

Filtracija

1

FILTRACIJA

- to je operacija razdvajanja heterogene smjese kapljeviti i čvrstih tvari pomoću šupljikave pregrade koja je propusna samo za kapljevinu
- šupljikava pregrada se zove **filtersko sredstvo** i smještena je u **filter uređaj**
- kapljevina koja prolazi kroz filtersko sredstvo naziva se **filtrat**
- čvrste čestice se zaustavljaju na filterskom sredstvu tvoreći **filterski kolač** kroz koji kapljevina struji ili se adsorbira na elementima filterskog sredstva

2



3

- protjecanje kapljevine kroz filter je uzrokovano razlikom tlaka Δp
- razlika tlaka može biti posljedica djelovanja bilo hidrostatskog tlaka sloja kapljevine ili nekim drugim načinom postignut nadtlak ispred filterskog sredstva, bilo podtlak ispod filterskog sredstva, bilo centrifugalnom silom

4

Filtracija u usporedbi sa sedimentacijom i dekantiranjem ima prednosti:

- odjeljivanje čvrstih suspendiranih čestica je brže i potpunije
- sadržaj vode u kolaču je nizak
- mogu se odvojiti vrlo sitne čestice i čestice male gustoće
- obujam filtera je manji, te zauzima manje prostora
- nedostatak - visoka cijena eksploatacije
- S obzirom na djelovanje filterskog sredstva filtracija se može provoditi kroz kolač i kroz filtersko sredstvo

5

S obzirom na djelovanje filterskog sredstva

Filtracija kroz filterski kolač

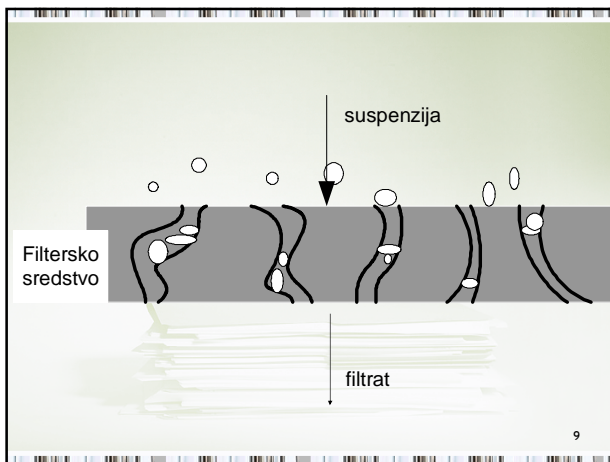
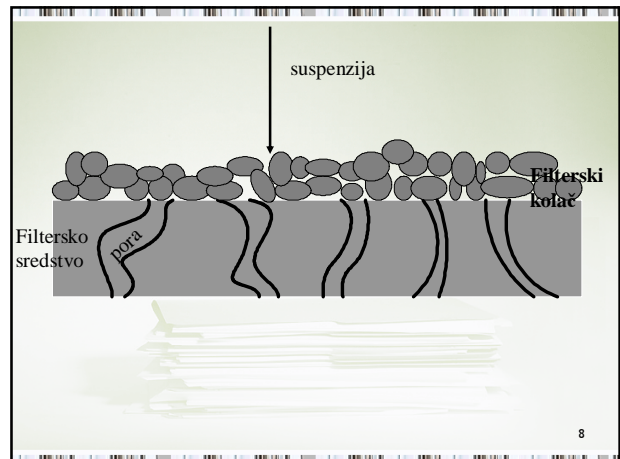
Filtracija kroz filtersko sredstvo

6

Filtracija kroz kolač

- čestice se zaustavljaju na površini filtracijskog sredstva, nagomilavaju se i stvaraju kolač, kojem debljina neprestano raste
- ona se provodi kada su ili kolač ili filtrat ili oboje produkti visoke vrijednosti

7



- na provedbu ima utjecaj tlak kao i na učin filtera i količinu zaostale kapljavine u kolaču



10

Nestlačivi kolač

- Povišenjem tlaka ne suzuju se pore, debljina je kolača konstantna, protok raste proporcionalno s tlakom
- Stvarna debljina kolača raste a otpor protjecanju raste, dok brzina opada
- Konstantan protok kroz kolač - povišenjem tlaka
- Povišenje tlaka samo do određene granice - iznad neke vrijednosti čestice se sabijaju, sudaraju, razara se struktura kolača- protok se brzo smanjuje i kod kritičnog tlaka prekida

11

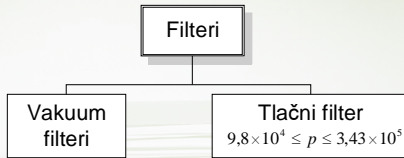
Stlačivi kolač

- Sastavljen od elastičnih i plastičnih čestica
- Zbija se već kod nižih tlakova
- Pore se uslijed deformacije čestica suzuju i na kraju sasvim začepe
- Kritični tlak niži nego kod nestlačivih kolača

12

Problemi pri filtraciji

- Odrediti odgovarajući tlak koji daje najbolju propusnost kolača i sa najmanjim sadržajem kapljevine



13

- **Svojstva suspenzije:** Obujama i dimenzije čestica, oblik čestica, struktura čestica, stupanj disperzije čestica, viskoznosti kapljevine, gustoće krutine i kapljevine
- **Filterko sredstvo:** Obujam, promjer i oblik pora, otpor protjecanju kapljevine
- **Pad tlaka na filterskom sredstvu** utječe na: brzinu strujanja kapljevine u parama, brzinu nastajanja kolača, stupnju razdvajanja faza

14

Viskoznost kapljevine

- Pada porastom T
- Učin filtera je veći pri višoj T

Čimbenici koji utječu na učin filtera nisu jedni od drugih neovisni

Stupanj razdvajanja faza = masa zaostale kapljevine u masi mokrog kolača

15

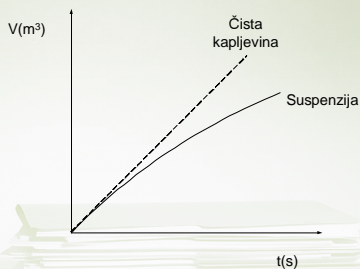
Darcy-eva jednadžba

- d debljina kolača, k konstanta propusnosti $V' = k \frac{A \Delta p}{\mu \delta}$

- Odnosno

$$V' = \frac{A \Delta p}{R \mu}$$

16



17

Konstanta propusnosti sloja:

$$k = \frac{\epsilon d_p^2}{32}$$

Darcy-eva jednadžba ne uzima u obzir kolač i promjenu debljine sloja kolača .

Pretpostavlja da je p=konst. i da je otpor filterskog sredstva R=konst:

$$V' = \frac{A \Delta p}{\mu (R + R_k)}$$

18

Otpor filterskog kolača:

$$R_k = r_s m_k$$

- m_k - masa kolača na jedinicu filterske površine, kg/m^2
- r_s - specifični otpor kolača

$$V' = \frac{\Delta p A}{r_s m_k \mu + \mu R}$$

19

TIPOVI FILTERA

- *prema načinu rada*: kontinuirani i diskontinuirani
- *ovisno o tlaku*:
 1. filteri koji rade djelovanjem tlaka stupca kapljevine koja se filtrira
 2. vakuum filteri, razlika tlaka se ostvaruje vakuum pumpom
 3. tlačni filteri, razlika tlaka se ostvaruje pumpom ili kompresorom
- *ovisno o filterskom sredstvu*:
 1. filter s filterskim sredstvom od nepovezanih zrna (pješčani filter)
 2. filter, kome filterska pregrada ne služi kao filtersko sredstvo
 3. filter, u kojem filterska pregrada služi kao filtersko sredstvo

- *izbor filterskog sredstva ovisi o*: kemijskim svojstvima suspenzije i filtrata, radnom tlaku, dimenzijama krutih čestica taloga i potrebnom učinku, itd.
- filterska sredstva se izrađuju od tkanina
 - životinjskog porijekla (otporne na kisele kapljevine), a čija temperatura ne prelazi $40 - 50^\circ \text{C}$,
 - pamučnih tkanina (filtracija slabih kiselina, slabih lužina i neutralnih kapljevina),
 - tkanine od vlakana mineralnog prijekla (azbest - otporan na jake hladne kiseline i vruće kapljevine),
 - metalne mreže od čelika ili nikla (otporne na jake lužine),
 - metalne mreže od nehrđajućeg čelika, aluminija i njegovih legura, nikla, mjedi, bronce itd.

FILTERI KOJI RADE DISKONTINUIRANO

- **CIKLUS FILTRACIJE SE SASTOJI IZ REGENERACIJE FILTERA I FILTRACIJE**
 - PJEŠČANI FILTER
 - NUČ-FILTER
 - POSUDA ZA FILTRACIJU
 - TLAČNI PLOČASTI FILTER
 - OKVIRNE I KOMORNE FILTER PREŠE
 - FILTERI S DIJATOMEJSKOM ZEMLJOM
 - MIKROBIOLOŠKI FILTERI
 - PATRONSKI FILTERI
 - FILTERI S HORIZONTALNIM PLOČAMA

PJEŠČANI FILTERI

- filter sa zrnatim nepovezanim filterskim sredstvom
- služi za čišćenje vode
- otvoreni i zatvoreni - ispunjeni sa nekoliko slojeva šljunka i kvarcnog pijeska
- otvoreni rade samo pod statičkim tlakom stupca kapljevine 1 do 1,5 m
- zatvoreni rade pod tlakom $1,5 \times 10^5 - 2 \times 10^5 \text{Pa}$ koji se obično postiže pumpom

- zatvoreni pješčani filter
- vertikalna zatvorena posuda ispunjena pijeskom
- u posudi je skupljač, od kojega se na dvije strane nastavljaju brončane cjevčice s otvorima
- u konusnom dijelu je uređaj za ispiranje pijeska
- pijesak se iz donjeg dijela povlači strujom vode kroz cijev prema vrhu i pri tome ispire
- voda za ispiranje se ispušta u kanalizaciju
- voda koja se filtrira dolazi pod nekim tlakom kroz cjevovod, prolazi kroz pijesak i skuplja se kroz cjevčice u skupljač i van posude
- mehanička mješalica kojom se olakšava čišćenje

Nuč-filteri

- tlačni i vakuum
- tlačni
- posuda s ugrađenom perforiranom pločom kao oslonac filterskom sredstvu
- filtrat se skuplja na donjem dijelu
- 1-6 m²
- debljina sloja taloga 50-100 mm
- apsolutni tlak 100 000 - 300 000 Pa
- lako pristupačan za promatranje i kontrolu
- nedostatak: glomazna konstrukcija, ručno vađenje taloga i mala površina filtracije

- vakuum
- najveća razlika tlaka 100 000 Pa
- uslijed toga je brzina filtracije mala pa se uglavnom koriste tlačni
- **Posuda za filtraciju**
- za odjeljivanje kapljevite faze od taloga iz komine u industriji piva
- cilindrična posuda sa ravnom podnicom na kojoj je perforirana ploča koja služi za oslanjanje taloga
- na donjoj podnici su cijevi za odvod kapljevine
- brzina filtracije se može regulirati

Tlačni pločasti filteri

- sastoje se iz plašta kružnog presjeka unutar kojeg su smještene ploče koje mogu biti pravokutnog (Kellyev filter) ili kružnog (Sweetlandov filter) oblika.
- pravokutna ploča sastoji se iz okvira na čijim stranicama je pričvršćena žičana mreža
- na okvir i mreži je pričvršćeno filtersko sredstvo i oni zajedno na poklopac filtera i mogu se iz plašta filtera vaditi na posebnim kolicima

Okvirne i komorne filter preše

- filter preše - u prehrambenoj i fermentativnoj industriji
- tlak 300 000 - 400 000 Pa
- neizmjerno poredani pravokutni okviri i ploče između kojih se stavlja filtersko sredstvo
- između dvije ploče je okvir - komora
- ploče su orebene, da bi se filtrat lakše odvodio u cijev za odvod filtrata
- ploče i okviri imaju dva otvora, koji u nizu tvore cijev za dovod suspenzije i odvod filtrata i dovod kapljevine za ispiranje taloga
- broj okvira i ploča je od 10 do 60

Filteri koji rade kontinuirano

- vakuum i tlačni
- vakuum
- izvode se u obliku valjaka ili diskova, koji se okreću i unutar kojih se pomoću vakuuma stvaraju podtlak
- površina valjaka je pokrivena filterskim sredstvom
- pri okretanju valjaka dio površine uranja u suspenziju
- okretanjem valjaka filterska površina prolazi kroz zone: *filtracije, ispiranja, sušenja i uklanjanja taloga*
- valjasti vakuum filter s vanjskom filterskom površinom, valjasti vakuum filter s unutarnjom filterskom površinom, vakuum filter s diskovima, tlačni filter koji radi kontinuirano