STRUČNI RAD • ENGINEERING PAPER UDK 664.41/661.41 BIBLID 0352-678X (2002) 18:2 p. 29–31

JEDNO KONSTRUKCIONO-TEHNOLOŠKO REŠENJE KONTINUALNE PROTOČNE CENTRIFUGE SOLI

Prof. dr Tale Geramitčioski,
Tehnički fakultet, Bitolj, Makedonija

U radu je predstavljeno originalno konstrukciono-tehnološko rešenje centrifuge za centrifugiranje soli. Centrifuga ima kontinualni režim rada, sa stalnim doturom vlažne soli bez prekida ciklusa centrifugiranja i pražnjenja. Na bazi tehnoloških zahteva, postavljeni su funkcionalni uslovi, što je značajno uticalo na konstruisanje centrifuge. Ujedno su postavljeni konstrukcioni uslovi koje je trebalo obezbediti da bi se dobila tehničko-tehnološki izdržljiva konstrukcija. Prototip centrifuge je urađen i testiran. U toku rada uočeni su neki nedostaci konstrukcionog karaktera, koji će biti otklonjeni.

Ključne reči: *industrija soli; konstrukcija; centrifuga*

ONE CONSTRUCTION AND TECHNOLOGICAL SOLUTION OF CONTINUAL FLOWING SALT CENTRIFUGE

One original construction and technological solution of the salt centrifuge has been reviewed in the article. The centrifuge has continual operation mode, with continual supply of the moist salt and without interruption of centrifuge cycle. The functional conditions have been set, on the basis of technological needs and this significantly influenced on construction conditions have been set, that would provide technical and technological durable construction. The prototype of centrifuge has been done and tested. Some shortages of construction character, that have been observed during operation, will be eliminated.

Ključne reči: *salt industry; construction; centrifuge*

Uvod

Prerada soli je proces koji se sastoji od tri osnovne operacije: pranja soli, odstranjivanja vlage do 5% (centrifugiranjem) i sušenja. Propratne operacije su: separiranje po granulacijama, transportovanje, jodiranje i pakovanje soli. Iako su ove operacije povezane nekim logičkim redosledom, sa tehnološkog aspekta one imaju potpuno različite ciljeve:

- pranjem soli eliminišu se nečistoće putem ispiranja, tj. vrši se odstranjivanje čestica, koje ne spadaju u sastav kristala soli;
- centrifugiranjem i kasnije sušenjem soli, vrši se odstranjivanje vlage, sa ciljem da se dobije finalni produkat, kojim se lako manipuliše i koji se lako pakuje i čuva u takvom pakovanju.

Čistoća soli i veličina zrna (kristala) glavni su parametri kojim se procenjuje kvalitet prerađene soli, a time se definiše cena ovog proizvoda neophodnog ne samo u prehrani čoveka, već i u pojedinim granama industrije, kao što su industrija boja i lakova, farmaceutska, kozmetička, kožarska industrija, itd.

U procesu prerade soli, veoma je važno da se izvrši procena optimalnih parametara procesa, sa aspekta cene proizvodnje i proizvoda i kvaliteta soli, kao i da se izvrši njihov optimalni izbor, da bi se povećala efektivnost proizvodnje. Sa tehnološkog aspekta, so je dosta nezgodan proizvod za preradu, zbog svojih osobina:

- ima veliku higroskopnost, tj. lako spajanje kristala soli sa vodom otežava kretanje zrna i prouzrukuje lepljenje za površine sa kojim dolazi u kontakt;
- velika mu je rastvorljivost u vodi, što prouzrukuje gubljenje soli u procesu ispiranja;
- ima korozivan i abrazivan uticaj na materijale od kojih je izvedena tehnološka oprema.

Na sl. 1 je prikazan šematski proces prerade soli u skladu sa evropskim standardima prerade. U sud 1 dolazi sirova so, koja u sastavu ima veliki procenat nečistoća – čvrste čestice. U sudu 1 vrši se čišćenje soli, čestice male težine odlaze na površinu i odvode se separatorom prašine 10, dok se ostala smeša transportuje do saturatora 2, parohvatača 3, evaporatora 4, kondezatora 5, ejektora 6, dozatora 7, centrifuge 8, peći za sušenje 9, odakle odlazi u daljni proces prerade. Ako je so namenjena prehrani, vrši se jodiranje, a ako je so za industrijske potrebe, ona se ne jodira.

Kao što se vidi iz objašnjenja procesa prerade soli, veoma važnu ulogu ima centrifuga. Od režima njenog rada zavisi veliki procenat kvaliteta soli (procenat odstranjene vlage), kao i kapacitet proizvodnje tehnološke linije. U manjim pogonima za proizvodnju soli, najčešće se koriste konstrukcije centrifuga sa periodičnim režimom rada, tj. postoji faza punjenja, faza centrifugiranja i faza pražnjenja, pa je efektivnost procesa znatno umanjena, zbog izgubljenog vremena pri punjenju i pražnjenju centrifuge.

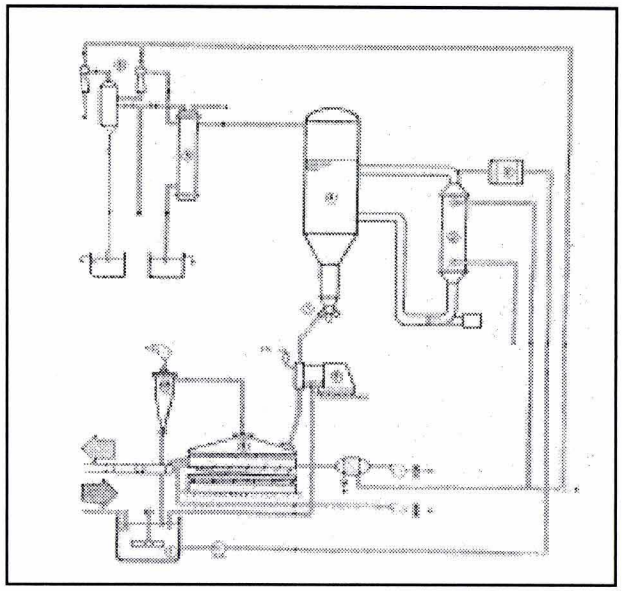
Iz ovih razloga, u ovom radu je predstavljeno jedno potpuno novo i originalno konstrukciono rešenje protočne centrifuge, sa stalnim, tj. kontinualnim režimom rada, bez procesa punjenja i pražnjenja, sa velikim stepenom efektivnosti sistema.

Uslovi u procesu konstruisanja centrifuge

Tehnološki zahtevi koji proizlaze iz osnovnog cilja – proizvodnja što kvalitetnije (visoki stepen suvoće i krupnoće kristala soli) i što jeftinije soli (velika produktivnost, tj. velika količina centrifugirane soli za što kraći period centrifugiranja), definisali su funkcionalne i konstrukcione uslove, koje treba da ispuni centrifuga.

Funkcionalni uslovi postavljeni u procesu projektovanja centrifuge su:

- procenat vlage u soli posle centrifugiranja ne sme da bude veći od 5%;
- količina soli koja se gubi zajedno sa ispirajućom vodom treba da bude što manja, tj. gubici treba da budu svedeni na što manju meru;



Sika 1. Šematski prikaz sistema za preradu soli: 1 – rezervoar za ispiranje soli, 2 – saturator, 3 – parohvatač, 4 – evaporator, 5 – kondenzator, 6 – ejektor, 7 – dozator, 8 – centrifuga, 9 – peć za sušenje, 10 – separator prašine

– u normalnom režimu rada centrifuge, broj kristala koji se lome zbog njihove kinematike, treba da bude što manji (što je veći kristal soli posle centrifugiranja, to je bolji njen kvalitet);
– obezbediti kontinualni rad centrifuge sa kapacitetom od najmanje 4 tone/čas sa mogućnošću njegovog povećanja.

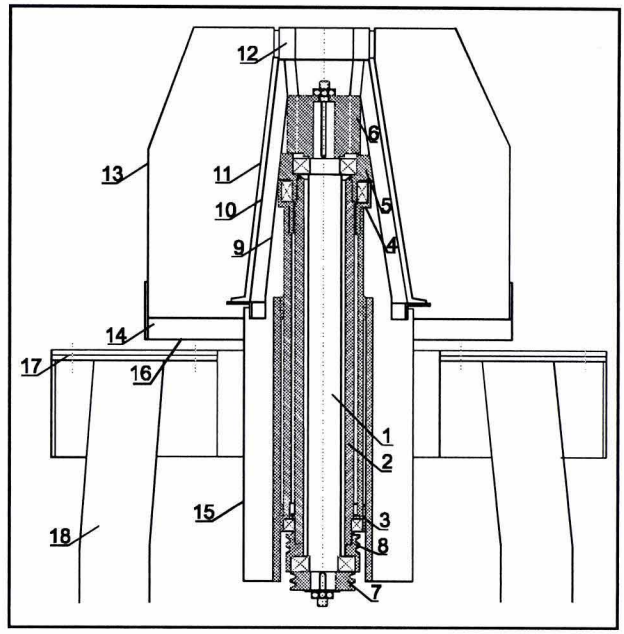
Konstrukcioni uslovi su:

– što jednostavnija konstrukcija sa jednostavnim oblicima sastavnih delova;
– delovi treba da budu od nerđajućeg čelika, zbog korozivnog i abrazivnog dejstva soli;
– laka montaža i demontaža delova, posebno onih koji imaju rotaciono kretanje pri radu centrifuge;
– mogućnost lake zamene sita centrifuge;
– mogućnost izmene režima rada centrifuge;
– lako skidanje soli koja se lepi za sito u toku rada centrifuge;
– što veća balansiranost rotacionih delova, krutost glavnog vretena i izbegavanje generisanja vibracija;
– obezbeđivanje dovoljne krutosti cele konstrukcije i dinamičke stabilnosti centrifuge;
– drugi detalji koji manje ili više utiču na efikasnost centrifuge.

Konstrukcija centrifuge i princip rada

Na sl. 2 prikazano je konstrukciono rešenje centrifuge sa kontinualnim režimom rada, tj. sa stalnim doturom vlažne soli, bez prekida ciklusa centrifugiranja i pražnjenja. Na slici se mogu uočiti svi sastavni delovi konstrukcije, a posebni preseci omogućavaju prikaz načina spajanja tih delova, kao i načina uležištenja vratila u osloncima.

Princip rada centrifuge. Kroz otvor (12) ulazi smeša soli i vode. Ova smeša se raspoređuje u konusni prostor između limenog konusnog omotača (9) i perforisanog sita (10) slepljenog uz konusni kavez (11). Pošto konusni kavez zajedno sa perforisanim sitom (10) rotira velikom brzinom, kristali soli i kapi vode iz smeše dobijaju centrifugalno ubrzanje, koje ih slepljuje na perforisano sito. Kapi vode prolaze kroz perforaciju sita, dok kristali soli ostaju nepomični na samom situ. Limeni konusni omotač (9) rotira manjom brzinom od kaveza sa sitom. Na njemu su fazno, pod uglom od 180^0, postavljena radijalna krila–grebaljke, u obliku dve navojnice po dužini konusa. Te grebaljke imaju ulogu da u toku okretanja omotača (9) skidaju mehaničkim struganjem nalepljene čestice soli sa perforiranog sita i usmeravaju kristale prema cilindričnom usmerivaču (15). Ovako skinuti kristali soli, gravitaciono padaju nadole, a skupljaju se u otvor vijčanog transportera, postavljenog na dno cilindričnog usmerivača (15) i odvode se prema peći za dalje sušenje. Slana voda koja prolazi kroz perforirano sito (10) pada na dno omotača–poklopca konstrukcije (14). Ona se dalje odvodi kroz odvod (16) prema sabirnim rezervoarima, za dalje filtriranje. Praktično, ovaj način funkcionisanja centrifuge, omogućava kontinualni ulaz smeše soli i vode i separatni izlaz posebno vode a posebno kristala soli, sa procentom vlage ne većim od 5%, bez zaustavljanja pogona radi punjenja i pražnjenja kao kod periodičnih centrifuga. Ovaj način omogućava rapidno povećanje efektivnosti rada, tj. produktivnosti centrifugiranja soli i povećanje kapaciteta kompletne linije za preradu soli.



Slika 2. Konstrukcija centrifuge – sastavni delovi: 1 – vratilo, 2 – šuplje vratilo, 3 – kućište radijalnog ležaja, 4 – kućište radijalno-aksijalnog ležaja, 5 – noseći konusni disk, 6 – noseći cilindričan disk, 7 – mala remenica, 8 – velika remenica, 10 – perforirano sito, 11 – konusni kavez, 12 – otvor, 13 – poklopac sabirnika, 14 – dno sabirnika, 15 – cilindričan usmerivač, 16 – odvod slane vode, 17 – noseća konstrukcija centrifuge, 18 – noge centrifuge

Pogonski deo centrifuge. Opis rada centrifuge definisao je dva separatna okretanja dva sklopa: sklop kaveza i perforisanog sita sa obrtajima od 1400 min^{-1} (u daljem tekstu sklop A), i sklop sa eksponentom limenim konusnim omotačem sa grebaljkama (sklop B), sa obrtajima od 560 min^{-1}.

Sklop A dobija pogon na sledeći način: elektromotor snage P = 5 kW i n = 2850 min^{-1} pogoni preko remenice (7) vertikalno vratilo (1) redukovanim brojem obrtaja od 1400 min^{-1}. Na vratilo (1) je navučen cilindrični nosač

disk (6) na kojem je „obešen" sklop A, tj. kavez, perforisano konusno sito i otvor (12).

Sklop B dobija pogon na malo komplikovaniji način, posmatrano sa konstrukcionog aspekta. Elektromotor snage P = 2,5 kW i sa brojem obrtaja od 1450 min^{-1} preko remenice (8) pogoni šuplje vratilo (2) čiji je broj obrtaja 560 min^{-1}. Na istom vratilu, pričvršćeni su konusni noseći disk na kojemu su pričvršćeni limeni konusni omotač (9) sa grebaljkama. Sklop B rotira u istom smeru kao i sklop A. Ako bi se desila suprotna stvar, nastalo bi veliko lomljenje kristala soli, što nije dopušteno u navedenim tehnološkim uslovima.

Posebni uslovi konstrukcije

- svi delovi konstrukcije moraju da budu izrađeni od nerđajućeg čelika, zbog izrazito korozivnog i abrazivnog uticaja kristala soli na površine delova sa kojima dolazi u dodir;
- zbog velikih ugaonih brzina sklopova A i B, kao i prisustva smeše vode i soli sa određenom masom, uticaja velikih centrifugalnih sila koji se naglo povećava kod neizbalansiranih obrtnih delova, obavezna je precizna balansiranost svih obrtnih delova i sklopova;
- često oštećenje perforisanog sita, zbog udaranja tvrdih kristala, nalaže obezbeđivanje lake i brze zamene sa novim sitom. Ovaj uslov je ispunjen tako što je omogućena laka i brza demontaža zaštitnog konusnog kaveza, koji je povezan za otvorom (12) preko posebno izvedene čeljusne spojnice, aksijalno osigurane zavrtnjima;
- zbog lakog pristupa do ovog sklopa, kućište (13) je izvedeno kao konusno-cilindričan poklopac, koji se lako skida i ponovo montira;
- krutost konstrukcije i stabilnost u toku rada, obezbeđeni su posebno profilisanim telom centrifuge (17) i četiri profilisane noge, koje se završavaju posebno oblikovanim dodirnim papučama, koje mogu da se fiksiraju za pod ankerisanjem. Noseća konstrukcija ima zadovoljavajuću krutost, bez nepotrebnog povećanja mase, čime bi se otežali transport i montaža kompletne konstrukcije;
- kontakt između dna sabirnika (14) i tela konstrukcije (17) jeste posredan, preko gumenih podmetača, čime je obezbeđeno amortizovanje nastalih vibracija pod uticajem rotacionih delova i smeše vode i soli, kao i njihovo prenošenje na tlo hale.

Zaključak

Opisano konstrukciono-tehnološko novo rešenje protočne centrifuge kontinualnim radnim režimom, omogućava poboljšanje radnog režima kompletne linije za preradu soli. Konstrukcija je izvedena i testirana. Neke slabosti koje prate svaki prototip novog rešenja su uočene i radi se na njihovom otklanjanju. Konstrukciono rešenje zadovoljava sve tehnološke prohteve naručioca, zauzima veoma mali prostor i idealno se uklapa u postojeću liniju za preradu soli, instalisanu u „Solbit"-u, u Bitolju.

Literatura

[1]. **Stoffel, P. A.:** *Washing, Dewatering and Drying Salt,* Escher Wyss Ltd., Zürich, Switzerland, 3rd Symposium on Salt, Vol. 2, 1990.

[2]. ***: *Centrifuges for the chemical and pharmaceutical Industry,* Ferrum catalog.

[3]. ***: *Pusher Centrifuges*, Ferrum catalog, Escher Wyss System, Switzerland.

PROCESNA TEHNIKA

ENERGETIKA 19 90 KIKINDA

DP „ENERGETIKA"

Miloša Velikog 48,
23300 Kikinda,
Tel.: 0230/24-073.
Faks: 0230/22-081.
E-mail: energetika@sezampro.yu

CIM GAS

D.O.O. ZA TRGOVINU, EXPORT–IMPORT,
POSREDNIŠTVO I USLUGE
24000 SUBOTICA, Kizur Ištvana 39
Tel./faks 024/546-090
E-mail: cimgas@tippnet.co.yu