

CENTRIFUGIRANJE

- je tehnološka opracija , pomoću koje se iz koncentriranih suspenzija izdvaja kruta tvar ili se iz emulzije odjeljuje disperzna faza od disperznog sredstva
- bubanj se okreće velikom brzinom na horizontalnom ili vertikalnom vratilu
- odjeljivanje heterogenih smjesa može se provesti taloženjem (puni bubanj) ili filtracijom (perforirani bubanj)

1

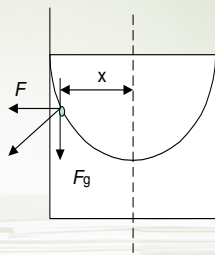
POLOŽAJ POVRŠINE KAPLJEVINE U CENTRIFUGI

- čestica mase m , je udaljena od osi rotacije x
- na česticu djeluju centrifugalna sila inercije F i sila teža F_g
- Centrifugalna sila inercije je:

$$F = ma$$

2

- površina kapljevine u bubnju centrifuge:



3

- obodna brzina je v , a kutna brzina $\omega = 2 \pi n$:
 $a = v^2/x = \omega^2 x = 4 \pi^2 n^2 x$
 $v = 2 \pi n x$

- centrifugalna sila inercije:

$$F = 4 \pi^2 n^2 x m$$

- sila teža:

$$F_g = -mg$$

- nagib rezultante sila koje djeluju na česticu kapljevine u centrifugi:

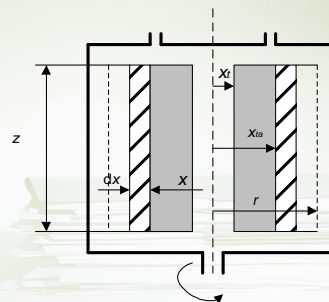
$$F_g/F = -g/(4 \pi^2 n^2 x)$$

4

- resultantna sila je okomita na tangentu krivulje kojom je prikazana površina kapljevine u bubnju centrifuge
- nagib tangente :
 $dy/dx = 4 \pi^2 n^2 x/g$

5

FILTRACIJA SUSPENZIJE U CENTRIFUGI

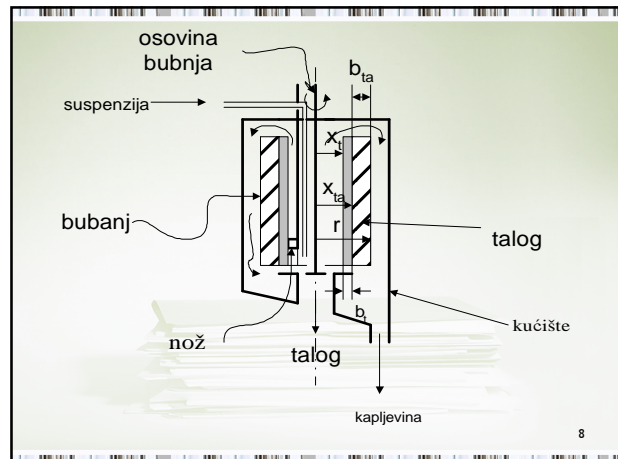


6

Separacija u centrifugi

- uz stijenku bubnja centrifuge skupljaju se čestice veće gustoće, a bliže osi rotacije manje gustoće.
- sloj kapljevine bliže osi rotacije preljeva preko ruba otvora bubnja, dok čestice veće gustoće ostaju uz stijenku bubnja

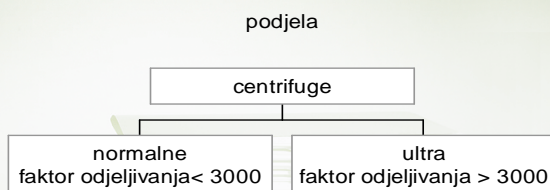
7



8

Podjela centrifuga

- prema faktoru odjeljivanja

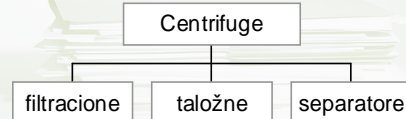


9

Normalne centrifuge služe za izdvajanje krutih tvari iz suspenzija

- Ultracentrifuge služe za odjeljivanje emulzija i finih suspenzija

po namjeni



10

- Separatori se koriste za odjeljivanje emulzija i koncentriranih suspenzija
- Uklanjanje taloga:
 - ručno
 - nožem ili grebalicom
 - pužnicom
 - stapom
 - silom teže
 - centrifugalnom silom
- Po izvedbi oslonca centrifuge mogu biti:
 - stojeće i zavješene

11

- Po smještaju vratila centrifuge se dijele:
 - horizontalne
 - nagnute
 - vertikalne
- Po načinu rada :
 - kontinuirane i diskontinuirane

12

Diskontinuirane centrifuge

- Rad:
 - upuštanje u rad,
 - punjenje bubnja,
 - rotacija bubnja konstantnom brzinom,
 - odjeljivanje heterogene smjese,
 - zaustavljanje bubnja i pražnjenje taloga

13

Punjenje bubnja

- kad postigne broj okretaja manji od punog
 - kad postigne pun broj okretaja
 - pri puštanju u rad
- Uklanjanje taloga:
- nakon zaustavljanja bubnja
 - pri rotaciji bubnja s smanjenim brojem okretaja
- Pranje taloga
- Ispiranje taloga pri punom broju okretaja

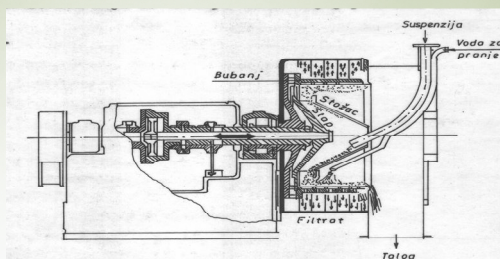
14

- Bubanj je u kućištu i stavlja se u pogon preko remenog prijenosa ili direktno elektromotorom
- vlažnost taloga koji se izdvaja filtracijskom centrifugom je 1-5%, a taložnom 70% pa i više
- diskontinuirane centrifuge izrađuju se uglavnom vertikalnim vratilom sa elastičnim osloncima s kojim se sprečava teturanje bubnja, dok je oslonac vratila sferični tuljak
- najčešće su centrifuge oslonjene na tri oslonca i zavješene centrifuge

15

- Vertikalne šipke s oprugama na tri vertikalna oslonca koji su razmješteni pod kutem od 120° smanjuju vibracije bubnja
- Opterećenje potpornog ležaja postiže se tako da se postolje na kome je učvršćeno kućište, bubanj i elektromotor zavjese pomoću vertikalnih šipki s oprugama na tri vertikalna oslonca
- Elektromotor je smješten na konzolnom nosaču ili ugrađen neposredno pod bubanj
- Okretanje bubnja preko klinastog remenog prijenosa
- Srednje i grubodisperzne suspenzije

16



Centrifuga s kontinuiranim uklanjanjem taloga

17

Centrifuge koje rade kontinuirano

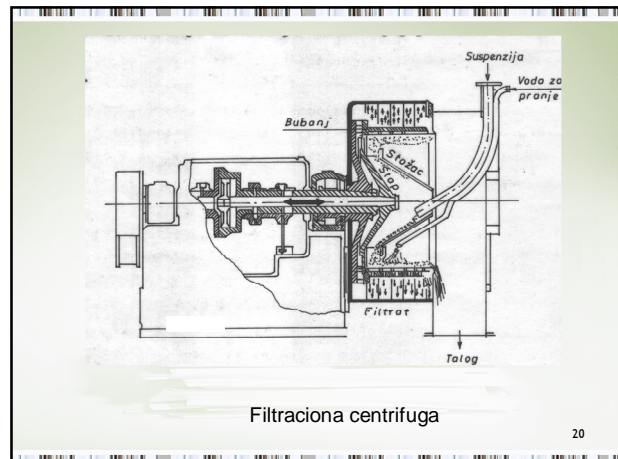
- najvažnija je razlika od diskontinuiranih stalno uklanjanje taloga

18

Filtracione centrifuge

- Filtraciona centrifuga s valjkastim bubnjem i kontinuiranim uklanjanjem taloga pomoću stapa-suspenzija ulazi u uski dio stošca koji se vrti po unutrašnjoj površini stošca prema dolje i pada na stijenkne perforiranog bubnja
- Bujanj se okreće i učvršćen je na vodoravnom šupljem vratilu
- Filtrat prolazi kroz otvore na stijenka bubnja u kućište
- Na stijenka bubnja zaostaje talog
- Stapom se talog potiskuje prema izlazu
- Stap se vrti s bubnjem i ima 12-16 translatornih gibanja u minuti

19



20

Separatori

- odjeljivanje emulzija i bistrenje suspenzija
- bujanj se sastoji iz cilindričnog kućišta i konusnog poklopca
- unutar bubnja su konusni tanjuri poredani jedan iznad drugog na nekom odstojanju

21

- Kaljevina (emulzija) koja se odjeljuje dovodi se kroz centralnu cijev u donji dio bubnja, odakle se kroz otvore u tanjurima, koji tvore kanale raspodjeljuje u finim slojevima između tanjura
- kapljevina veće gustoće između tanjura struji prema stijenka bubnja, skuplja se kod oboda bubnja i odvodi van bubnja
- kapljevina manje gustoće se podiže između tanjura prema osi bubnja i izliva kroz prstenasti kanal van bubnja
- Postoji i izvedba sa tanjurima bez otvora, gdje se kapljevina dovodi prema periferiji tanjura i podiže u finim slojevima k centralnoj cijevi, i kojoj se posebno odvođe frakcije manje i veće gustoće

22

- separatori sa samopražnjenjem - automatsko udaljavanje razdvojenih faza
- u industriji mlijeka, voćnih sokova, piva, kvasca itd

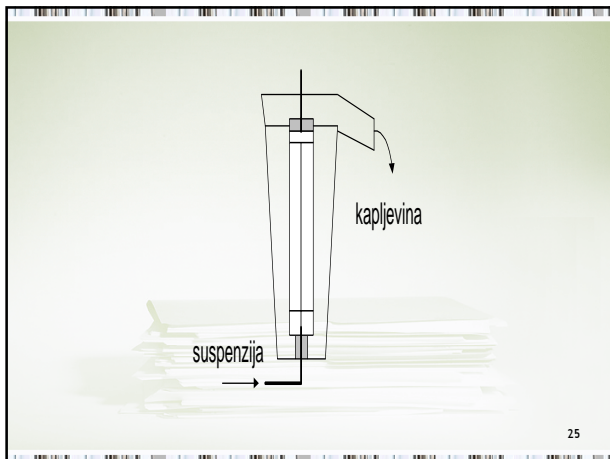
Ultracentrifugiranje

- emulzije i fine suspenzije s malom koncentracijom krute tvari
- ubrzanje centrifugalne sile raste proporcionalno polumjeru i kvadratom broja okretaja bubnja
- naprezanje u stijenka bubnja proporcionalno kvadratu polumjera i kvadratu broja okretaja

23

- za bolje taloženje poželjno je produljiti put kapljevine u centrifugi, te povećati broj okretaja, smanjiti polumjer i povećati duljinu bubnja
- $n = 750 \text{ 1/s}$, $a > 12000 - 51\,000$ puta od ubrzanja sile teže
- **cijevna ultracentrifuga**
- kapljevina ulazi u cjevasti bujanj kroz priključak
- unutar bubnja je umetak sa nekoliko radijalnih lopatica koje sprečavaju odvajanje kapljevine od rotirajućeg bubnja
- gibanjem uzduž bubnja se dijeli na slojeve različite gustoće

24



25

- krute čestice se izdvajaju na stijenka bubnja a kapljevina kroz otvor i cijevni priključak izlazi vani
- talog se uklanja nakon zaustavljanja centrifuge

26

Podjela centrifuga

- Prema faktoru odjeljivanja:

$$v = v^2 / rg$$
- Centrifuge se dijele:
 1. Normalne ($v < 3000$)
 2. Ultracentrifuge ($v > 30000$)
- Normalne centrifuge - koncentrirane suspenzije
- Ultracentrifuge - emulzije i fine suspenzije

27

Po namjeni:

1. Filtracione
 2. Taložne
 3. Separatore
- Talog se uklanja: ručno, pomoću nože ili grebalice, pužnice, stapa koji se translato giba, pomoću sile teže i cnetrifugalne sile inercije

28

Po konstrukciji oslonca:

1. Stojeće
2. Zavješane

Po smještaju vratila:

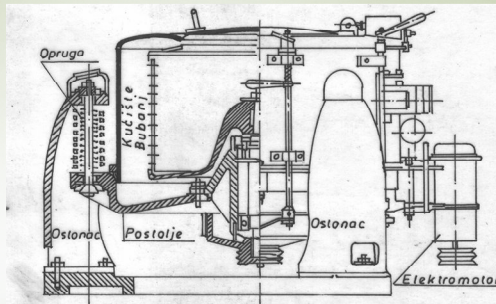
1. Vodoravne
2. Nagnute
3. Uspravne

29

U zavisnosti o provedbi operacije dijele se na one koje rade:

1. Diskontinuirano
2. Kontinuirano

30

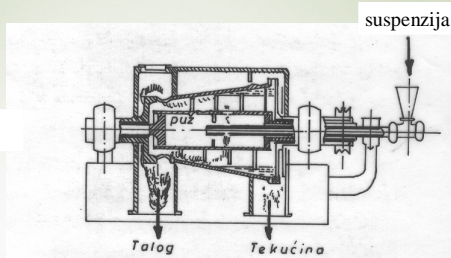


Filtraciona centrifuga oslonjena na tri oslonca

31

- Vertikalne šipke s oprugama na tri vertikalna oslonca koji su razmješteni pod kutem od 120° smanjuju vibracije bubnja
- Oterećenje potpornog ležaja postiže se tako da se postolje na kome je učvršćeno kućište, bubanj i elektromotor zavjese pomoću vertikalnih šipki s oprugama na tri vertikalna oslonca
- Elektromotor je smješten na konzolnom nosaču ili ugrađen neposredno pod bubanj
- Okretanje bubnja preko klinastog remenog prijenosa
- Srednje i grubodisperzne suspenzije

32

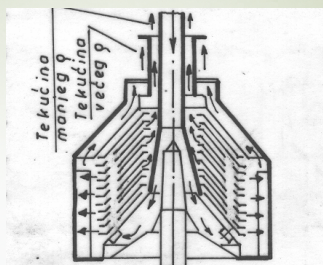


Taložna centrifuga

33

- Imaju dva bubnja
- Veliki bubanj - sastoji se iz valjkastog i stožastog dijela (okreće se na dva šuplja čepa, za koje je pričvršćen prednjim stranama)
- Unutarnji bubanj - u obliku šuplje pužnice i služi za izbacivanje taloga
- Suspenzija ulazi kroz cijev koja je spojena s desnim čepom i kroz otvor dolazi iz unutarnjeg u vanjski bubanj
- Suspenzija dolazi u prostor između vanjskog i unutarnjeg bubanja
- Na unutarnjoj površini pod F nastaje taloženje krutih čestica

34

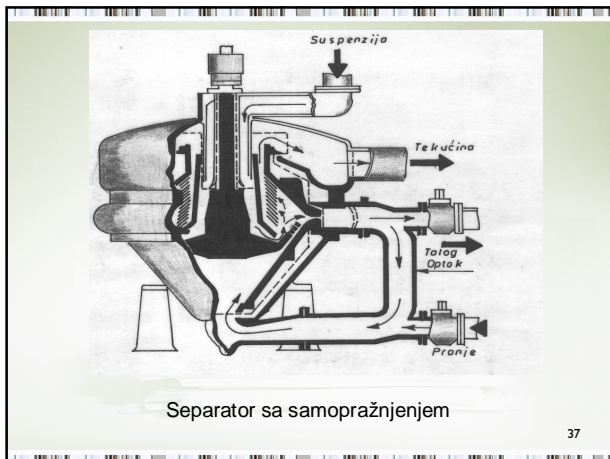


Tanjurasti separator

35

- Separatori - emulzije i bistrenje suspenzija
- Bubanj - sastoji se iz valjkastog kućišta i stožastog pokolopca
- Unutar bubnja- stožasti tanjuri jedan iznad drugog na nekom rastojanju
- Emulzija se dovodi kroz središnju cijev u donji dio bubnja i kroz otvore na tanjurima koji tvore kanal raspodjeljuje se u tankim slojevima između tanjura
- Kapljevina veće gustoće se giba prema stijenkama bubnja- skuplja se uz obod bubnja i odvodi van
- Kapljevina manje gustoće se podiže između tanjura prema osi bubnja i izliva kroz prstenasti kanal van bubnja

36



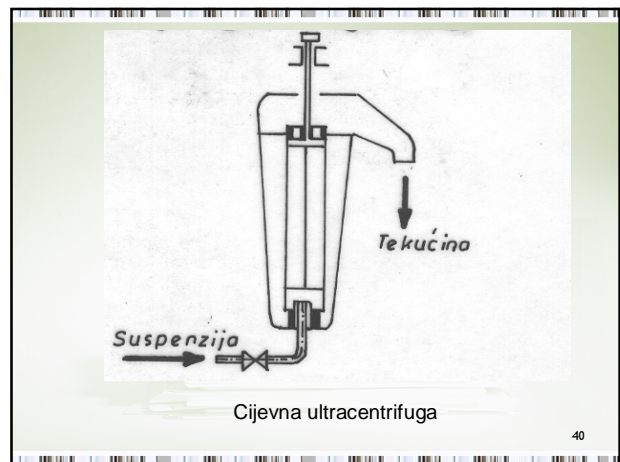
37

- Odjeljivanje krute faze iz suspenzije
- Talog se povremeno udaljuje iz bubnja automatski bez zaustavljanja
- Kad se nakupi dovoljno taloga dovod suspenzije se automatski prekida
- Uvodi se manja količina vode i uklanja talog
- Automatski se ponovno uključuje dovod suspenzije
- Prerada mlijeka, voćnih sokova, kvasca, piva itd.

38

- ### Ultracentrifuge
- Emulzije i fine suspenzije s malom koncentracijom krute faze
 - Veliki broj okretaja
 - Ubrzanje centrifugalne sile inercije raste srazmjerno polumjeru i kvadratu broja okretaja
 - Naprezanje na stijenkama bubnja srazmjerno kvadratu polumjera i kvadratu broja okretaja
 - Bolje taloženje duži put kapljevine
 - Bolje - povećati broj okretaja, smanjiti polumjer i povećati duljinu bubnja
 - Broj okretaja - 750 1/s; centrifugalna sila inercije veća 12000 do 51 000 puta od ubrzanja sile teže

39



40

- Ulaz - cijevni priključak
- Unutar bubnja-umetak s nekoliko radijalnih lopatica koje sprečavaju odvajanje kapljevine od bubnja koji se vrti
- Gibanjem bubnja- nastaju slojevi razne gustoće
- Krute čestice se talože na stijenkama bubnja
- Kapljevina kroz otvor i cijevni priključak izlazi van
- Talog se uklanja nakon zaustavljanja centrifuge

41