

6-Mavzu: SUYUQLIK MUHITLARIDA ARALASHTIRISH, SUYUQLIKNI TURLI JINSLI TIZIMLARNI AJRATISH

Reja:

1. Aralash tirish usullari.

2. Parrakli, propellerli, turbinali, shnekli, diffuzorli aralash tirgichlar.

3. Fil'trlash turlari.

4. Fil'trlash jarayonining nazariy asoslari.

5. Fil'trlar qurilmalari.

Suyuqliklarni aralash tirish pnevmatik, tsirkulyatsiyali, statik va mexanik usullarida olib boriladi.

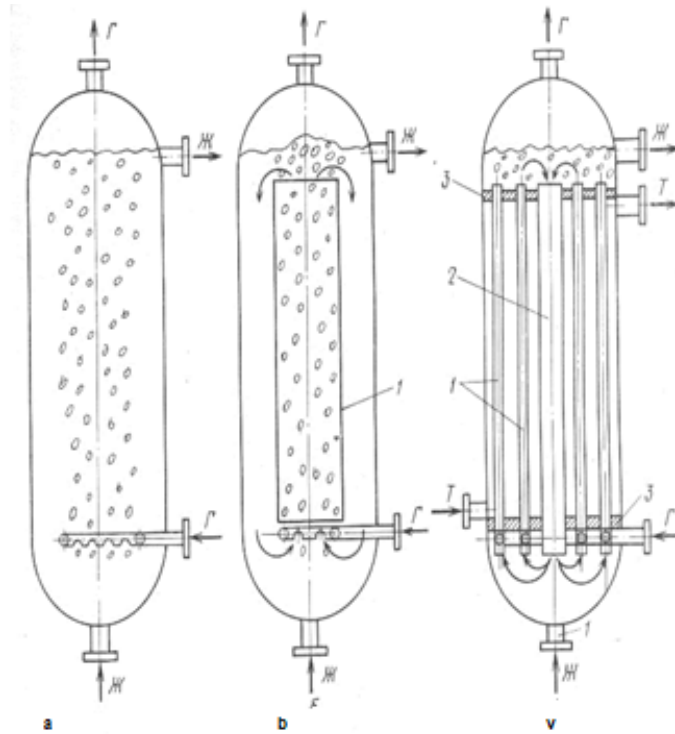
Pnevmatik aralash tirish uchun siqilgan gaz (ko'pincha siqilgan havo) suyuqlik qatlami orqali o'tkazish yo'li bilan amalga oshiriladi. Suyuqlik qatlamida gazni bir tekisda taqsimlash uchun barboter ishlatiladi. Barboterning teshikchali trubalari aralash tirgich tubiga o'rnatiladi. Bu usul o'rtacha qovushoqlikka (~200 Pa·s) ega suyuqliklarni aralash tirish uchun ishlatiladi. Jarayon tezligi past va energiya sarfi ko'p bo'ladi. Ayrim hollarda aralash tirishni injektorlar yordamida ham amalga oshiriladi. Ciqilgan havo yordamida aralash tirish uchun erlift printsiptini ham qo'llasa bo'ladi. Aralash tirgichda suyuqlik erkin yuzasi birligidan vaqt birligida o'tayotgan gaz miqdoriga aralash tirish intensivligi deb ataladi. Sanoatda quyidagi gaz sarflari ishlatiladi:

1- jadval

t/r	Aralash tirish intensivligi	Gaz sarfi, m ³ /(m ² ·min)
1.	Past	0,4
2.	O'rtacha	0,8
3.	Yuqori	1,2

Pnevmatik aralash tirish usulining qo'llanishi cheklangan bo'ladi, chunki ayrim hollarda zararli jarayonlar, ya'ni oksidlanish yoki mahsulotning bug'lanishi yuz berishi mumkin. Shuning uchun, ushbu usul gaz va suyuq fazalar o'zaro to'qnashuvi ruxsat etilgan hollarda ishlatilishi maqsadga muvofiqdir.

1-rasmda pnevmatik aralash tirgichlarning ayrim konstruksiyalari keltirilgan.



1-rasm. Siqilgan havo yordamida aralashtirish.

a - markaziy barboterli; b – gazlift (erlift) trubali; v - gazlift va markaziy tsirkulyatsiya trubali qobiq - trubali qurilma.

Agar, siqilgan havo qurilmaning pastki qismiga yuborilsa, unda erlift hosil bo’ladi (1a-rasm). Havo qurilmaning qanchalik yuqori qismiga uzatilsa, shunchalik siqish uchun energiya sarfi kam bo’ladi. SHuning uchun, havoni balandligi kam qatlamlarga yuborish kerak, ya’ni pnevmatik aralashtirish uchun diametri katta, balandligi kichik bo’lgan qurilmalarni qo’llash maqsadga muvofiqdir.

Pnevmatik aralashtirish jarayonini intensivlash uchun qurilmalarda gazlift (erlift) trubalari o’rnatiladi. Ushbu trubalar suyuqlikni ko’p marta tsirkulyatsiya qilishini ta’minlaydi (1b-rasm). Buning uchun, ikki tomoni ochiq gazlift truba qurilma markaziga joylashtiriladi. Siqilgan havo gazlift trubasi ichiga uzatiladi va ko’tariluvchi oqim qanchalik katta bo’lsa, aralashish shunchalik samarali bo’ladi.

Issiqlikni uzatish va ajratib olish uchun gazlift va markaziy tsirkulyatsiya trubali qurilmalar yaratilgan (1v-rasm).

Tsirkulyatsiyali aralashtirish, nasos yordamida amalga oshiriladi. Bunda, «aralashtirgich – nasos – aralashtirgich» yopiq sistemasida suyuqlik uzluksiz aylanib yuradi.

Aralashtirish jarayonining intensivligi, tsirkulyatsiya karraligiga, ya’ni vaqt birligida nasos ish unumdorligining, qurilma ichidagi suyuqlik hajmi nisbatiga bog’liq. Ayrim hollarda nasoslar o’rniga bug’ injektorlari qo’llanishi ham mumkin.

Undan tashqari, turli sohalarda yo’naltiruvchi truba (diffuzor)li vintsimon aralashtirgichlar ham ishlatiladi (2-rasm).

Bu turdagi qurilmalarda yopiq tsirkulyatsion kontur hosil qilinadi. Nasos vazifasini odatda uch parrakli vintsimon aralashtirgich bajaradi. SHuning uchun, bunday aralashtirgichlar hisobi o'qli nasoslar hisobiga o'xshashdir.

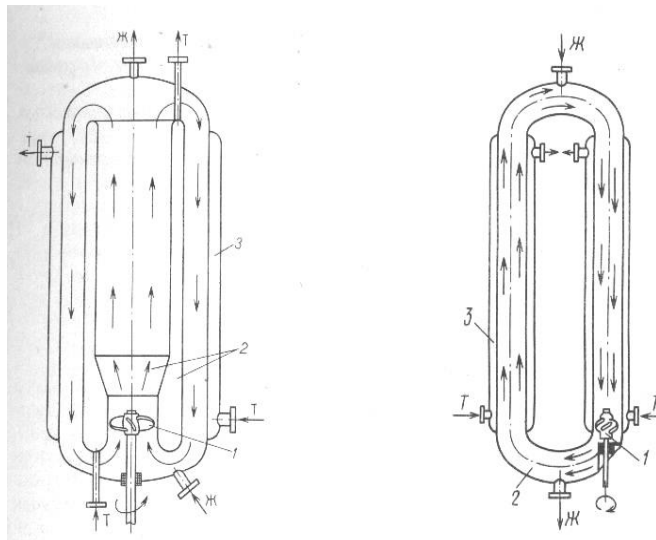
Statik aralashtirish. Qovushoqligi o'rtacha suyuqlik, hamda gaz suyuqlik bilan aralashtirish birorta fazaning kinetik energiyasi hisobiga statik aralashtirgichlarda olib boriladi (3-rasm).

Odatda, statik aralashtirgichlar reaktorgacha bo'lgan truba quvuriga yoki bevosita reaktorning o'ziga o'rnatiladi.

3a-rasmda gaz va suyuqliklarni aralashtirish uchun mo'ljallangan nosimmetrik, legirlangan po'lat plastinalarni burash yo'li bilan olingan yasama elementli aralashtirgich tasvirlangan.

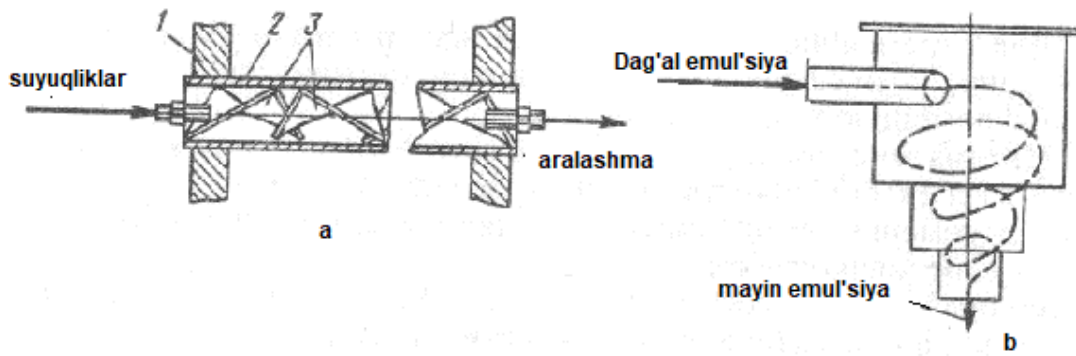
Har bir elementning geometrik xarakteristikalari burash burgachi va yo'nalishi, hamda element diametrining uzunligiga nisbati bilan ifodalanadi. O'rnatilishi zarur bo'lgan elementlar soni suyuqlik qovushoqligiga, hamda aralashtirilayotgan suyuqliklar qovushoqligi nisbatiga bog'liqdir. Agar, suyuqlik va fazalar o'rtasidagi qovushoqliklar farqi qancha katta bo'lsa, shunchalik ko'p elementlar o'rnatilishi zarur.

3b-rasmda yog' - fosfatidli emul'siyasini ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan uyurmali emul'sor ko'rsatilgan. Bosim 0,3...0,36 MPa bo'lganda, uyurmali emul'sor yuqori samarali emul'gatsiya qilishni ta'minlaydi. Bu turdagi qurilmalar sodda, tayyorlanishi oson va foydalanishda qulay. Ishlash printsipi - markazdan qochma purkagich effektiga asoslangan. Olingan 3 mkm o'lchamli zarrachalardan tarkib topgan emul'siya 24 soat davomida ham qatlamlarga ajralmaydi.



2-пачм. Diffuzorli va vintsimon aralashtirgichli qurilma.

1 - vintsimon aralashtirgich; 2 – issiqlik almashinish kamerali



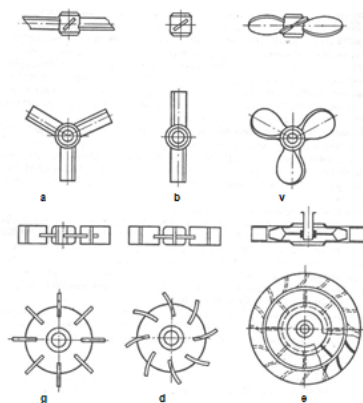
3-rasm. Statik aralashtirgichlar. a- tsilindrik, yasama elementli, emul'sor. 1- flanets; 2- qobiq; 3- aralashtiruvchi element. b-

Mexanik aralashtirish «suyuqlik - suyuqlik», «gaz - suyuqlik» va «gaz-suyuqlik - qattiq jism» sistemali gidromexanik, issiqlik va massa, hamda biokimyoviy jarayonlarni intensivlash turli xil aralashtirish moslama (aralashtirgich) lar yordamida amalga oshiriladi. Aralashtirgich, aylanuvchi o'qga o'rnatilgan, turli xil parraklardan tarkib topgan moslama.

Kimyo va oziq - ovqat sanoatlarida qo'llaniladigan hamma aralashtirish moslamalarini 2 guruhga ajratsa bo'ladi: birinchi guruhga parrakli, turbinali va propellerli; ikkinchi guruhga - maxsus - vintli, shnekli, lentali, romli, yakorli, pichoqli va boshqa moslamalar kiradi. Birinchi guruh suyuqliklar uchun bo'lsa, ikkinchisi esa - plastik va sochiluvchan materiallarni aralashtirish uchun xizmat qiladi.

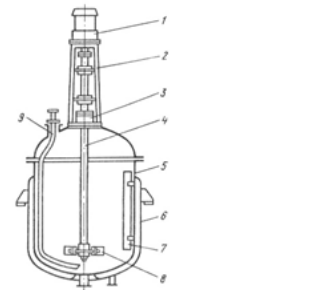
Ishchi organining aylanish chastotasiga qarab aralashtirish moslamalari sekin va tez yurar guruhlarga bo'linadi.

Parrakli, lentali, yakorli va shnekli aralashtirgichlar sekin yurar moslamalar qatoriga kiradi (4a,b-rasm). Ularning aylanma chastotasi $30...90 \text{ min}^{-1}$, qovushoq muhitlarda parrak uchidagi aylanma tezligi - $2...3 \text{ m/s}$.



4-rasm. Aralashtirgichlar turlari.

- a - uch parrakli; b - ikki parrakli;
- v - propellerli; g - turbinali ochuq;
- d - qiya parrakli, turbinali, ochuq;



5-rasm. Aralashtirgichli

qorishtirgich.

- 1 - uzatma; 2 - uzatma tayanchi; 3 - zichlagich; 4 - o'q; 5 - qobiq; 6 - g'ilof; 7 - qaytaruvchi to'siq; 8 - aralashtirgich; 9 - truba.

Parrakli aralashtirgichlar afzalliklari: moslama sodda va narxi qimmat emas.

Kamchiliklari - aylanish o'qi bo'ylab suyuqlik oqimi kichik bo'ladi, natijada aralashtirgich hajmida suyuqlik to'liq aralashmaydi. O'q bo'ylab suyuqlik oqimi harakatini jadallashtirish uchun parraklar og'ish burchagi 30° ga teng bo'lishi kerak. Yakorli aralashtirgichlar qurilma tubining shakliga mos bo'ladi. Bu turdagi moslamalar qovushoq va o'ta qovushoq suyuqliklarni aralashtirish uchun ishlatiladi. Yakorli moslamalar ishlash davrida qurilma devori va tubini yopishib qolgan iflosliklardan tozalash qobiliyatiga ega.

Shnekli aralashtirgichlar vintsimon shaklli bo'lib, qovushoq suyuqliklarni qorishtirish uchun mo'ljallangan.

Propeller va turbinali aralashtirgichlar tez yurar moslamalar qatoriga kiradi. Ularning aylanish chastotasi $100\text{...}3000\text{ min}^{-1}$, aylanma tezligi $3\text{...}20\text{ m/s}$.

Propellerli aralashtirgichlar 2 yoki 3 parrakli qilib yasaladi (4v-rasm). Ushbu moslamalarga nasos effekti xos bo'ladi va suyuqlikning intensiv tsirkulyatsiyasini hosil qilish uchun ishlatiladi. Qovushoqligi $2\text{ Pa}\cdot\text{s}$ bo'lgan suyuqliklarni aralashtirish uchun qo'llash mumkin.

Turbinali aralashtirgichlar turbina g'ildiraklari shaklida bo'lib, parraklari yassi, qiya va egri chiziqli bo'lishi mumkin (4g,d,e-rasm). Ular ochiq va yopiq turli bo'ladi. Turbina g'ildiragining ishlash printsipti markazdan qochma kuchlar ta'siriga asoslangan. Yopiq aralashtirgich ikkita diskdan iborat bo'lib, suyuqlik o'tishi uchun teshigi bor. Ham radial, ham turbina o'qi bo'ylab oqimlar hosil qilish uchun qiya parrakli, turbinali aralashtirgichlardan foydalaniladi. Turbinali moslamalar qurilmaning butun hajmida suyuqlikni intensiv aralashtiradi. Suyuqlikning aylana bo'ylab harakatini kamaytirish va qurilmada o'rama hosil bo'lishini bartaraf qilish uchun tsilindrsimon qaytaruvchi to'siqlar o'rnatiladi.

Turbinali aralashtirgichlar qovushoqligi $500\text{ Pa}\cdot\text{s}$ gacha bo'lgan suyuqliklarni va dag'al suspenziyalarni aralashtirish uchun qo'llaniladi.

Qopqoqli qobiq, uzatma va aralashtirgichlardan tashkil topgan tipik qorishtirgich 5-rasmda ko'rsatilgan.

Ishchi g'ildirak $200\text{...}2000\text{ ayl/min}$ chastota bilan aylanma harakatlanadi. Turbina g'ildiragi markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikka tegishli energiya beradi. Suyuqlik aralashtirgich markaziy teshigidan kirib, u yerda markazdan qochma kuch ta'sirida tezlanish olgan holda radial yo'nalishida chiqib ketadi. Turbinada suyuqlik vertikal yo'nalishdan gorizontalgaga o'tadi va undan katta tezlikda chiqib ketadi. Bu turdagi qurilmaning samaradorligi yuqori.

Turbinali aralashtirgich diametri qurilma qobig'i diametrining $0,15\text{...}0,35$ ulushini tashkil etadi. Bu qurilmalar qovushoqligi $1\text{...}700\text{ Pa}\cdot\text{s}$ ga teng suyuqliklarni aralashtirish uchun mo'ljallangan.

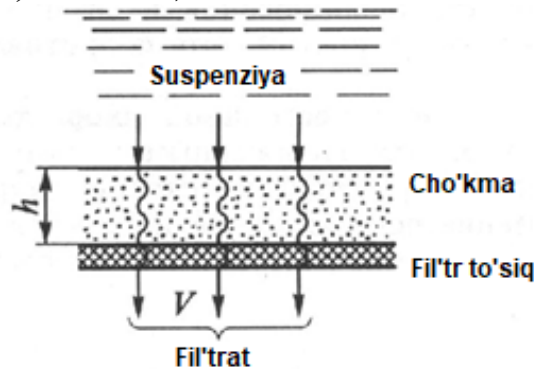
Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida turli jinsli sistemalarni tashkil etuvchi fazalarga ajratishga to'g'ri keladi. Masalan, vino ishlab chiqarishda uni tindirish, ya'ni muallaq holatdagi zarrachalarni, suyuq fazadan ajratish. Ajratish usullarini tanlashda dispers faza o'lchamiga, fazalar zichliklari farqiga va dispersion faza

qovushoqligiga ahamiyat berish zarur. Turli jinsli sistemalarni ajratish uchun quyidagi usullar qo'llaniladi: a) cho'ktirish; b) fil'trlash; v) tsentrifugalash; g) suyuqlik yordamida ajratish.

Og'irlik kuchi, inertsia (jumladan, markazdan qochma) yoki elektrostatik kuchlar yordamida turli jinsli sistemalar tarkibidagi qattiq yoki suyuqlik zarrachalarini ajratish jarayoni **cho'ktirish** deb nomlanadi. Agar, jarayon faqat og'irlik kuchi ta'sirida olib borilsa **tindirish** deb yuritiladi. Tindirish odatda turli jinsli sistemalarni dastlabki ajratish uchun ishlatiladi.

Fil'trlash - turli jinsli sistemalarni g'ovaksimon to'siq - fil'tr yordamida ajratish jarayonidir. Bunda, g'ovaksimon to'siq suyuqlik yoki gazni o'tkazib yuboradi, ammo muhitdagi qattiq zarrachalarni ushlab qoladi. Suspenziya, emul'siya va changlarni ajratish uchun cho'ktirish jarayoniga qaraganda fil'trlash ancha samarali.

Turli jinsli sistemalarni g'ovak fil'tr to'siqlar yordamida fazalarga ajratish jarayoniga **fil'trlash** deyiladi. Fil'tr to'siqlar aralashmaning qattiq (dispers) fazasini ushlab qoladi, suyuq (dispersion) fazasini o'tkazib yuborish qobiliyatiga ega. Fil'tr to'siqlar yoki bundan buyon fil'trlar sifatida g'ovakli materiallar qo'llaniladi (masalan, to'r pardalar, karton, gazlamalar, sochiluvchan materiallar, shag'al, qum, g'ovak polimer materiallar, keramika, metallokeramika va boshqalar).



Fil'tr to'siq va cho'kma qatlami orqali suyuqlikning o'tish sxemasi.

Fil'trlash jarayoni bosimlar farqi yoki markazdan qochma kuchlar maydoni ta'sirida amalga oshiriladi.

Fil'trlash intensivligi suspenziya sifati, ya'ni dispers faza cho'kmasi qarshiligining miqdoriga, karton, shilimshiq va kolloid moddalar bor-yo'qligiga bog'liqdir.

Turli jinsli sistemalarni ajratish paytida fil'tr konstruktsiyasi yoki fil'trlovchi tsentrifuga, fil'tr to'siq va fil'trlash rejimlarini tanlash zarurati tug'iladi.

Kimyo, oziq - ovqat va boshqa sanoatlarda cho'kma hosil qilish yo'li bilan fil'trlash keng tarqalgan. Masalan, shakarpozlikda fil'trlash qiyomlarni tozalash, cho'kmani saturatsion sharbatdan ajratish uchun qo'llaniladi. Pivo pishirishda esa, ushbu jarayon suslodan **qattiq fazani** ajratish va tayyor mahsulotni tindirish uchun ishlatiladi. Undan tashqari, vinopazlik, liker - aroq va sharbatlar ishlab chiqarish

sanoatlarida fil'trlash jarayonidan keng miqyosda foydalaniladi.

Kimyo, non pishirish, tegirmon va spirt sanoatlarida gazlarni tozalash uchun fil'trlash jarayoni ishlatiladi.

Fil'trlash jarayonida siqiluvchi va siqilmaydigan cho'kmalar hosil bo'ladi. Siqiluvchi cho'kma zarrachalari bosim ortishi bilan qatlam deformatsiyaga uchraydi va uning o'lchami kamayadi. Siqilmaydigan cho'kmada bosim ko'payishi bilan qatlam shakli va o'lchami uzgarmaydi.

Amalda fil'trlashdan keyin quyidagi qo'shimcha jarayonlar qo'llaniladi:

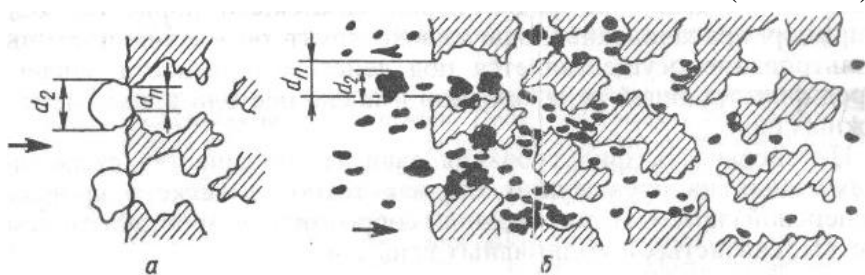
- a) cho'kmani yuvish;
- b) cho'kmani havo yoki inert gazlar oqimi bilan tozalash;
- v) cho'kmani quritish;

Fil'trlash jarayonining unumdorligi va olingan fil'tratning tozaligi fil'tr to'siqlar xususiyatlariga bog'liq. Fil'tr to'siqlar g'ovak, teshiklari katta va gidravlik qarshiligi kichik bo'lishi kerak. Fil'tr to'siqlar tuzilishiga qarab egiluvchan va egilmas bo'ladi. Fil'tr to'siqlar tepa va ostki qismidagi bosimlarning farqi fil'trlash jarayonining harakatlantiruvchi kuchi deb hisoblanadi. Harakatlantiruvchi kuchlar turiga qarab fil'trlash jarayoni ikki guruhga bo'linadi: a) bosimlar farqi ta'sirida ajratish (fil'trlash); b) markazdan qochma kuch ta'sirida ajratish (tsentrifugalash).

Turli jinsli sistemalarni ajratish paytida fil'tr to'siq turi va suspenziya xossalariga qarab, fil'tr to'siq yuzasida cho'kma hosil qilish, fil'tr kovaklarini to'ldirish va ham birinchi, ham ikkinchi hodisalar birgalikda kelgan (oraliq) holatlarda fil'trlash jarayoni sodir bo'lishi mumkin.

Fil'tr to'siq yuzasida cho'kma hosil qilib fil'trlash jarayoni qattiq jism zarrachalarining diametri d_e , kovak diametri d dan katta bo'lganda ro'y beradi (6a-rasm). Bu usul suspenziya tarkibidagi qattiq faza kontsentratsiyasi 1% (mass) dan ortiq bo'lganda qo'llaniladi, chunki bunda fil'tr to'siq kovagiga kirish joyida gumbazchalar hosil bo'lishi uchun qulay sharoitlar yaratiladi. Gumbazchalar hosil bo'lishi, cho'kish tezligi va suspenziya kontsentratsiyasining ortishiga imkoniyat tug'diradi.

Kovaklarni to'ldirish usulida fil'trlash (6b-rasm) fil'tr to'siq kovaklariga



6-rasm. Fil'trlash sxemasi.

- a - cho'kma hosil qilib fil'trlash;
- b - to'siq kovaklarini to'ldirib фильтрлаш.

qattiq zarrachalar kirib to'ldirganda ro'y beradi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, fil'trlash jarayonining boshlang'ich davridayoq, qattiq zarrachalar to'siq kovaklarini to'ldirib boshlaydi. Bu hodisa,

albatta fil'tr qurilmalar ish unumdorligini pasaytiradi. Jarayonni kerakli darajada ushlab turish uchun fil'tr to'siqni birinchi holatini tiklash, ya'ni fil'trlashga yaroqli

qilish kerak. Buning uchun to'siqlar suyuqlik oqimi bilan yuviladi yoki to'siq metallardan yasalgan bo'lsa, qizdirib kuydiriladi.

Oraliq fil'trlash usuli bir vaqtning o'zida ham fil'tr to'siq yuzasida cho'kma hosil qilish, ham kovaklarni to'ldirib, fil'trlash usullari ro'y berganda amalga oshadi.

Ushbu usulda kichik kontsentratsiyali suspenziyalarni fil'trlash jarayoni tezligini oshirish uchun qo'shimcha moddalar ishtirokida olib boriladi. Jarayondan avval fil'tr to'siq yuzasi qo'shimcha modda bilan qoplanadi. Qo'shimcha moddalardan qilingan qoplama to'siq kovaklarini to'lib qolishdan saqlaydi. Qo'shimcha moddalar sifatida o'ta mayin ko'mir, perlit, asbest, kizel'gur, fibroflo, askanit va boshqa materiallar qo'llanilishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, fil'trlash jarayoni intensivligi va fil'tr qurilmaning ish unumdorligi fil'trlash tezligiga bog'liqdir.

Fil'tr to'siqning pastki va tepa qismlaridagi bosimlar farqiga yoki markazdan qochma kuchga fil'trlash jarayonini harakatga keltiruvchi kuchi deb aytiladi.

Bosimlar farqini turli usullar: fil'tr to'siqning tepa bo'shlig'ida ortiqcha bosim barpo etish yoki pastki qismini vakuum trubaga ulash yo'li bilan hosil qilish mumkin. Bunday holatlarda fil'trlash o'zgarmas bosimlar farqida boradi va jarayon tezligi bosimlar farqiga to'g'ri va cho'kma qatlami qarshiligiga teskari proportsionaldir.

Fil'trlash jarayoni esa quyidagi kinetik tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta p}{\mu(R_{ch} + R_{ft})} \quad (1)$$

bu yerda V - fil'trat hajmi, m^3 ; F - fil'trlash yuzasi, m^2 ; τ - fil'trlash vaqti, s; Δp - bosimlar farqi, N/m^2 ; μ - dinamik qovushoqlik, Pa·s; R_{ch} , R_{ft} - cho'kma va fil'tr to'siqlar qarshiligi, m^{-1} .

1 m^3 fil'trat olinganda x_{ch} (m^3) miqdorda cho'kma hosil bo'ladi deb qabul qilamiz. Unda,

$$x_{ch} \cdot V = h_{ch} F \quad (2)$$

bu yerda h_{ch} - cho'kma qatlami balandligi, m.

Bu formuladan:

$$h_{ch} = \frac{x_{ch} \cdot V}{F}$$

Cho'kma qatlamining qarshiligi uning balandligiga proportsional deb faraz qilamiz.

$$R_0 = r_0 h_0 = \frac{r_0 x_{ch} V}{F} \quad (3)$$

bu yerda r_0 – cho'kmaning solishtirma qarshiligi, m^{-2} .

Agar (3) ni (1) ga qo'ysak, ushbu ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{\Delta p}{\mu \cdot \left(\frac{r_q x_q V}{F} + R_{ft} \right)} \quad (4)$$

(4) tenglik fil'trlash jarayonining asosiy tenglamasi deb ataladi.

Fil'tr to'siq qarshiligi hisobga olinmasa, quyidagi tenglama holatiga kelamiz

$$r_q = \frac{\Delta p}{\mu h_q \cdot w} \quad (5)$$

bu yerda w - fil'trlash tezligi.

Fil'trlash jarayonining boshlang'ich fursati uchun, ya'ni $V = 0$ da, $R_{ft} = \Delta r / (\mu w)$.

$\Delta r = const$ bo'lgan holat uchun (4) tenglamani integrallasak ($0 - V$ va $0 - \tau$ oralikda), ushbu tenglama kelib chiqadi:

$$V^2 + 2 \frac{R_{ft} \cdot F}{r_0 x_0} \cdot V = 2 \frac{\Delta p F^2}{\mu r_{ch} x_{ch}} \cdot \tau \quad (6)$$

Olingan ushbu tenglama siqiladigan va siqilmaydigan cho'kmalar uchun qo'llasa bo'ladi va u fil'trat hajmi ortishi bilan fil'trlash tezligi kamayishini ko'rsatadi.

(5) tenglamani fil'trlash vaqti τ ga nisbatan yechsak, ushbu ifodaga erishiladi:

$$\tau = \frac{\mu x_q r_q}{2 \Delta p} \left(\frac{V}{F} \right)^2 + \frac{R_{ft} \cdot V}{\Delta p \cdot F} \quad (7)$$

yoki (2) ni hisobga olsak

$$\tau = \frac{\mu r_{ch}}{2 \Delta p x_{ch}} h_q^2 + \frac{R_{ft}}{\Delta p x_{ch}} h_{ch} \quad (8)$$

Shunday qilib, fil'trlash vaqti olingan fil'trat hajmi kvadratiga to'g'ri proporsionaldir.

Oxirgi tenglamani fil'trning solishtirma ish unumdorligi ($V_f = V/F$) ga nisbatan yechsak, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$V_f = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\mu x_{ch} r_{ch}} \tau + \left(\frac{R_{ft}}{\mu x_{ch} r_{ch}}\right)^2} - \frac{R_{ft}}{\mu x_{ch} r_{ch}} \quad (9)$$

Qzgarmas tezlik $v = \mathbf{const}$ holat uchun (4) dan ushbu tenglamani olamiz:

$$V^2 \mu x_{ch} r_{ch} + R_{ft} V F \mu = \Delta F^2 \tau \quad (10)$$

yoki

$$V^2 + \frac{R_{ft} \cdot F}{r_{ch} x_{ch}} V = \frac{\Delta p F^2}{\mu r_{ch} x_{ch}} \tau$$

bu tenglamadan:

$$\Delta p = \mu x_{ch} r_{ch} \left(\frac{V}{F}\right)^2 \frac{1}{\tau} + \mu R_{ft} \left(\frac{V}{F}\right) \frac{1}{\tau} \quad (11)$$

yoki

$$\Delta p = \mu x_{ch} r_{ch} w^2 + \mu R_{ft} w$$

Shunday qilib, fil'trlash vaqti ortishi bilan bosimlar farqi ko'payadi:

$$\tau = \frac{\mu x_{ch} r_{ch} \left(\frac{V}{F}\right)^2}{\Delta p} + \frac{R_{ft} V}{\Delta p F} \quad (12)$$

ya'ni olingan fil'trat hajmi kvadratiga to'g'ri proporsional.

Fil'trning solishtirma ish unumdorligi (m^3/m^2):

$$V_f = \sqrt{\frac{\Delta p}{\mu x_{ch} r_{ch}} \tau + \left(\frac{R_{ft}}{2\mu x_{ch} r_{ch}}\right)^2} - \frac{R_{ft}}{2\mu x_{ch} r_{ch}} \quad (13)$$

Amalda cho'kma hajmining fil'trat hajmiga nisbati x_{ch} , cho'kma qatlamining solishtirma hajmiy qarshiligi r_{ch} va fil'tr to'siq qarshiliklari tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Agar, $F = 1 \text{ m}^2$ bo'lgan hol uchun (5) tenglamani ushbu ko'rinishda yozish mumkin:

$$V^2 + 2CFV = 2KF^2\tau \quad (14)$$

bu yerda S - fil'tr to'siq gidravlik qarshiligini xarakterlovchi fil'trlash konstantasi, m^3/m^2 ; K - fil'trlash rejimi va suyuqlikdagi cho'kmaning fizik-kimeviy xossalari hisob oluvchi fil'trlash konstantasi, m^2/s .

$$C = \frac{R_{ft}}{r_{ch} \cdot x_{ch}} \quad (15)$$

$$K = \frac{2\Delta p}{\mu r_{ch} x_{ch}} \quad (16)$$

Agar, (14) tenglamaga o'zgartirish kiritsak, ushbu ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\frac{\tau}{V} = \frac{2V}{K} + \frac{2C}{K} \quad (17)$$

Ko'rinib turibdiki, (15) tenglik abstsissaga α qiya burchak ostida joylashgan to'g'ri chiziq tenglamasi. Ushbu burchak tangensi $\operatorname{tg} \alpha = 2/K$ teng va u ordinata o'qida $m = 2S/K$ kesmani ajratadi (7-rasm).

Ushbu to'g'ri chiziqni qurish uchun abstsissa o'qiga o'lchangan V_1, V_2, \dots, V_n qiymatlari, ordinata o'qiga esa - $\tau_1/V_1, \tau_2/V_2, \dots, \tau_n/V_n$ larning tegishli qiymatlari qo'yiladi.

So'ng, aniqlangan K va S qiymatlar yordamida (14) va (13) tenglamalardan r_{ch} va R_{ft} lar topiladi. Cho'kma va fil'trat hajmlarini o'lchash natijasida esa - x_{ch} qiymati topiladi.

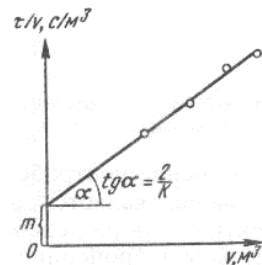
Ishlash printsipiga qarab, fil'trlar quyidagilarga bo'linadi: o'zgarmas bosimlar farqi yoki o'zgarmas fil'trlash tezligida ishlaydigan fil'trlar; fil'tr to'siqda hosil qiladigan bosimlar farqiga qarab, vakuum yoki ortiqcha bosim ostida ishlaydigan qurilmalar; jarayonni tashkil etishga qarab, uzlukli yoki uzluksiz ishlaydigan qurilmalar.

Bosim ostida ishlaydigan qurilma bir necha turga, ya'ni gidrostatik bosim, nasos yoki kompressor yordamida hosil qilingan, vakuum va markazdan qochma kuch ta'sirida hosil bo'lgan bosimlarda ishlaydigan fil'trlarga bo'linadi.

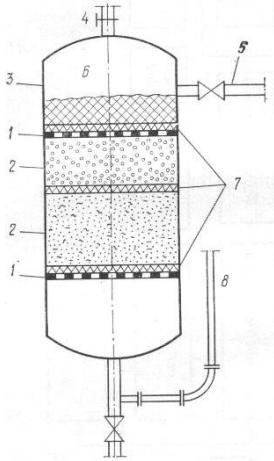
Texnologik maqsadlarga qarab, qurilmalar ikki turga bo'linadi: a) suyuqliklarni tozalash fil'trlari; b) gazlarni tozalash fil'trlari.

Fil'tr to'siqlarning turiga qarab, donasimon materiallar, turli gazlamalar va qattiq materiallar (keramika, to'r) yordamida turli jinsli sistemalarni tozalaydigan **fil'trlarga** bo'linadi.

Qumli fil'tr. Bu qurilma donasimon materialli fil'trlar guruhiga oid (8-rasm).



7-rasm. Fil'trlash konstantasini aniqlashga doir.



8-rasm. Qumli fil'tr.

1 - turli disklar; 2 - Qum; 3 - Qobiq; 4 - havo jo'mragi; 5 - suspenziya kirish trubasi; 6 - paxta; 7 - fil'trlovchi to'qima; 8 - fil'tratni chiqarish trubasi.

Bu turdagi fil'trlar suspenziya tarkibida qattiq faza miqdori kam bo'lgan hollarda, ya'ni oziq-ovqat sanoatida suvni fil'trlash va liker-arok korxonalarida keng ko'lamda ishlatiladi.

Fil'trning tsilindrik qobig'ida ikkita to'rtli disk bo'lib, ular qurilmani 3 qismga ajratadi: yuqori - suspenziya oqib kiruvchi, o'rta - fil'trlovchi va quyi - yig'uvchi. Ikkala disk orasida fil'trlovchi qum qatlami joylashgan bo'lib, u yirik va mayda fraktsiyalardan iborat bo'ladi. Fraktsiyalar fil'tr to'qima bilan ajratilgan. Yuqori va quyi disklar ham fil'tr to'qima bilan qoplangan bo'ladi. Fil'trlanuvchi suyuqlik 0,02...0,03 MPa bosimda qurilma tepasidan yuboriladi, fil'trat esa pastki qismdan chiqariladi.

Fil'trlash tezligi $250...750 \text{ kg/ (m}^2 \cdot \text{soat)}$.

Ushbu fil'tr tuzilishi sodda, fil'trlash sifati

esa – yuqori.

Lekin, hajm birligida fil'trlovchi yuza kam va jarayon tezligi past bo'lgani uchun, fil'trning ish unumdorligi juda kichik. Undan tashqari, fil'tr - qumni almashtirish qiyin va ko'p vaqt talab qiladi.

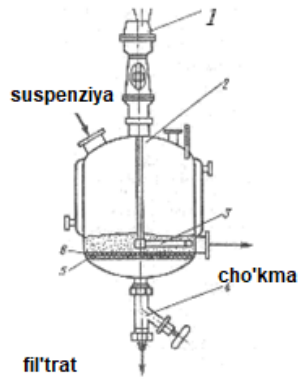
Nutch - fil'tr vakuum yoki ortiqcha bosim ostida ishlashi mumkin (9-rasm). Cho'kmani chiqarib tashlash uchun fil'trga bir parrakli aralashtirgich o'rnatilgan.

Suspenziya va siqilgan havo alohida shtutserlar orqali uzatiladi. Olingan fil'trat esa, to'kish jumragi 4 orqali chiqariladi. Undan tashqari, fil'trga saqlovchi jo'mrak ham o'rnatilgan.

Fil'trning ish tsikli quyidagi bosqichlardan iborat: suspenziya bilan to'ldirish; bosim ostida fil'trlash; fil'tr to'siqdan cho'kmani tushirish; fil'tr to'siqni qayta tiklash. Bunday fil'trlarda cho'kmani yuvish jarayonini ham bir vaqtda o'tkazsa bo'ladi.

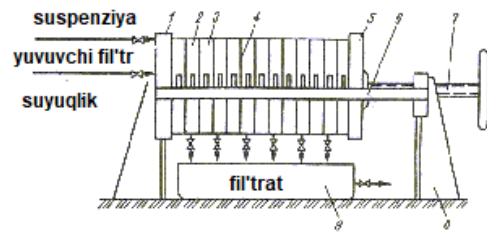
Suspenziyalarni fil'trlash paytida fil'tr to'siq sifatida karton, bel'ting va sintetik tolalarni qo'llash mumkin. Sintetik tolalarning afzalligi shundaki, ular yuqori mexanik mustahkamlik, termik va kimyoviy chidamlilikka ega. Sintetik tolalardan, zichligi asta - sekin o'zgaradigan, fil'tr to'siqlar tayyorlash mumkin.

Bunday fil'tr qattiq faza miqdori kam bo'lgan suspenziyalarni fil'trlashda juda qo'l keladi, chunki zarrachalar uning butun balandligi bo'ylab cho'kadi. Fil'trning tashqi qatlamida yirik, ichki qatlamlarida esa mayda zarrachalar ushlanib qoladi. Bunday selektiv fil'trlash jarayon tezligi yuqori bo'lishi, kovakchalar yuzasini to'lib qolish oldini oladi va fil'trning xizmat muddatini uzaytiradi.



9-rasm. Aralashtirgichli nutch – fil'tr.

1-uzatma; 2-fil'tr qobig'i; 3-aralashtirgich; 4-to'kish jo'mragi; 5-fil'tr to'siq; 6-fil'trlovchi to'qima.



10-rasm. Romli fil'tr - press.

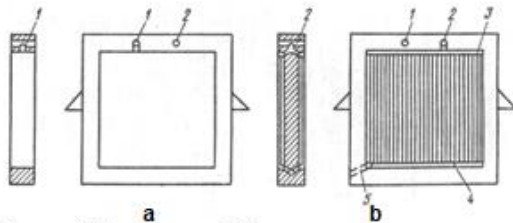
- tayanch plita, 2 - rom; 3 - plita; 4 - fil'tr to'siq; 5 - harakatchan plita; 6 - gorizontal yo'naltiruvchi; 7 - vint; 8 - stanina; 9 - tarnov.

Romli fil'tr - press. Bunday fil'trlar suspenziyalar (masalan: vino, pivo, sut mahsulotlar) ni tozalash uchun qo'llaniladi (10-rasm).

Fil'trlovchi blok orasida fil'tr to'qima yoki karton joylashgan almashuvchi rom va plitalardan tashkil topgan. Rom va plitalar yo'naltiruvchi 6 da siquvchi vint 7 yordamida qisib qo'yiladi. Odatda fil'tr metall stanina 8 da o'rnatiladi.

Har bir rom va plitada suspenziyani kiritish va yuvish suyuqligini chiqarish kanallari bor (11-rasm). Plitalarning ikkala tomonida yig'uvchi kanallar 4 bo'lib, yuqori qism drenaj va pastki qismi esa, aylanma kanallar bilan ulangan.

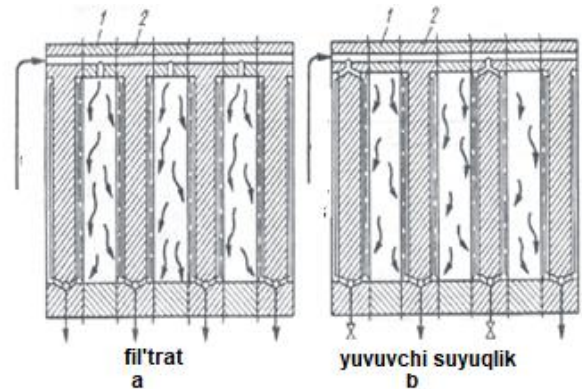
Suspenziya bosim ostida kanal orqali romning ichkarisiga fil'tr materialdan o'tadi (12 a-rasm), keyin esa yuzasidagi kanalchalar orqali pastga tushadi.



11-rasm. Fil'tr - press romi (a)

va plitasi (b).

1, 2 - suspenziya va yuvish suyuqligi kirish kanallari; 3 - drenaj kanali; 4 - yig'ish kanali; 5 - aylanma kanal.



12-rasm. Romli fil'tr - press ishlash sxema.

Fil'trat plitaning pastki qismida joylashgan kanalcha orqali chiqib, umumiy tarnovga tushadi. Romning ikkala tomoni cho'kma bilan to'lganda, fil'trlash jarayoni to'xtatiladi va teskari yo'nalishda yuqori bosimli suyuqlik yuborilib, cho'kma yuviladi va aylanma kanallar orqali chiqariladi. SHundan keyin yuvish uchun suv yuboriladi va jarayon tugagach plita chapga surilib, cho'kma to'kiladi. (12 b-rasm)

Fil'tr - pressning ish tsikli ushbu jarayonlardan iborat: ishga tayyorlash; fil'trlash; yuvish; cho'kmani to'kish. Davriy ishlaydigan fil'tr qurilmalarda yordamchi jarayonlarni bajarish uchun ish tsiklining 30% ga yaqin vaqti sarflanadi

va cho'kmani to'kish ko'p mehnat talab qiladi. Bu turdagi fil'trlarda fil'tr to'qimalar sarfi katta va ularni almashtirish qiyin. Uzlüksiz ishlaydigan qurilmalarda ushbu kamchiliklar bartaraf etilgan, chunki bu fil'trlarda fil'trlash, cho'kmani quritish, yuvish, ajratish jarayonlari bir vaqtda sodir bo'ladi.

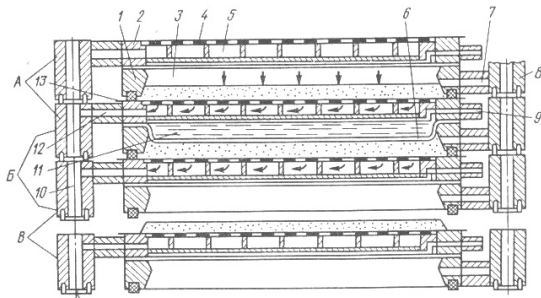
Fil'tr - press (FPAKM). Bunday fil'trda cho'kmani to'kish mexanizatsiyalashgan. Ushbu qurilma kamerali, avtomatlashtirilgan fil'tr bo'lib, temperaturasi 80°S, konsentratsiyasi 10...500 kg/m³ li mayin dispers suspenziyalarni ajratish uchun qo'llaniladi. Bu turdagi fil'tr davriy ishlaydigan bo'ladi.

Ko'pincha bu fil'tr - presslarda bir - biriga zich joylashgan bir qator to'rtburchak shakldagi fil'trlardan iborat (13-rasm).

To'rtburchak fil'rlarning bunday joylashuvi solishtirma fil'trlash yuzasining ko'payishiga olib keladi.

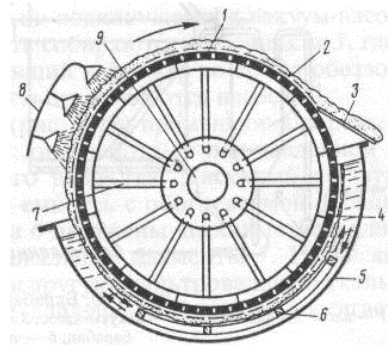
Agar fil'tr *A* holatda bo'lsa, kollektor 8 dan kamera ga ajratish uchun suspenziya, yuvish uchun suyuqlik va cho'kmani qisman quritish uchun siqilgan havolar ketma - ket keladi. So'ng fil'trat, yuvish suyuqligi va havo kanallar 12 orqali kollektor 10 ga chiqariladi.

Fil'trning *B* holatida kanallar 9 orqali bo'shliq 11 ga bosim ostida suv uzatiladi. Natijada egiluvchan elastik diafragma *G* yordamida cho'kma siqiladi.



13-rasm. Gorizontaal kamerali fil'tr - press (FPAKM).

1-pastki plita; 2-topa plita; 3-suspenziya va cho'kma uchun bo'shliq; 4-teshikli disk; 5-fil'trat uchun bo'shliq; 6-egiluvchan diafragma; 7, 9, 12-kanallar; 8-suspenziya uchun kollektor; 10-fil'tratni chiqarish kollektori; 11-suv uchun bo'shliq; 13-fil'tr to'qima.



14-rasm. Barabanli vakuum - fil'tr.

1-teshikli baraban; 2-fil'tr to'qima; 3-cho'kmani kesib turuvchi pichoq; 4-sektsiya; 5-tog'ora; 6-aralastirgich; 7-truba; 8-suyuqlik purkagich; 9-bosh taqsimlagich.

Undan keyin, *V* holatda plitalar suriladi va hosil bo'lgan tirqishlardan cho'kma to'kiladi.

Barabanli vakuum - fil'tr. Bu turdagi fil'trlar konsentratsiyasi 50 ... 500 kg/m³ bo'lgan suspenziyalarni uzluksiz ravishda ajratish uchun ishlatiladi (14-rasm). Qattiq zarrachalar kristall, tolali amorf va kolloid tuzilishga ega bo'lishi mumkin. Fil'tr ish unumdorligi qattiq zarrachalar tuzilishiga bog'liq va yuqorida keltirilgan ketma - ketlikda pasayib boradi.

Fil'trning asosiy qismi gorizontaal baraban bo'lib, u elektr yuritkich

yordamida asta - sekin aylantiriladi. Odatda uning 0,3...0,4 qismi suspenziyali tog'oraga tushib turadi. Tog'ora ichida silkinib turuvchi aralashtirgich suspenziya tarkibini bir xil bo'lishini ta'minlaydi, ya'ni uning tarkibidagi zarrachalarni cho'kmaga tushishiga to'sqinlik qiladi. Baraban ikkita tsilindrdan tuzilgan bo'ladi. Tashqi tsilindr elaksimon bo'lib, uning ustiga sim to'r tortilgan.

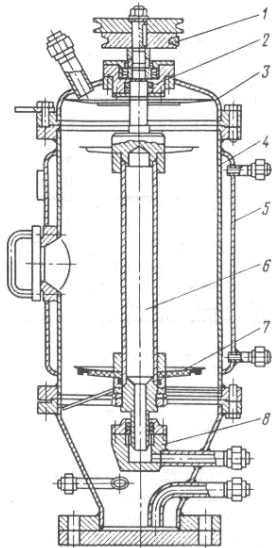
Sim to'rning usti esa, fil'tr to'qima bilan qoplangan. Barabanning fil'trlovchi to'siqlaridan fil'trat vakuum ostida so'rib olinadi. Fil'trning ustida suspenziyadagi qattiq zarrachalar cho'kma qatlamini hosil qiladi. Bu cho'kma pichoq yordamida barabanning ustki qismidan uzluksiz ravishda kesib olinadi. Barabanning ichki qismi to'siqlar yordamida alohida sektorlarga bo'lingan. Kanallar esa fil'trlash jarayonining hamma tsikllarini bevosita fil'tr ishlashini boshqaruvchi bosh taqsimlagich bilan birlashtirilgan. Bosh taqsimlagichda ikkita disk bo'lib, biri aylanma harakat qilsa, ikkinchisi - qo'zg'almasdir. Qo'zg'almas diskdagi teshiklar trubalar orqali vakuum – nasos, hamda fil'tratni ajratib oluvchi va yuvuvchi suyuqlik bilan cho'kmani ajratish va fil'tr to'qimani tozalash uchun siqilgan havo beruvchi kompressor bilan ulangan bo'ladi.

Aylanuvchi diskning har bir teshigi birin-ketin qo'zg'almas diskning teshiklari bilan ulanadi. Shuning uchun baraban bir marta aylanganida, fil'trlash jarayonining hamma bosqichlari bajariladi. Birinchi bosqichda baraban sektsiyalari vakuum – nasos bilan ulanadi va fil'trat idishga tushadi. Keyingi bosqichda baraban sektsiyalari yuvuvchi suyuqlik bilan ulanadi va cho'kma yuviladi. Oxirgi bosqichda baraban sektsiyalari siqilgan havo trubalari bilan ulanib, cho'kma quritiladi va fil'trlash yuzasi tozalanadi.

Bu turdagi fil'trlarning ishchi yuzasi 5...150 m³ bo'ladi. Kamchiliklari: fil'trlash yuzasi katta bo'lgani uchun ko'p joy egallaydi; fil'trning narxi qimmat bo'ladi.

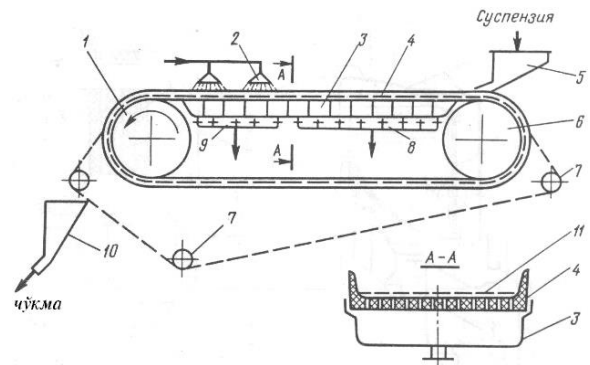
Diskli fil'tr. Bu fil'trlar mayin dispers suspenziyalarni ajratish uchun mo'ljallangan bo'lib, qo'shimcha moddalar o'tirindi qatlami bilan bosim ostida ishlaydi. Isitadigan g'illofli vertikal idish ko'rinishiga ega bo'lgan diskli fil'trlarda ishchi bosim - 0,5 MPa, g'ilof ichidagi bosim esa – 0,3 MPa. Fil'tr ichida g'ovak o'q 6 bo'lib unga metalldan yasalgan teshikli disk fil'tr element 7 lar o'rnatilgan (14-rasm). Disk-lar, o'z navbatida, polipropilen yoki boshqa fil'tr to'qima bilan qoplanib, halqasimon qiskichlar yordamida mahkamlanadi. Diskli fil'trlarda qisman quritilgan cho'kmani markazdan qochma kuch yordamida to'kish imkoniyati bor. Fil'trlovchi disklar o'rnatilgan ichi bo'sh o'q elektr - yoki gidravlik yuritkich yordamida aylantiriladi. Aylanish chastotasi 250 min⁻¹ bo'lib, teflon sal'nik yordamida zichlanadi. Fil'trlashdan avval suspenzatorida qo'shimcha moddalardan suspenziya tayyorlanadi va fil'trlovchi elementlarga o'tirindi cho'kma hosil qilinadi. Buning uchun, fil'trlovchi elementlarda 15...30 mm qalinlikda o'tirindi cho'kma paydo bo'lmaguncha, nasos yordamida tayyor suspenziya uzatiladi.

Fil'trat fil'trlovchi diskdan o'tib, g'ovak o'qdagi teshiklar orqali ichi bo'sh o'qqa tushadi va fil'trdan suspensizatorga chiqariladi. Xuddi shu yo'sinda suspenziya fil'trlanadi. Jarayon tugagandan so'ng, cho'kma yuviladi va havo yordamida qisman quritiladi.



14-rasm. Diskli fil'tr.

- 1 - shkv; 2 - sal'nikli ³qistirma;
3 - qopqoklar; 4 - fil'tr qobiq; 5 - g'ilof; 6 -
g'ovak o'q; 7 - fil'trlovchi element; 8 -
podpyatnik.



15-rasm. Lentali vakuum - fil'tr.

- 1 - uzatuvchi baraban; 2 - purkagich; 3 -
vakuum-kamera; 4 - rezina lenta; 5 - nov; 6
- taranglovchi baraban; 7 - taranglovchi
g'ildirakchalar; 8 - fil'trat chiqarish
kollektori; 9 - yuvuvchi suvni chiqarish
kollektori; 10 - cho'kma yig'gich; 11- fil'tr
to'qima.

Lentali fil'tr. Bu fil'tr rom, uzatuvchi 1 va taranglovchi 6 barabanlardan, hamda ikki baraban orasiga tortilgan teshikli, cheksiz uzunlikdagi rezina lenta 4 dan tarkib topgan (15-rasm).

Teshikli rezina lenta ostida vakuum - kamera 3 bo'lib, u pastki qismi bilan fil'trat 8 va yuvuvchi suyuqlik chiqarish kollektorlari 9 bilan ulangan. Hosil qilinayotgan vakuum hisobiga lenta vakuum - kameraning tepa qismiga yopishib turadi.

Fil'tr to'qima esa, taranglovchi g'ildirakchalar 7 yordamida cheksiz rezina lentaga siqib qo'yiladi.

Fil'tr to'qimaga nov 5 dan suspenziya uzatiladi. Fil'trat vakuum ostida kameralarga va kollektor orqali yig'gichga yuboriladi. Hosil bo'lgan cho'kmaga purkagich 2 dan yuvuvchi suv beriladi va kameralarga so'rib olinib, so'ng kollektor 9 orqali yig'gich 10 ga chiqariladi.

Uzatuvchi barabanda fil'tr to'qima rezina lentadan ajraydi va yo'naltiruvchi g'ildirakchani aylanib o'tadi. Shunda, cho'kma fil'tr to'qimadan sirpanib tushadi va cho'kma yig'gichga to'kiladi. Fil'tr to'qima ikkita g'ildirakcha 7 lar orasidan o'tguncha yuviladi, quritiladi va tozalanadi.

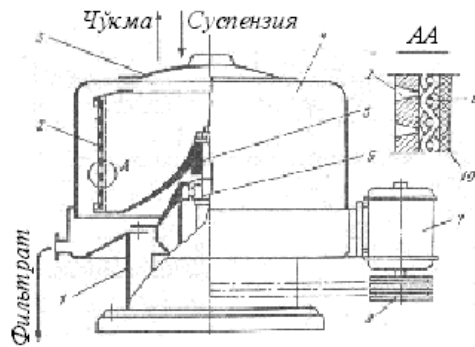
Fil'trlovchi tsentrifugal davriy va uzluksiz ishlaydigan bo'lib, o'qining joylashiga qarab vertikal va gorizontaal bo'ladi. Jarayon mobaynida hosil bo'ladigan

cho'kmani to'kishiga qarab - qo'lda to'kadigan, gravitatsion, markazdan qochma va uzilib - uzilib to'kadigan tsestrifugalarga bo'linadi.

Davriy ishlaydigan fil'trovchi tsestrifugada suspenziya baraban tepasidan yuklanadi (16-rasm). Suspenziya yuklangandan so'ng baraban harakatga keltiriladi, ya'ni aylantirib boshlanadi. Markazdan qochma kuch ta'sirida suspenziya baraban devoriga ulotiriladi. Suyuq dispersion faza fil'tr to'siq orqali o'tadi, cho'kma esa unda ushlanib qoladi. Fil'trlash tsikli tugaganda so'ng, cho'kma qopqoq 3 orqali qo'l yordamida olib tashlanadi.

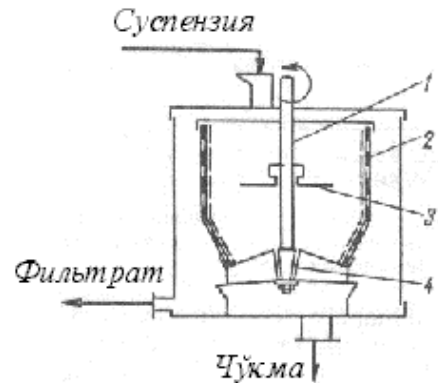
Cho'kmani o'zi to'kadigan tsestrifugada cho'kma gravitatsion kuch ta'sirida qurilmadan chiqarib yuboriladi (17-rasm).

Odatda bunday tsestrifugalari teshikli baraban o'rnatilgan vertikal o'qli qilib yasaladi. Baraban kichik chastota bilan aylanganda suspenziya yuklovchi diskka beriladi. Barabanning pastki qismi konussimon shaklda bo'lib, konuslik burchagi cho'kmaning tabiiy qiyalik burchagidan ortiq qilinadi. Fil'trlash tsikli tamom bo'lganda va baraban to'liq to'xtaganidan so'ng og'irlik kuchi ta'sirida cho'kma



16-rasm. Davriy ishlaydigan fil'trovchi tsestrifuga.

1 - stanina; 2 - teshikli baraban; 3 - qopqoq; 4 - qobiq; 5 - gupchak; 6 - podshipnik; 7 - elektr yuritkich; 8 - kamar uzatmali shkiv; 9 - drenaj turi; 10 - fil'tr to'qima.



17-rasm. Cho'kmani gravitatsion kuch ta'sirida to'kadigan tsestrifuga.

1 - o'q; 2 - baraban; 3 - taqsimlovchi disk; 4 - tayanch vtulka.

baraban devoridan sirpanib tushadi va qurilma tubidagi shtutser orqali chiqariladi.

Uzluksiz ishlaydigan, markazdan qochma kuch ta'sirida cho'kmani to'kadigan tsestrifuga konussimon teshikli baraban va uning ichida aylanuvchi shneklardan tarkib topgan. Shnekning aylanish tezligi barabannikidan ozgina kam bo'ladi. Shnek aylanishi davrida uning o'ramlari barabanda o'tirib qolgan cho'kmani pastga olib tushadi. Cho'kmani to'kish markazdan qochma kuch ta'sirida amalga oshiriladi. SHuni alohida ta'kidlash kerakki, markazdan qochma kuch ta'sirida to'kish paytida cho'kma maydalanmaydi va uning tuzilishi buzilmaydi.

Nazorat uchun savollar.

- 1.Sanoatda aralashtirish usullari.
- 2.Mexanik aralashtirishning ishlash prinsiplari.
3. Parrakli, propellerli aralashtirgichlar.
4. Turbinali, shnekli aralashtirgichlar.
5. Diffuzorli aralashtirgich.
- 6.Tsirkulyatsion aralashtirish.
7. Aralashtirish usullari.
8. Parrakli, propellerli, turbinali, shnekli, diffuzorli aralashtirgichlar.
9. Turli jinsli tizimlarning turlari va ularni ajratish usullari.
10. Gravitatsion cho'ktirish.