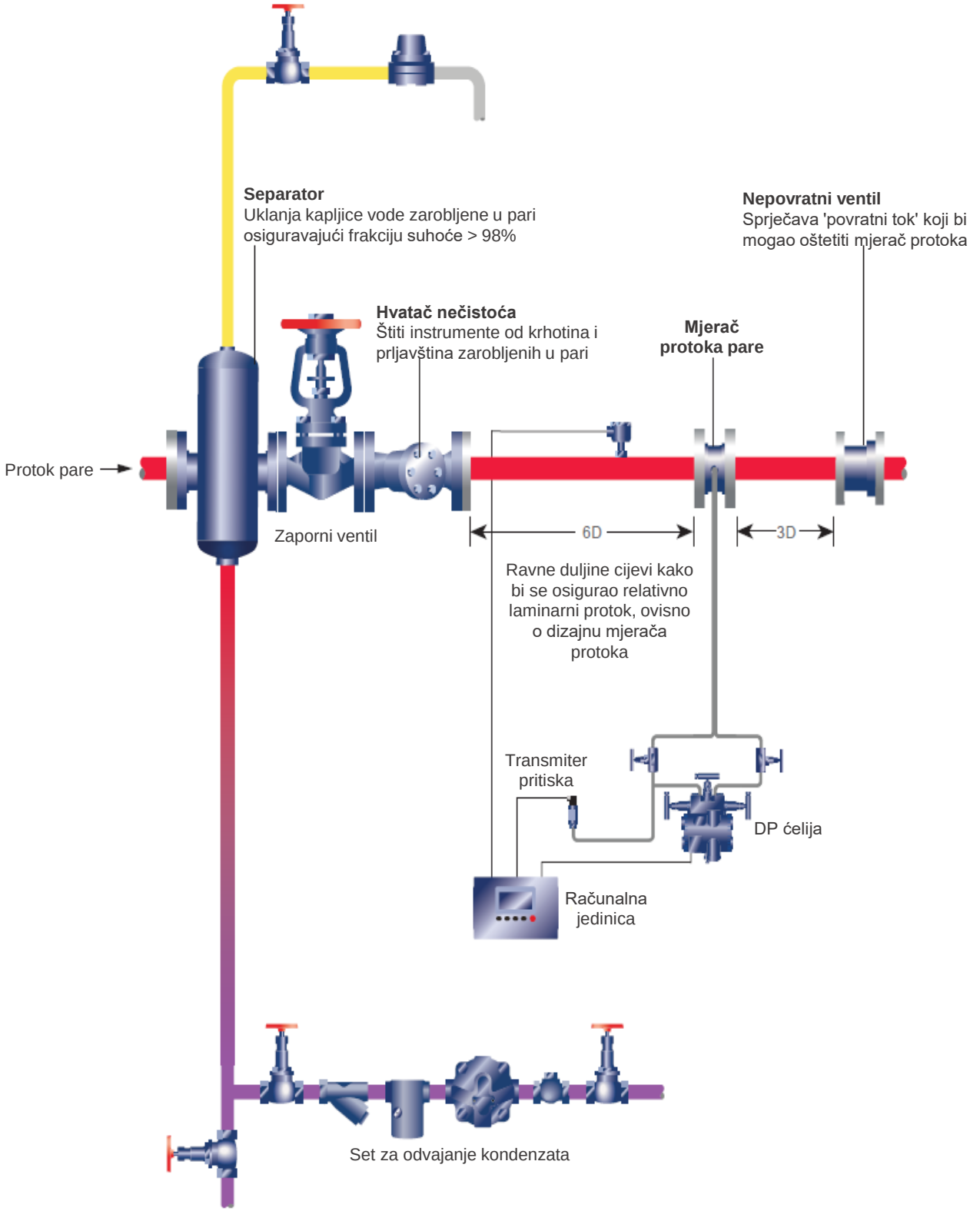
Procesi prijenosa topline i zaštita ventila

Separator kondicioniraju paru prije regulacijskog ventila, smanjujući mogućnost oštećenja ventila u uvjetima niskog opterećenja (tanki dugi rezovi), kada regulacijski konus ventila možda radi blizu svog sjedišta. To poboljšava brzinu prijenosa topline ograničavanjem filma vlage na površinama za prijenos topline.



Mjerači protoka pare

Separator uklanja višak vlage prije mjerenja protoka apre, osiguravajući da izmjerene brojke odražavaju protok suhe pare. Također smanjuje rizik od oštećenja komponenti za mjerenje.



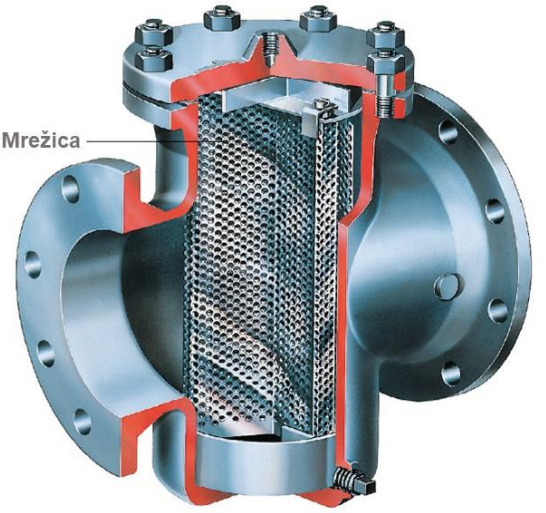
Hvatači nečistoća

Zaštita procesne opreme od nečistoća

Ostaci cjevovoda kao što su kamenac, hrđa i zavareni metali obično se nalaze u svim vrstama industrije i mogu dovesti do oštećenja opreme i povećanog održavanja. Hvatači nečistoća su dizajnirana da hvataju ove nečistoće, pomažući u zaštiti opreme i izbjegavanju nepotrebnih zastoja.
Naši hvatači nečistoća su lagani za smanjenje opterećenja na cjevovodima, ali i dalje robusni. Dostupni u širokom rasponu materijala i veličina, njihov dizajn velikog kapaciteta i velika područja za prosijavanje pružaju maksimalnu učinkovitost uz niski pad tlaka. Hvatači nečistoća se mogu postaviti na sustave tekućine ili pare/plina. Kada se ugradi u vodoravni vod na sustavu pare/plina, džep za cjedilo treba biti u vodoravnoj ravnini. Na tekućim sustavima, cjedilo treba biti usmjereno prema dolje.

Kako tržište postaje sve konkurentnije, veći je naglasak stavljen na smanjenje vremena zastoja postrojenja i održavanja. U sustavima pare i kondenzata, oštećenja na postrojenju često su uzrokovana ostacima cjevovoda kao što su kamenac, hrđa, spojevi, metal zavarivanja i druge krute tvari, koje mogu pronaći svoj put u cjevovodni sustav. Hvatači nečistoća su uređaji koji zaustavljaju te krute tvari u tekućinama ili plinovima koji teče i štite opremu od njihovih štetnih učinaka, čime se smanjuju zastoji i održavanje. Uzvodno od svakog odvajača kondenzata, mjerača protoka i regulacijskog ventila, treba postaviti hvatač nečistoća.
Hvatači nečistoća se mogu klasificirati u dvije glavne vrste prema njihovoj konfiguraciji tijela; naime Y-tip i tip košare. Tipični primjeri ovih tipova cjedila mogu se vidjeti na slici 1.4.

Hvatač nečistoća Y-tipa



Hvatač nečistoća tipa košare

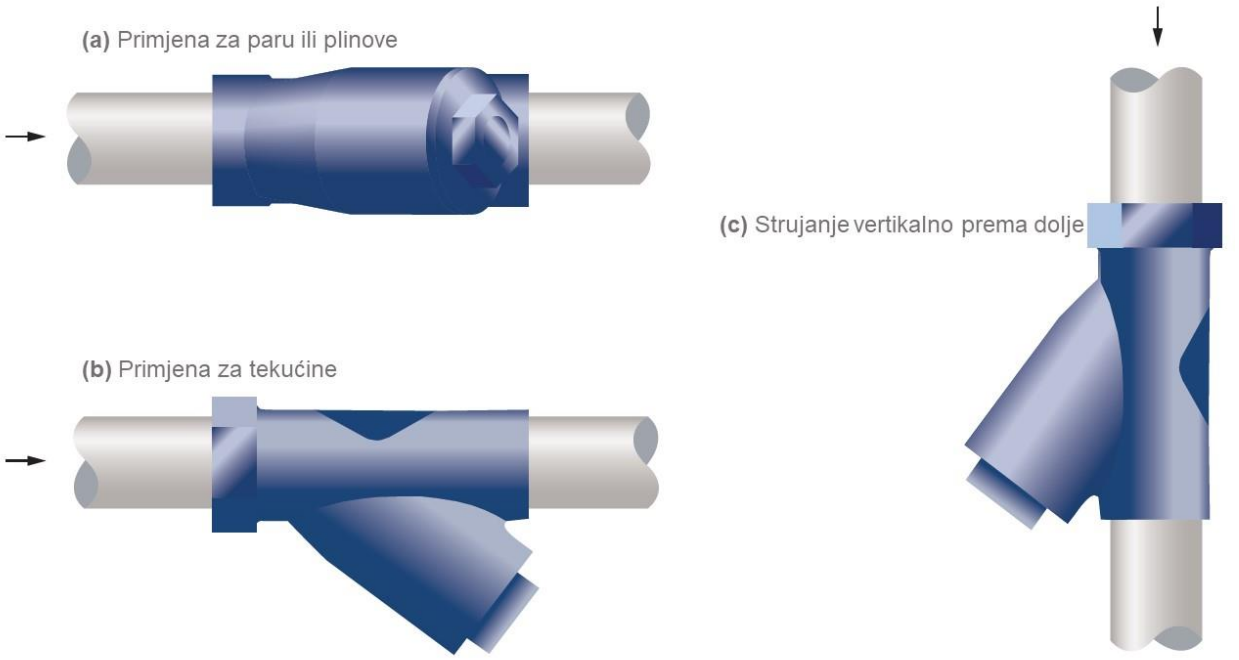
Slika 1.4. – Tipični hvatači nečistoća

Hvatač nečistoća Y-tip

Za paru, hvatač nečistoća Y-tipa je uobičajeni standard i gotovo se univerzalno koristi. Tijelo mu je kompaktnog cilindričnog oblika koji je vrlo jak i može podnijeti visoke pritiske. To je doslovno posuda pod tlakom, a nije rijetkost da hvatači nečistoća Y tipa mogu podnijeti pritiske do 400 bara g. Upotreba hvatača nečistoća pri tim tlakovima je međutim komplicirana zbog visokih temperatura povezanih s parom pri tom tlaku; a zatim se moraju koristiti egzotični materijali kao što je krom-molibden čelik.
Iako postoje iznimke, veličina za veličinu, hvatači nečistoća tipa Y imaju manji kapacitet zadržavanja prljavštine od košara, što znači da zahtijevaju češće čišćenje. Na parnim sustavima to općenito nije problem, osim gdje je prisutna visoka razina hrđe ili odmah nakon puštanja u rad kada se mogu uvesti velike količine krhotina. Na primjenama gdje se očekuju značajne količine krhotina, ventil za ispuhivanje se obično može ugraditi u poklopac hvatača nečistoća, koji omogućuje da hvatač nečistoća koristi tlak pare koju treba očistiti, a da pritom ne mora zatvoriti postrojenje.
Hvatači nečistoća tipa Y u vodoravnim parovodima ili plinovodima trebaju biti ugrađena tako da džep bude u vodoravnoj ravnini (slika 1.5.(a)). To zaustavlja skupljanje vode u džepu, čime se sprječava prijenos kapljica vode, što može uzrokovati eroziju i utjecati na proces prijenosa topline.
Na tekućim sustavima, međutim, džep bi trebao biti usmjeren okomito prema dolje (slika 1.5.(b)), to osigurava da se uklonjeni ostaci ne povlače natrag u uzvodni cjevovod tijekom uvjeta niskog protoka.

Iako je preporučljivo ugraditi hvatači nečistoća u horizontalne vodove, to nije uvijek moguće, a mogu se ugraditi i u okomite cjevovode ako je protok prema dolje, u kojem slučaju se krhotine prirodno usmjeravaju u džep (slika 1.5.(c)). Ugradnja nije moguća s protokom prema gore, jer bi se cjedilo moralo postaviti tako da otvor džepa bude usmjeren prema

dolje i krhotine bi padale natrag niz cijev.



Slika 1.5. – Ispravna orijentacija hvatača nečistoća

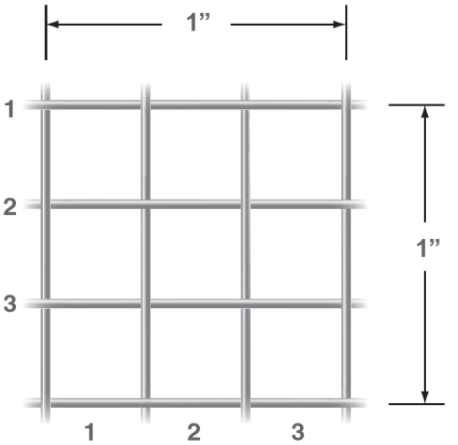
Sito hvatača nečistoća

Postoje dvije vrste sita koje se koriste u cjedilima:

- **Perforirana sita** - Oni se formiraju bušenjem velikog broja rupa u ravnoj limenoj ploči potrebnog materijala pomoću višestruke bušilice. Potom se perforirani lim smota u cijev i točkasto zavaruje.
  To su relativno gruba sita i veličine rupa se obično kreću od 0,8 mm do 3,2 mm.
  Slijedom toga, perforirani zasloni prikladni su samo za uklanjanje općenitih ostataka cijevi.

- **Mrežasta sita** - Fina žica se oblikuje u mrežu ili mrežasti raspored. To se tada obično slojevito nanosi preko perforiranog sita, koji djeluje kao potporni kavez za mrežu.
  Korištenjem mrežastog sita moguće je proizvesti puno manje cijele veličine nego kod perforiranih sita. Dostižne su veličine rupa od čak 0,07 mm. Nakon toga se koriste za uklanjanje manjih čestica, koje bi inače prošle kroz perforirano sito. Mrežasti zasloni obično su specificirani u terminima "mreža"; koji predstavlja broj otvora po linearnom inču sita, mjereno od središnje linije žice. Slika 1.6. prikazuje sito s 3 mreže.

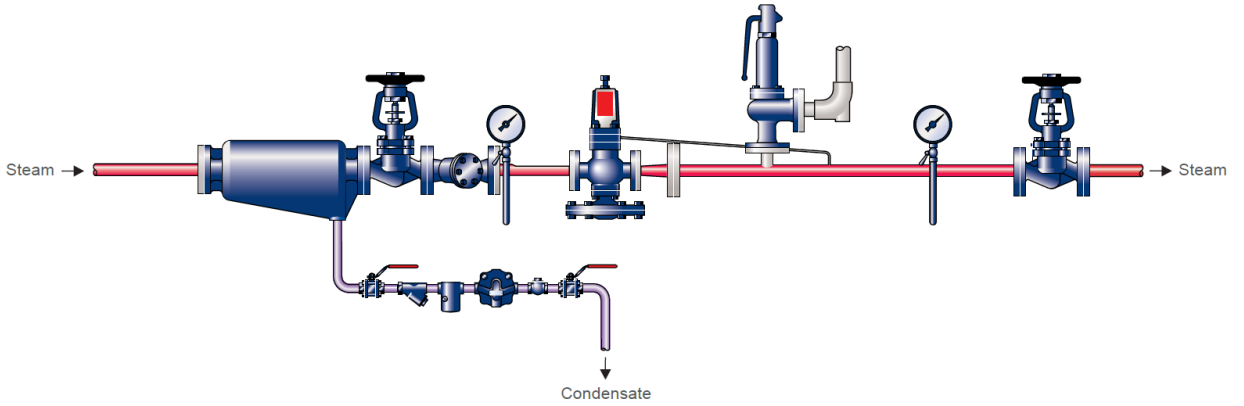
Odgovarajuća veličina rupe u mrežastom situ se određuje iz poznavanja promjera žice i veličine mreže; obično ga navodi proizvođač. Maksimalna veličina čestica koja će biti dopuštena proći kroz zaslon može se odrediti pomoću geometrije. Ako je, na primjer, specificirano sito od 200 mesh i specifikacije proizvođača navode da je veličina rupe 0,076 mm, tada se maksimalna veličina čestica koja će proći kroz sito može se pronaći pomoću Pitagorinog teorema:



Slika 1.6. - Primjer sita s 3 mreže

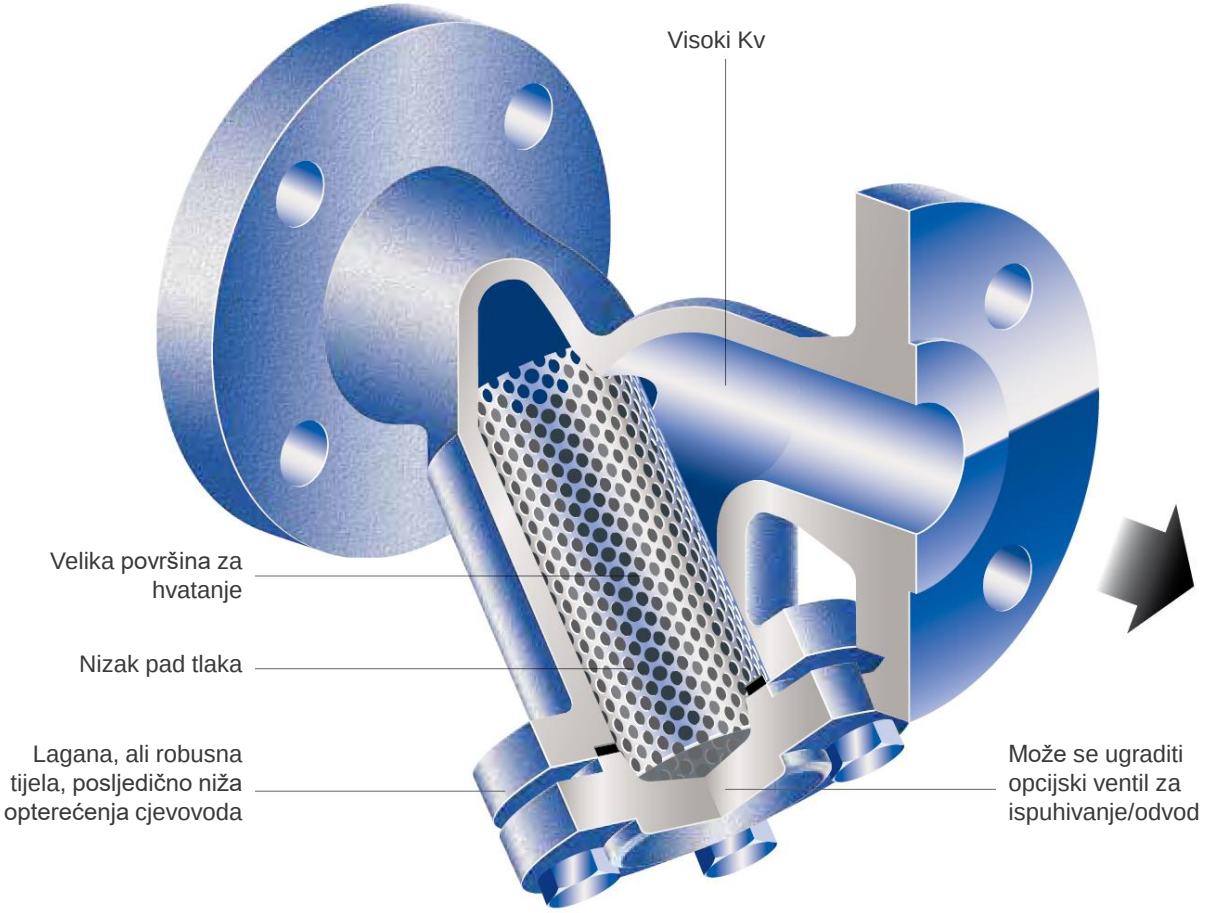
Tipična primjena

Hvatač nečistoća postavljen uzvodno od stanice s redukcijskim ventilom.



Prednosti ugradnje hvatača nečistoća:

- • Zaštita postrojenja dopuštajući opremi da radi ispravno, osiguravajući bezbrižnost
- • Smanjuje troškove održavanja i zastoja
- • Produljen vijek trajanja opreme jer je šteta od neželjenih krutina svedena na minimum.



Bridova para (sekundarna para)

Pojam "flash steam" ili bridova para ili sekudnarna para ili otparak, tradicionalno se koristi za opisivanje pare koja izlazi iz otvora za prijam kondenzata i otvorenih vodova za ispuštanje kondenzata iz odvajača kondenzata. Kako se para može formirati iz vode bez dodavanja topline?
Bridova para nastaje kad god se voda pod visokim tlakom (i temperatura viša od temperature zasićenja niskotlačne tekućine) pusti da padne na niži tlak. Suprotno tome, ako je temperatura vode pod visokim tlakom niža od temperature zasićenja pri nižem tlaku, ne može se formirati bridova para. U slučaju da kondenzat prolazi kroz odvajač kondenzata, obično je slučaj da je uzvodna temperatura dovoljno visoka da nastane bridova para. Vidi sliku 2.1.

Slika 2.1. - Bridova para nastala jer $T_1 > T_2$

Uzmimo kilogram kondenzata pri 5 bara g i temperaturi zasićenja od 159 °C koji prolazi kroz odvajač kodenzata do nižeg tlaka od 0 bara g. Količina energije u jednom kilogramu kondenzata pri temperaturi zasićenja pri 5 bara g iznosi 671 kJ. U skladu s prvim zakonom termodinamike, količina energije sadržana u tekućini na niskotlačnoj strani odvajača kodenzata mora biti jednaka onoj na visokotlačnoj strani i predstavlja princip očuvanja energije.

Posljedično, toplina sadržana u jednom kilogramu niskotlačne tekućine također iznosi 671 kJ. Međutim, voda pri 0 bara g može sadržavati samo 419 kJ topline, nakon čega se čini da postoji neravnoteža topline na strani niskog tlaka od 671 – 419 = 252 kJ, što bi, u smislu vode, moglo biti smatra se suvišnom toplinom.

Taj višak topline proklju̇ča dio kondenzata u ono što je poznato kao bridova para, a proces ključanja se naziva otparavanje pare. Stoga, jedan kilogram kondenzata koji je postojao kao jedan kilogram tekuće vode na strani visokog tlaka parne sifone sada djelomično postoji i kao voda i kao para na strani niskog tlaka.

Količina bridove pare proizvedene pri konačnom tlaku (P2) može se odrediti pomoću jednadžbe 2.1:

$$\textbf{Udio bridove pare} = \frac{(\mathbf{h_f\ pri\ P_1}) - (\mathbf{h_f\ pri\ P_2})}{\mathbf{h_{fg}\ pri\ P_2}}$$

Gdje:
P_1 = Početni tlak
P_2 = Konačni tlak
h_f = entalpija tekućine (kJ/kg)
h_{fg} = entalpija isparavanja (kJ/kg)

Primjer 2.1. - Slučaj kada je temperatura kondenzata visokog tlaka viša od temperature zasićenja niskog tlaka.

Razmotrimo količinu vode pod tlakom od 12 bar g, koja sadrži 815 kJ/kg toplinske energije pri temperaturi zasićenja od 192 °C. Kada bi se tlak tada smanjio na atmosferski tlak (0 bar g), voda bi mogla postojati samo na 100 °C i sadržavati 419 kJ/kg toplinske energije. Ova razlika od 815 - 419 = 396 kJ/kg toplinske energije, tada bi proizvela bridovu paru pri atmosferskom tlaku.

Stoga je:

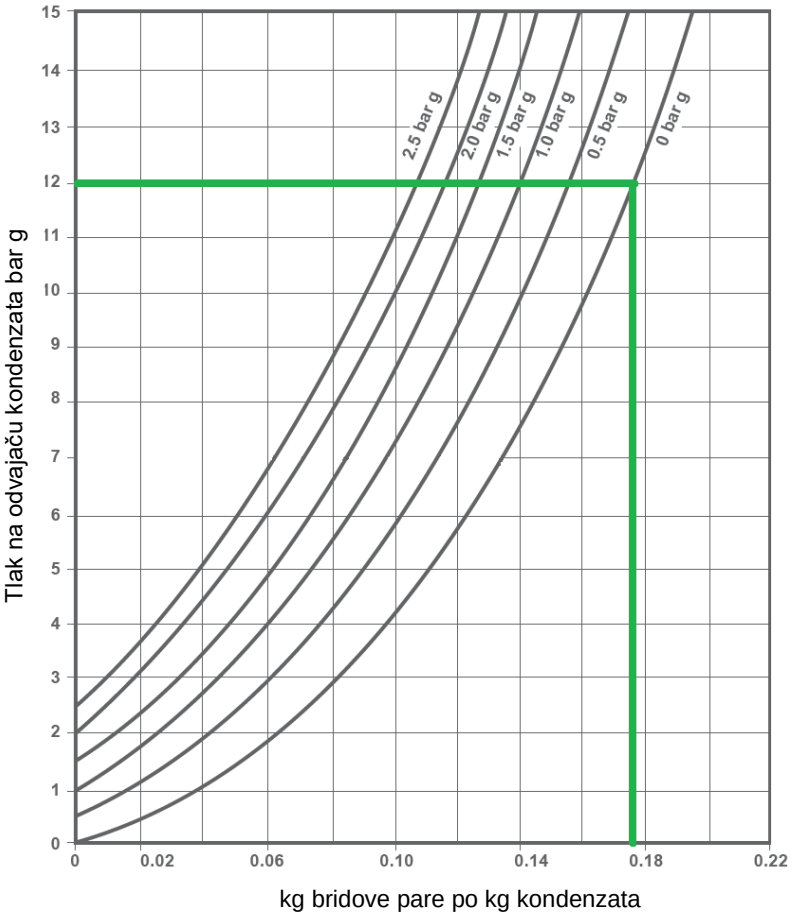
$$\textbf{Proizvedeno bridove pare} = \frac{815 - 419}{2257}$$

Ukupno bridove pare = 0.176 kg pare/kg vode (ili 17.6 %)

Udio proizvedene bridove pare može se smatrati omjerom viška energije i entalpije isparavanja pri konačnom tlaku.

Bridova para se oslobađa iz vrućeg kondenzata kada se njegov tlak smanji. Čak bi i voda na sobnoj temperaturi od 20 °C ključala ako bi se njezin tlak dovoljno spustio. Možda je vrijedno napomenuti da će voda na 170 °C ključati pri svakom tlaku ispod 6,9 bara g. Para koja se oslobađa procesom otparavanja jednako je korisna kao i para koja se oslobađa iz parnog kotla.
Na primjer, kada se para uzima iz kotla i tlak u kotlu padne, dio sadržaja vode u kotlu će otparavati kako bi nadopunio 'živu' paru proizvedenu toplinom iz kotlovskog goriva. Budući da se obje vrste pare proizvode u kotlu, nemoguće ih je razlikovati. Samo kada se otparavanje odvija pri relativno niskom tlaku, kao što je na izlaznoj strani odvajača kodenzata, široko se koristi izraz bridova para. Nažalost, ova upotreba dovela je do pogrešnog zaključka da je bridova para na neki način manje vrijedna od takozvane 'žive' pare.
U bilo kojem parnom sustavu, koji želi maksimizirati učinkovitost postrojenja, bridova para će se odvojiti od kondenzata i koristiti kao dopuna bilo kojoj primjeni niskotlačnog grijanja. Svaki kilogram pare koji se koristi na ovaj način je kilogram pare koju ne mora dovoditi kotao. To je također kilogram pare koja se ne ispušta u atmosferu, odakle bi se inače gubila.
Razlozi iskorištenja i tj. rekuperacije bridove pare jednako su uvjerljivi, i ekonomski i ekološki, kao i razlozi za prikupljanje kondenzata.

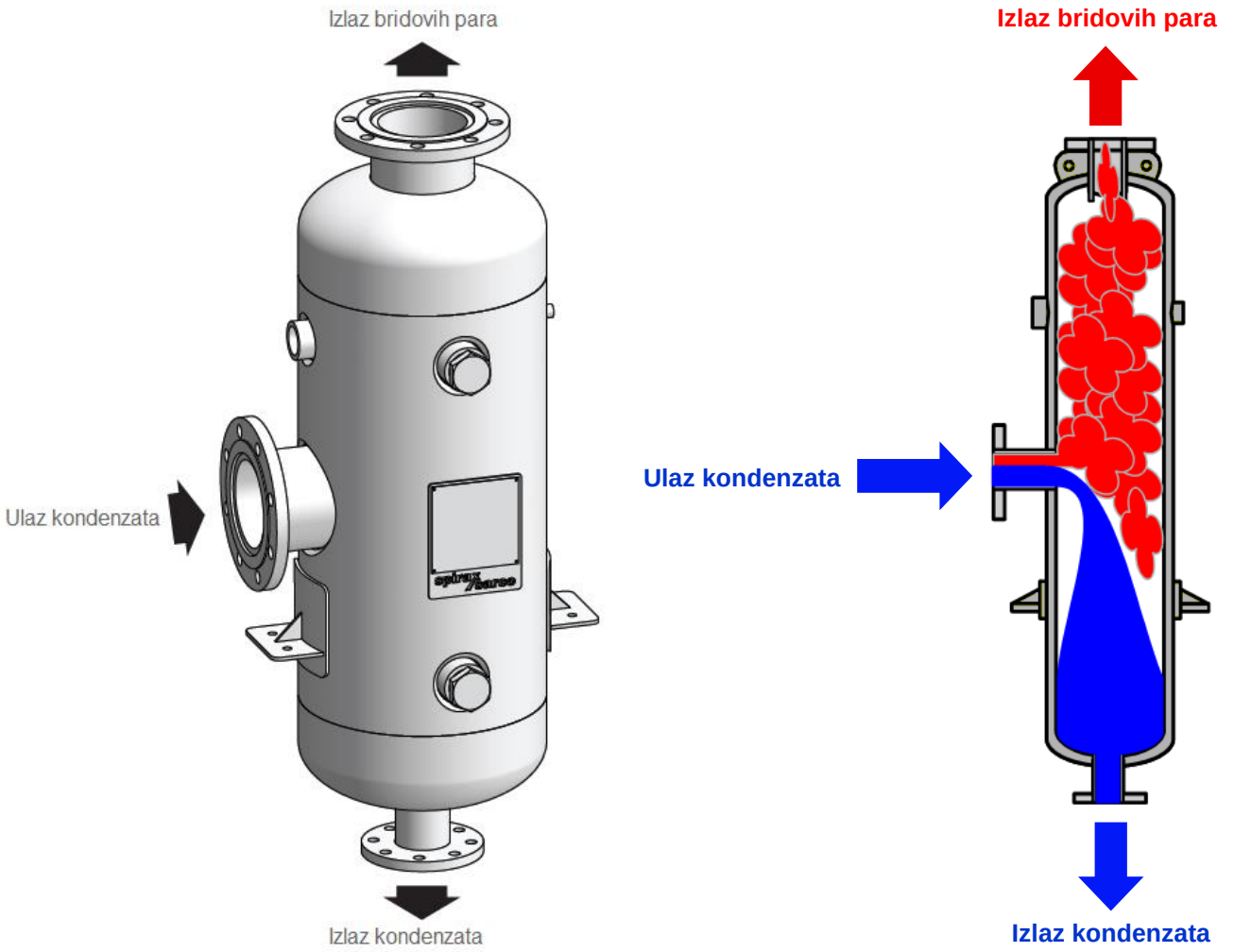
Primjer prikazan na slici 2.2. pokazuje da se proizvede 0,176 kg bridove pare po kg kondenzata koji prolazi kroz odvajač kodenzata.



Posuda za povrat bridove pare (ekspander)

Ekspanderske posude se koriste za odvajanje bridovih para i dizajnirane su i proizvedene u skladu s Direktivom o tlačnoj opremi (PED).

Nakon što kondenzat i bridova para uđu u ekspander, kondenzat gravitacijom pada na podnožje posude, odakle se odvodi preko odvajača kodenzata sa plovkom, obično u ventilirani prijemnik odakle se može pumpati. Bridova para u posudi se odvodi od vrha posude do odgovarajuću opreme za paru niskog tlaka.



Slika 3.1. - Tipični ekspander konstruiran prema europskim standardima

Opis:
Spirax Sarco FV ekspander je dizajnirana i izrađena prema ASME VIII DIV 1 2004 + ADD06. Dizajn je sa slobodnim dreniranjem, što je bitno u primjenama za ispuhivanje kotla.

Aplikacije:
Ove posude su posebno prikladne za iskorištenje viška energije iz odsoljavanja iz kotlovskih sustava, kod kojih je učinkovito odvajanje bridovih para od odsoljavanj bitno kako bi se spriječila kontaminacija napojnog spremnika kotla i/ili površina za prijenos topline. Spirax Sarco ekspanderi jednako su prikladne za primjene kondenzirane pare.

Glavne značajke:
- Projektirano i izrađeno u skladu s europskim propisima o tlačnoj opremi 2014/68/EU.
- Niska brzina odvajanja za proizvodnju suše pare.
- Slobodno pražnjenje.

Pronalaženje mogućnosti za ponovnu upotrebu bridove pare

Prednosti obnavljanja bridovih para

S obzirom na to da para ima energetski sadržaj i također predstavlja izgubljenu vodu, jednostavan izračun može istaknuti značajne uštede. U prosjeku, oko 10% mase vode koja se koristi u procesu gubi se kroz isparavanje. Nadalje, s latentnom toplinom potrebnom za pretvaranje vode u paru, više od 50% energije kondenzata može se izgubiti na bljeskajuću paru.

***** To znači da se mnogo veći udio preostale energije u kondenzatu gubi kroz bridovu paru u usporedbi s masom kondenzata koji se ispušta u procesu.

Kada proizvođač hrane razmišlja o povratu isparene pare, inženjer će procijeniti i razumjeti procese proizvođača kako bi locirao gdje bi se ta rezervna energija – kao što bi trebalo uzeti u obzir – mogla optimizirati u proizvodnom procesu. Oni će

moći identificirati sinergije između dostupnosti bridove pare i energetskih potreba oko postrojenja. To zahtijeva primjenu ispravnih tehnologija kako bi se maksimalno povećala njegova ponovna upotreba. Uz proizvodnju hrane koja zahtijeva veliku količinu tople vode, to može pružiti idealan 'hladnjak' za većinu proizvođača!

Iako je bridova para neizbježna, postoje jasne prednosti za njen oporavak. Kako bi maksimalno povećali proces recikliranja, proizvođači moraju biti jasni o tome gdje se u sustavu pojavljuju gubici, razumjeti korake koje mogu poduzeti da kontroliraju sve neizbježne gubitke i identificirati gdje se u sustavu bridova para može najbolje ponovno upotrijebiti za postizanje najbržeg povrata na ulaganje!

Isparenja bridove pare koji su ponekad vidljivi u pogonima za proizvodnju hrane i pića mogu značiti dobre vijesti za proizvođače. Energija koja izlazi iz ovih isparenja može se uhvatiti i učinkovito reciklirati u proizvodni proces kako bi se postigle značajne uštede energije i vode.

***** *Dok se samo 10% vodene mase (kondenzata) koja se ispušta iz odvajača kondenzata gubi kao isparavanje, energija potrebna za postizanje faze promjene od kondenzata do bridove pare predstavlja značajno veći udio ukupnog dostupnog energetskog sadržaja. U ovom slučaju, 10% izgubljene vodene mase može sadržavati preko 50% ukupne energije dostupne u kondenzatu – što ga čini vrijednim fokusom za hvatanje i recikliranje u sustav!*

Ključne točke:

- Bridova para je nezaobilazan nusproizvod nekih proizvodnih procesa. Nastaje kada se kondenzat ispušta kroz odvajače kondenzata s višeg na niži tlak.
- Proizvođači bi u početku trebali poduzeti korake kako bi utvrdili gdje se mogu kontrolirati gubici pare i može li se bilo kakav gubitak izbjeći održavanjem, npr. odvajača kondenzata.
- Nakon što se eliminiraju gubici koji se mogu kontrolirati, proizvođači mogu razmotriti poduzimanje koraka za povrat energije, vode ili oboje.
- U prosjeku se 10% energije gubi kroz neizbježne isparenja pare, što može predstavljati značajnu uštedu ako se bridova para uhvati i ponovno koristi.
- Ako vam je potrebna pomoć u identificiranju vaših gubitaka koji se mogu kontrolirati od neizbježnih gubitaka, obratite se stručnjaku za parni sustav kako biste procijenili poboljšanja procesa koja su vam dostupna.

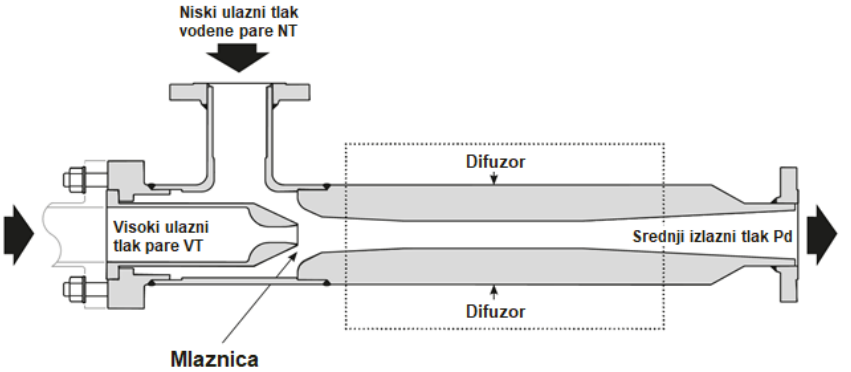
Prije poduzimanja koraka za pokušaj povrata pare, važno je da proizvođači razumiju zašto se dešava gubitak pare. Imajući ovo na umu, proizvođač mogu poduzeti korake za rješavanje gubitaka koji se mogu spriječiti i/ili odlučiti reciklirati energiju iz gubitaka koji su prirodni dio procesa proizvodnje hrane. Unutar pogona za preradu hrane, gubici pare mogu se podijeliti na gubitke koji se mogu kontrolirati i neizbježne gubitke.

Rekuperacija bridovih para pomoću termokompresora

Parnomlazni Termokompresori

Spirax Sarco paromlazni termokompresori su uređaji za uštedu energije koji komprimiraju paru niskog tlaka, često otpadnu (bridovu ili sekundarnu) paru, do većeg korisnog tlaka koji se može reciklirati natrag u proces.

Kako radi parni mlazni termokompresor:



Termokompresor s parnim mlazom SJT vrsta je ejektora (izbacivača) koji koristi visokotlačnu (VT) paru za uvlačenje vodene pare niskog tlaka (NT) i ispušta se pod tlakom (Pd) koji leži negdje između tlaka VT i NT.
Pokretna para visokog pritiska ulazi u Termokompresor s parnim mlazom SJT i prolazi kroz mlaznicu gdje se energija pare pod visokim tlakom pretvara u kinetičku energiju. Napuštanjem mlaznice velikom brzinom, para ulazi u usisnu komoru gdje dolazi u kontakt sa usisnom strujom pare. Tada dolazi do izmjene impulsa između pokretačkih i usisnih strujanja, što rezultira ubrzanjem usisnih para, što dovodi do njihovog naknadnog slijeđenja. Ujednačena smjesa rezultira u najužem dijelu difuzora (koji se naziva grlo) i konačno dolazi do rekonverzija energije brzina u energiju tlaka u divergentnom dijelu difuzora.

Kao i svaki parni mlazni termokompresor, on ima 3 strane (2 ulazne i 1 izlazna):

a) Pokretačka (motive) ulazna parna strana vaše tehnološke pare iz vašeg postojećeg parnog sustava (para viskog tlaka);
b) Usisna (suction) ulazna strana otpadne pare (otparka) iz vašeg sustava kondenzata (para niskog tlaka);
c) Ispusna strana (discharge) mješanje para viskog i niskog tlaka, kako bi na izlazu dobili novu paru (para srednjeg tlaka).

1. Pokretačka (motive) parna ulazna strana - para viskog tlaka:

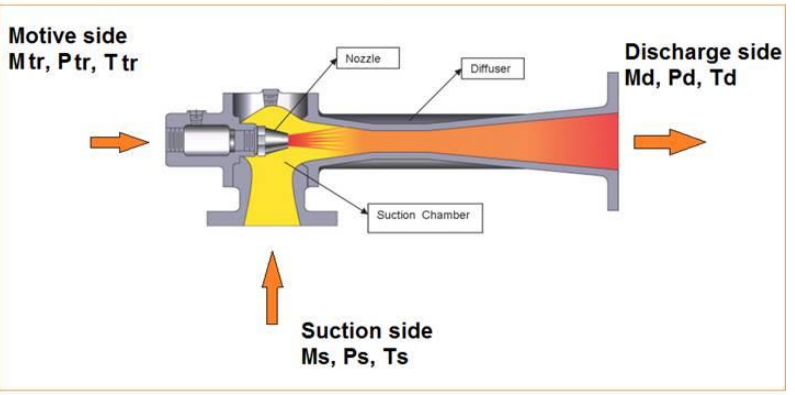
- Mtr - Maseni protok pare ulazne strane
- Ptr - Radni tlak pare ulazne strane
- Ttr - Radna temepratura pare ulazne strane

2. Usisna (suction) ulazna strana otpadne pare - para niskog tlaka:

- Ms - Maseni protok otpadne usisne pare
- Ps - Radni tlak otpadne usisne pare
- Ts - Radna temepratura otpadne usisne pare

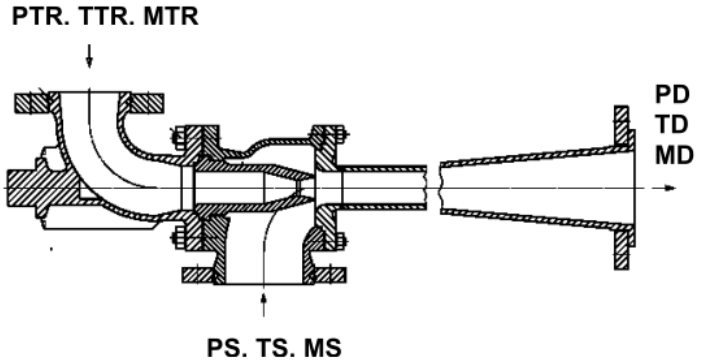
3. Ispusna strana (discharge) - para srednjeg tlaka:

- Md - Maseni protok ispusne pare
- Pd - Radni tlak ispusne pare
- Td - Radna temepratura ispusne pare

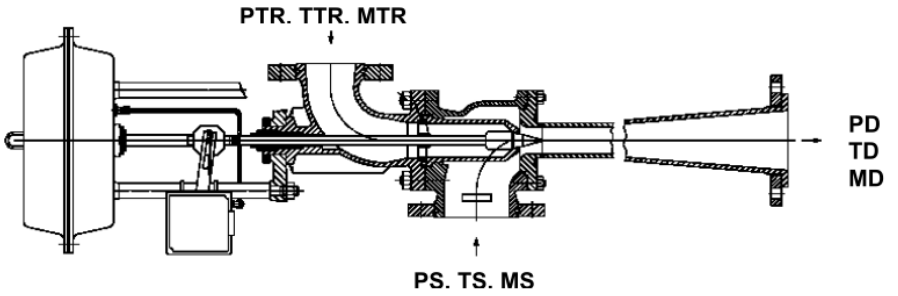


2 vrste parnih mlaznih termokompresora

1. Rigidni termokompresor (kruti – standardni tip bez regulacije)



2. Regulacisjki termokompresor (sa mogućnošću vanjske regulacije uz pomoć regulacinong organa – npr. regulacijskog ventila)



Prednosti termokompresora nad elektro-mehaničkim alternativama

- Jednostavna konstrukcija; Paromlazni termokompresori mogu se izrađivati od bilo kojih obradivih materijala radi povećane otpornosti na habanje.
- Kompaktan dizajn i relativno lagan, što omogućava naknadnu instalacije.
- Niski kapitalni troškovi i operativni troškovi.
- Nema pokretnih ili rotirajućih dijelova uz minimalno održavanje, pa se stoga uređaji mogu instalirati na udaljenim ili nepristupačnim mjestima.
- Nije potrebno specijalističko iskustvo održavanja.
- Para koja ispušta je bez ulja - nema zagađenja zbog podmazivanja.
- Pogodno za opasna područja, nisu potrebni motori u eksplozionoj (EX) izvedbi.
- Recirkulacija bez gubitka topline ili energije kroz redukcijske ventile.

Smanjite otpad kako biste povećali profit

Procesne industrije neprestano traže mogućnosti za smanjenje troškova energije optimiziranjem potrošnje energije.

Za mnoge naše kupce to znači smanjenje otpadne pare kako bi se poboljšala učinkovitost proizvodnje pare i povećala profitabilnost. Ovdje vam može pomoći naš paromlazni termokompresor (Steam Jet Thermocompressor).

Prednosti korištenja našeg parnog mlaznog termokompresora:

• Jednostavna, kompaktna i lagana konstrukcija znači da se lako ugrađuje u cjevovod i omogućuje nadzemne instalacije
• Ima niske kapitalne i operativne troškove
• Nema pokretnih ili rotirajućih dijelova
• Potrebno je minimalno održavanje, što znači da se jedinice mogu instalirati na udaljenim lokacijama.
• Pražnjenje bez ulja osigurava da nema kontaminacije podmazivanja
• Prikladno za opasna područja
• Gotovo tihi rad

Konstrukcija termokompresora

Svaka jedinica je dostupna u mnogim materijalima i dizajnirana je posebno da odgovara vašim zahtjevima procesa kako bi se osigurala maksimalna radna učinkovitost.

Svi proizvodi su u skladu sa zahtjevima Direktive o tlačnoj opremi (PED) i prema potrebi imaju oznaku CE.
Svi naši procesi dizajna i proizvodnje su zajamčena kvaliteta i certificirani prema BS EN 9001:2000.

Rekuperacija bridovih para pomoću termokompresora

U mnogim procesima nastaje mnogo pare niskog tlaka (osobito isparene pare). Istodobno se često događa da ga je nemoguće kondenzirati u izmjenjivaču topline jer nema potrošača te topline. Korištenje termokompresora omogućuje vraćanje ove pare natrag u sustav distribucije pare.

Tipična termokompresorska instalacija pretpostavlja tri tlaka: visoki tlak za pogonsku paru, nizak tlak za isparivačku paru (usisni, FV tlak) i neku međuvrijednost za ispusnu stranu. Tako se obično termokompresor ugrađuje paralelno s tradicionalnom stanicom za redukciju tlaka (vidi sliku 4.1.).

Bridove pare se odvajaju od tekuće faze u posebnim ekspanderima (Flash Vessel - FV). Veličinu ekspandera treba pravilno odabrati, posebno kada su u pitanju pumpe za odvajanje kondenzata spojene na ovu posudu. Brzo pražnjenje može uzrokovati prelijevanje poddimenzioniranog ekspandera.

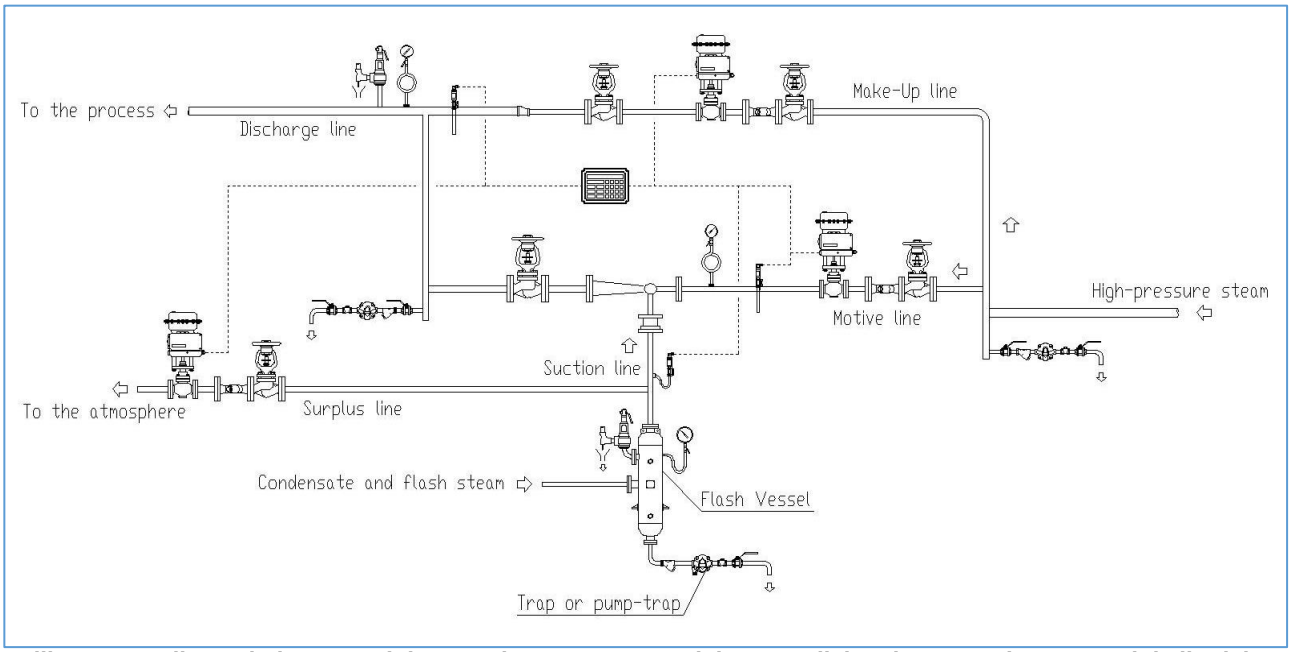
Što je veći tlak pokretanja, to je manja potrošnja pogonske pare po 1 kg isparene pare. Možemo pretpostaviti da je u prosjeku razumna razina tlaka pražnjenja 3-4 bara (para pri takvom tlaku može se koristiti u standardnim tehnološkim procesima) pa bi u ovom slučaju tlak bridove pare trebao biti na razini od 1 bara kako bi se osiguralo razumno brojke za protok pogonske pare. Nemojte uzeti u obzir termokompresor za rekuperaciju atmosferske bridove pare, osim ako postoje neki potrošači koji si mogu priuštiti recimo 0,5 - 1,0 bar g na strani pražnjenja.

Maksimalni omjer između pogonskog i usisnog tlaka (izražen u barima a) kada je vrijedno razmotriti jednostupanjski termokompresor za ugradnju, je oko 2,5. Recimo imamo li usisni tlak 1,2 bara (2,2 bara) i tlak ispuštanja 3 bara (4 bara). Tada je omjer 4/2,2 = 1,8 i to su dobri uvjeti za korištenje termokompresora.
Može se reći da su dobri uvjeti za ugradnju termokompresora takvi, da postoji velika razlika između pogonskog i ispusnog tlaka, a ne velika razlika između pogonskog i usisnog tlaka (kao na slici br. 4.2. - gdje je prikazana situacija iz stvarnog kemijskog pogona).

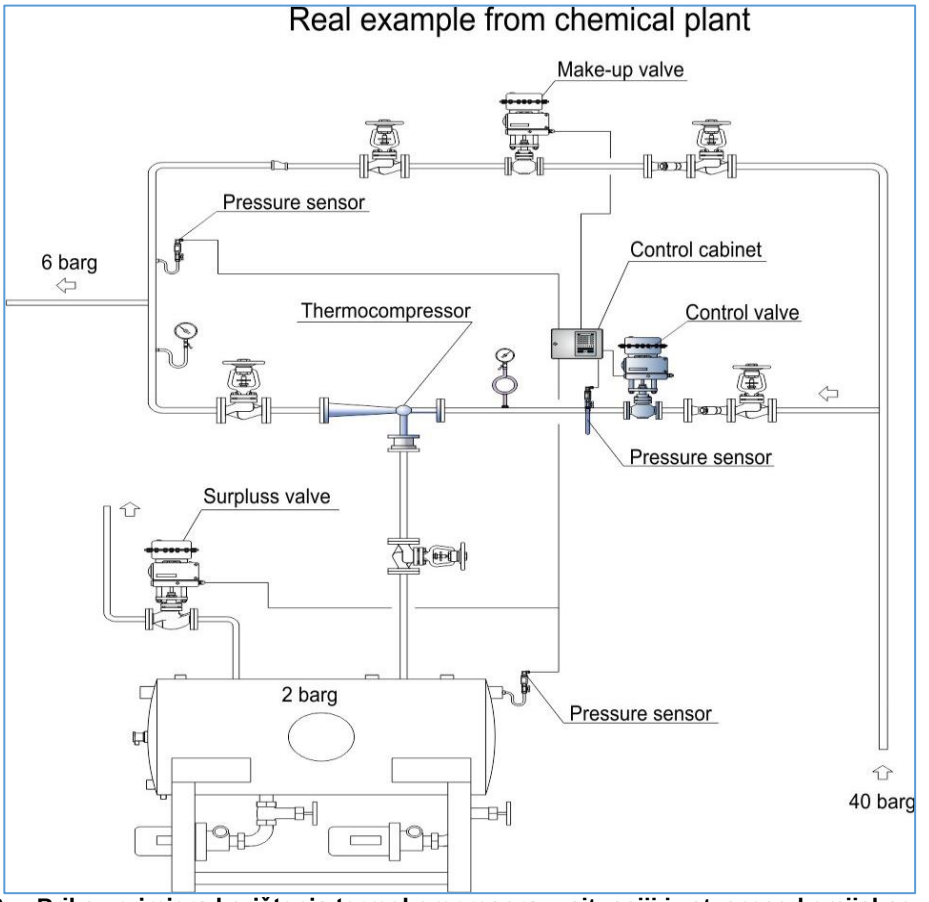
Vrlo je važno da ispusni vod bude što kraći i pravilno dimenzioniran kako ne bi nastao dodatni protutlak zbog hidrauličkih gubitaka. Čak i malo povećanje protutlaka iznad točke dimenzioniranja može značajno smanjiti kapacitet termokompresora.
Prekomjerni protok motorne pare (preko nazivnog protoka) također dovodi do smanjenja protoka usisne pare, ali nije toliko kritičan kao smanjenje protutlaka na potisnoj strani.

Treba odabrati odgovarajuću vrijednost usisnog tlaka. Mala vrijednost će povećati protok pogonske pare, dok visoka

vrijednost može dovesti do stanja zastoja zbog stvaranja dodatnog protutlaka u cjevovodu kondenzata. Posebice ovaj dodatni protutlak može utjecati na potrošače regulacije temperature. Tlak unutar ekspandera je ograničen pomoću ventila za višak tlaka.



Slika 4.1. – Prikaz primjera ugrađuje termokompresora paralelno s tradicionalnom stanicom za redukciju tlaka



Slika 4.2. – Prikaz primjera korištenja termokompresora u situaciji iz stvarnog kemijskog pogona

Zahtjevi za uspješne aplikacije iskorištenja bridovih para:

Ako se želi u potpunosti iskoristiti bridove pare, moraju biti zadovoljeni neki osnovni zahtjevi:

- Neophodno je imati stalnu opskrbu dovoljnom količinom kondenzata iz aplikacija koje rade na višim tlakovima, kako bi se osiguralo da se dovoljno bridove pare može osloboditi za ekonomski opravdano iskorištenje energije.

- Odvajači kondenzata i oprema sa koje se odvodi kondenzat, moraju pouzdano funkcionirati na zadovoljavajući način protiv protutlaka od strane sustava za otparavanje.

- Morate biti oprezni kada pokušavate iskorištenje energije bridovih para sa kondenzatom, iz opreme s reguliranom temperaturom. Pri malo manjem od punog opterećenja, tlak u prostoru pare će se sniziti djelovanjem zatvaranja ventila za reguliranje parom. Ako se tlak pare u opremi približi ili padne ispod specificiranog tlaka bridove pare, ukupna količina stvorene bridove pare bit će granična, te se mora postaviti pitanje isplati li se rekuperacije energije u ovom slučaju.

- Važno je da postoji potreba za iskorištenjem bridove par niskog tlaka koja je jednaka ili veća od proizvedene bridove pare. Svaki manjak bridove pare može se nadoknaditi ‘živom’ parom iz ventila za smanjenje tlaka. Ako opskrba bridoveom parom premašuje njezinu potražnju, stvorit će se višak tlaka u sustavu distribucije isparene pare, koji će se zatim morati odzračiti u otpad kroz ventil za višak.

- Moguće je iskoristiti isparenu paru iz kondenzata na instalaciji za grijanje prostora - ali uštede će se postići samo tijekom sezone grijanja. Kada grijanje nije potrebno, sustav oporavka postaje neučinkovit. Gdje god je to moguće, najbolji aranžman je korištenje isparene pare iz procesnog kondenzata za opskrbu procesnim opterećenjima - i isparavanje pare iz kondenzata za grijanje za opskrbu grijaćim opterećenjima. Tada je vjerojatnije da će ponuda i potražnja ostati u koraku.

- Preporučljivo je stvarno koristiti bljeskajuću paru blizu izvora visokotlačnog kondenzata. Cijevi relativno velikog promjera koriste se za paru niskog tlaka, kako bi se smanjio gubitak tlaka i brzina, što može značiti skupu instalaciju ako se parna para mora dovoditi na bilo koju udaljenost.