

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV nomidagi
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

ASOSIY TEXNOLOGIK JARAYON VA QURILMALAR

*fanidan kurs ishlarini bajarish uchun 5320300 – «Texnologik mashinalar va
jihozlar» o‘quv yo‘nalishi talabalari uchun uslubiy ko‘rsatma*

Toshkent - 2018

Asosiy texnologik jarayon va qurilmalar fanidan kurs ishlarini bajarish uchun 5320300 – «Texnologik mashinalar va jihozlar» o‘quv yo‘nalishi talabalari uchun uslubiy ko‘rsatma / Tuzuvchilar: S.G. Zakirov, Q.F. Karimov. Toshkent, ToshDTU. 2018. 28 b.

Ushbu uslubiy ko‘rsatma 5320300 o‘quv yo‘nalishining o‘quv rejasiga asosan tuzilgan. Ko‘rsatma "Asosiy texnologik jarayonlar va qurilmalar" fanidan bakalavrlar kurs ishini bajarishi uchun mo‘ljallangan. Unda birinchi bor trubkali absorberlarni hisoblash ko‘rsatilgan, uslubiy ko‘rsatma bir necha yillar davomida o‘tilgan mashg‘ulotlar tajribasiga asoslangan.

Uslubiy ko‘rsatmada absorberning asosiy o‘lchamlari – balandligi, diametri, modda almashinish yuzasini hisoblash ko‘rsatilgan. Uslubiy ko‘rsatma IOT 2016-7-26 innovatsion ilmiy-tadqiqot ishi natijasi bo‘yicha yaratilgan.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashining qaroriga ko‘ra chop etildi.

Taqrizchilar: Toshkent kimyo texnologiya instituti dotsenti, t.f.n. Adinayev X.
Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti, t.f.d. Safarov J.E.

1. UMUMIY MA'LUMOTLAR

Gaz yoki bug'larni gaz yoki bug'li aralashmalardagi komponentlarining suyuqlikda yutilish jarayoni **absorbsiya** deb nomlanadi. yutilayotgan gaz yoki bug' **absorbktiv**, yutuvchi suyuqlik esa – **absorbent** deb ataladi. Ushbu jarayon selektiv va qaytar jarayon bo'lib, gaz yoki bug' aralashmalarini ajratish uchun xizmat qiladi.

Absorbktiv va absorbentlarning o'zaro ta'siriga qarab, absorbsiya jarayoni 2 ga bo'linadi: fizik absorbsiya; kimyoviy absorbsiya (yoki xemosorbsiya).

Fizik absorbsiya jarayonida gazning suyuqlik bilan yutilishi paytida kimyoviy reaksiya yuz bermaydi, ya'ni kimyoviy birikma hosil bo'lmaydi. Agar, suyuqlik bilan yutilayotgan gaz kimyoviy reaksiyaga kirishsa, bunday jarayon **xemosorbsiya** deyiladi.

Ma'lumki, fizik absorbsiya ko'pincha qaytar jarayon bo'lgani sababli, ya'ni suyuqlikka yutilgan gazni ajratib olish imkonini bo'ladi. Bunday jarayon **desorbsiya** deb nomlanadi. Absorbsiya va desorbsiya jarayonlarini uzluksiz ravishda tashkil etish, yutilgan gazni sof holda ajratib olish va absorbentni ko'p marta ishlatish imkonini beradi.

Absorbsiya jarayoni sanoat korxonalarida uglevodorodli gazlarni ajratish, sulfat, azot, xlorid kislotalar va ammiakli suvlarni olishda, gaz aralashmalaridan qimmatbaho komponentlarni ajratish va boshqa hollarda keng miqyosda ishlatiladi.

Absorbsiya jarayoni ishtirok etadigan texnologiyalarni qurilmalar bilan jihozlash murakkab emas. Shuning uchun, kimyo, oziq - ovqat va boshqa sanoatlarda absorberlar ko'p qo'llaniladi.

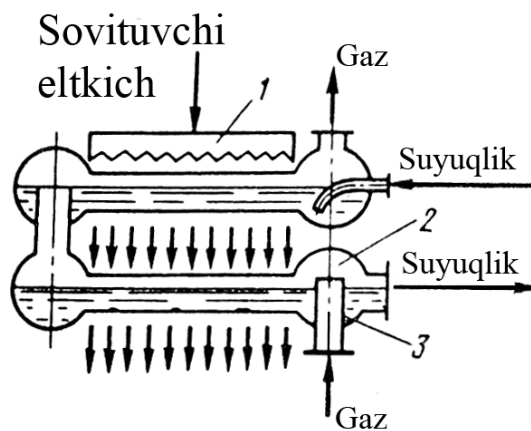
Absorberlar konstruksiyalari

Absorbsiya jarayoni fazalarni ajratuvchi yuzada sodir bo'ladi. Shuning uchun ham, suyuqlik va gaz fazalar to'qnashuv qiladigan absorberlar yuzasi iloji boricha katta bo'lishi kerak. Massa almashinish yuzalarini tashkil etish va loyihalash bo'yicha absorberlar 4 guruhga bo'linadi: sirtiy va yupqa qatlamli absorberlar; nasadkali absorberlar; barbotajli absorberlar; purkovchi absorberlar.

Sirtiy absorberlarda harakatlanayotgan suyuqlik ustiga gaz uzatiladi. Bunday qurilmalarda suyuqlik tezligi juda kichik va to'qnashuv yuzasi kam bo'lgan uchun bir nechta qurilma ketma - ket qilib o'rnatiladi.

Suyuqlik va gaz qarama - qarshi yo'nalishda harakatlantiriladi. 1.1 - rasmda gorizontal quvurlardan tarkib topgan yuvilib turuvchi absorber

tasvirlangan. Quvurlar ichida – suyuqlik oqib o'tsa, unga teskari yo'nalishda gaz harakat qiladi. Quvurlar ichidagi suyuqlik sathi ostonaga yordamida bir xil balandlikda ushlab turiladi.



1.1-rasm. Sirti absorber.

1 - taqsimlagich; 2- truba; 3- ostonaga.

Absorbsiya jarayonida hosil bo'layotgan issiqlikni ajratib olish uchun quvurlar taqsimlash moslamasi 2 dan oqib tushayotgan suv bilan yuvilib turadi. Sovutuvchi suvni bir me'yorda taqsimlash uchun tishli taqsimlagich 1 qo'llaniladi. Bu turdagi absorberlar yaxshi eriydigan gazlarni yutish uchun ishlatiladi.

Yupqa qatlamli absorberlar ixcham va yuqori samaralidir. Bu absorberlarda fazalarning to'qnashish yuzasi oqib tushayotgan suyuqlik yupqa qatlami yordamida hosil bo'ladi. yupqa qatlamli qurilmalar guruhiga quvurli, list-nasadkali, ko'tariladigan qatlamli absorberlar kiradi.

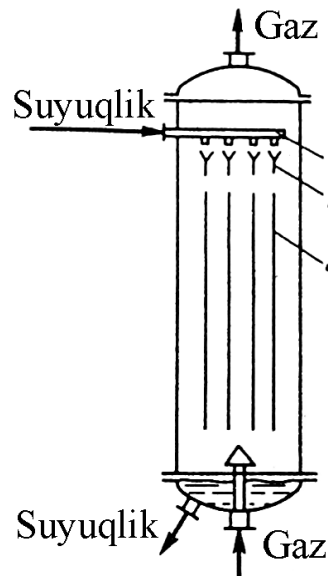
Quvurli absorberlarda suyuqlik vertikal quvurlarning tashqi yuzasidan pastga qarab oqib tushsa, gaz faza esa qarama - qarshi yo'nalishda yuqoriga qarab harakatlanadi. Qolgan turdagi absorberlarda ham fazalarning harakat yo'nalishi trubali absorberlarnikiga o'xshashdir.

Trubali absorberlar tuzilishiga qarab qobiq - trubali issiqlik almashinish qurilmasiga o'xshaydi. Qurilmada hosil bo'lgan issiqlikni ajratib olish uchun quvurlar ichiga suv yoki boshqa sovuqlik eltkich yuboriladi.

1.2-rasmda tekis, parallel nasadkali absorber tasvirlangan.

Nasadkalar vertikal listlar ko'rinishida bo'lib, absorber hajmini bir nechta seksiyaga bo'ladi. Absorberga suyuqlik quvur orqali uzatiladi va taqsimlash moslamasi yordamida nasadkaga taqsimlanadi. Natijada tekis listning ikkala tomoni ham suyuqlik bilan yuvilib turadi. Gaz va yupqa

qatlamli suyuqliklarning nisbiy harakat tezligiga qarab, suyuqlik yupqa qatlami pastga oqib tushishi yoki gaz oqimiga ilakishib, tepaga ham harakatlanishi mumkin. Agar, fazalar oqimining tezligi ko'paysa, massa berish koeffitsiyentining qiymati va fazalar to'qnashish yuzasi oshadi. Bunga sabab, chegaraviy qatlamning turbulizatsiyasi va unda uyurmalar hosil bo'lishidir.



1.2- rasm. yupqa qatlamli absorber.

1 - truba; 2 – taqsimlash moslamasi; 3 – tekis parallel nasadka.

Yupqa qatlamning o'rtacha tezligi ushbu tenglamadan topilishi mumkin:

$$w_{yp} = \sqrt[3]{\frac{gL_c^2}{3\rho\mu}} \quad (1.1)$$

bu yerda L_c – to'kish moslamasi perimetrining suyuqlik bilan solishtirma purkalish zichligi, $\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$; ρ - suyuqlik zichligi, kg/m^3 ; μ - suyuqlik dinamik qovushoqligi, $\text{Pa}\cdot\text{s}$.

Yupqa qatlam yaqinidagi suyuqlikning tezligi:

$$w = 1,5 \cdot w_{yp} \quad (1.2)$$

yupqa qatlamning qalinligi:

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot L_c \cdot \mu}{g\rho^2}} \quad (1.3)$$

Yupqa qatlamning harakat tezligi Reynolds kriteriysidan aniqlanadi:

$$Re = \frac{w_{yp} \cdot d_{\vartheta} \cdot \rho}{\mu} \quad (1.4)$$

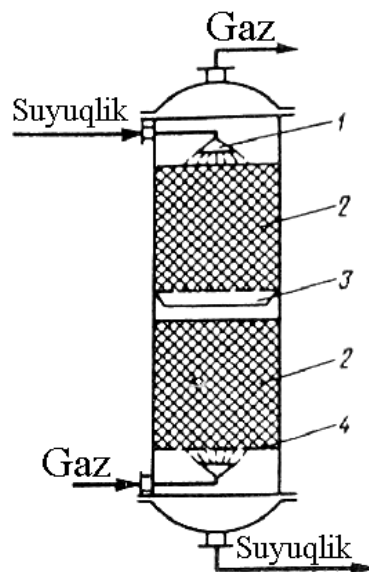
bu yerda d_e – yupqa qatlamning ekvivalent diametri, m.

yupqa qatlamning ekvivalent diametri:

$$d_{\vartheta} = \frac{4\Pi \cdot \delta}{\Pi} = 4\delta \quad (1.5)$$

bu yerda P - suyuqlik oqib chiqayotgan to‘kish moslamasining perimetri, m.

Nasadkali absorberlar. Turli shaklli qattiq nasadkalar bilan to‘ldirilgan vertikal silindrsimon kolonnalarning tuzilishi sodda, ixcham va yuqori samarador bo‘lgani uchun sanoatda ko‘p ishlatiladi. Odatda, nasadkalar qatlami teshikli panjaralarga joylashtiriladi. Gaz faza teshikli panjara ostiga yuboriladi va undan o‘tib, qatlam orqali yuqoriga qarab harakatlanadi (1.3-rasm).



1.3- rasm. Nasadkali absorber.

1 – taqsimlagich; 2 - nasadka; 3 – suyuqlikni qayta taqsimlash moslamasi;
4 – teshikli panjara

Suyuqlik faza absorberning yuqori qismidan taqsimlash moslamasi 1 yordamida purkaladi va nasadka qatlamida gaz fazasi bilan o‘zaro ta’sir etadi. Qurilma samarali ishlashi uchun suyuq faza bir tekisda purkalishi va taqsimlanishi zarur. Bu turdagi absorberlarda nasadkalar ham suyuqlikni bir me’yorda taqsimlashga salmoqli xissa qo‘shadi. Nasadkalar quyidagi talablarga javob berish kerak: katta solishtirma yuzaga

ega bo'lishi; gaz oqimiga ko'rsatadigan gidravlik qarshiligi kichik bo'lishi; ishchi suyuqlik bilan yaxshi ho'llanilishi; absorber ko'ndalang kesim yuzasi bo'ylab suyuqlikni bir tekisda taqsimlashi; ikkala faza ta'siri ostida emirilmaydigan bo'lishi; engil va arzon bo'lishi kerak.

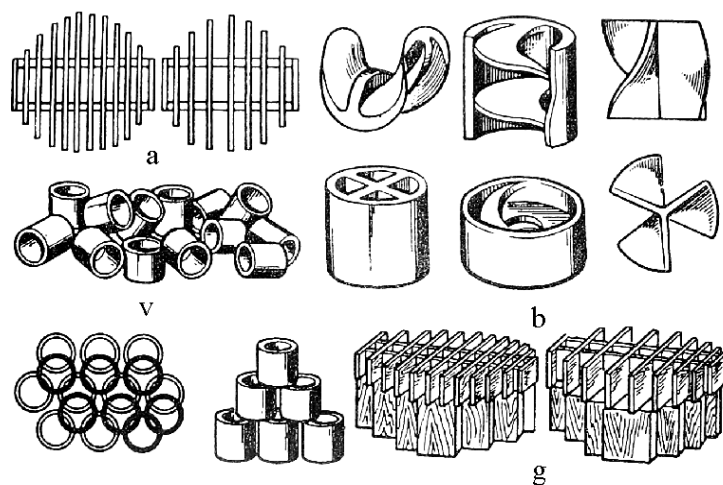
Sanoatda qo'llaniladigan nasadkalarining ba'zi bir turlari va ularni qurilmada joylash usullari 1.4-rasmda keltirilgan. Bu nasadkalarining ichida eng keng tarqalgan nasadka Rashig halqalaridir. Undan tashqari, keramik jism, koks, maydalangan kvars, polimer halqa, metall to'r va panjara, shar, propeller va parrak, egarsimon element va boshqa jismlar ishlatiladi.

Rashig halqalari 15x15x2,5; 25x25x3; 50x50x5 mm o'lchamli qilib yasaladi. Nasadkalarining geometrik xarakteristikasi bo'lib ekvivalent diametr hisoblanadi:

$$d_g = \frac{4V_{ox}}{a} \quad (1.6)$$

bu yerda V_{ox} – bo'sh hajm, m^3/m^3 ; a - solishtirma yuza, m^2/m^3 .

Rashig halqalarining o'lchamlari kattalashishi bilan solishtirma yuzasi 300; 204; 87,5 m^2/m^3 va bo'sh hajmi 0,7; 0,74; 0,785 m^3/m^3 miqdorlarga teng bo'ladi.



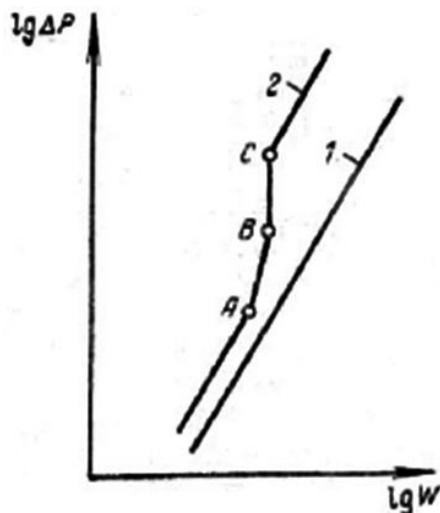
1.4-rasm. Nasadka turlari.

a – yassi parallel; b – keramik fasonli va ularni joylash usullari
(v – betartib; g – tartibli)

Nasadkali absorberlarda taqsimlovchi moslama orqali purkalayotgan suyuqlik, gazning kichik tezliklarida, nasadka ustida yupqa qatlam ko'rinishida oqadi. Nasadkaning ho'llangan yuzasi fazalarga to'qnashish yuza vazifasini bajaradi. Shuning uchun, nasadkali absorberlarni yupqa qatlamli qurilmalar deb qarash mumkin. Suyuq faza qurilmalar devori atrofida yig'ilib qolmasligi uchun nasadka bir necha seksiyaga

yuklanadi. Suyuqlikni bir tekisda taqsimlash uchun seksiyalar orasida qayta taqsimlash moslamalari oʻrnatiladi. Nasadkali kolonnalarda gaz va suyuqlik qarama - qarshi harakat qiladi.

Gidrodinamik rejimlar. Absorbsiya jarayonining samaradorligi gidrodinamik rejimlarga bogʻliq. Bu rejimlar uzatilayotgan suyuqlik miqdori (namlash zichligi) va gaz oqimining tezligi bilan belgilanadi. Qurilmada roʻy beradigan rejimlar nasadka gidravlik qarshiligini gaz oqimining sohta tezligiga bogʻliqlik funksiyasi sifatida tasvirlanadi (1.5-rasm).



1.5- rasm. Nasadka gidravlik qarshiligining kolonnadagi gaz tezligiga bogʻliqligi.

1 – quruq nasadka; 2 – namlangan nasadka.

1-rejim – **yupqa qatlamli rejim** - gaz oqimining tezligi kichik va uzatilayotgan suyuqlik miqdori kam boʻlganda roʻy beradi. Suyuqlik nasadka boʻylab yupqa qatlam koʻrinishida oqib tushadi. yupqa qatlamli rejim birinchi oʻtish nuqtasi (A nuqta, 1.5-rasm) da tamom boʻladi va u **osilib turish nuqtasi** deb nomlanadi. Bu rejimda fazalararo toʻqnashish yuzasi kichik va jarayon samaradorligi kamroq boʻladi.

2-rejim - **osilib turish rejimi**. Bunda fazalar qarama-qarshi yoʻnalishi harakati tufayli gaz va suyuqlik orasidagi ishqalanish kuchlari ortadi. Bu hol suyuqlikni nasadkadan oqib tushish tezligini sekinlashtiradi, yupqa qatlam qalinligi va undagi suyuqlik miqdori ortadi. Shu bilan birga fazalar orasidagi toʻqnashish yuzasi koʻpayadi, jarayonning samaradorligi bir-muncha kattaroq boʻladi. Bu rejim ikkinchi oʻtish nuqtasi (B) da tamom boʻladi.

Shuni taʼkidlash kerakki, osilib turish rejimida qatlamning sekin oqishi buziladi; uyurma va tomchilar hosil boʻladi, yaʼni barbotaj holatiga oʻtish sharoitlar tugʻiladi. yuqorida qayd etilgan massa almashinish

jarayonini intensivlashtiradi.

3- rejim – **emulgatsion rejim** - nasadkaning bo'sh hajmida suyuqlik yig'ilishi natijasida paydo bo'ladi. Suyuqlik yig'ilishi ko'tarilayotgan gaz va oqib tushayotgan suyuqlik orasidagi ishqalanish kuchi bilan og'irlik kuchi teng bo'lgunga qadar davom etadi. Natijada «gaz – suyuqlik» dispers sistemasi va tashqi ko'rinishi bo'yicha barbotajli (ko'pikli) qatlam yoki gaz suyuqlikli emulsiya hosil bo'ladi. Ma'lumki, qurilma ko'ndalang kesimida yuklangan nasadka qatlamining zichligi bir xil emas. Shuning uchun, qatlamning eng tor joylarida emulgatsion rejim paydo bo'lib boshlaydi. Gaz uzatishni o'ta aniq rostlash yo'li bilan nasadka qatlamining butun balandligida emulgatsion rejim o'rnatish mumkin. Kolonnaning gidravlik qarshiligi keskin ravishda ortadi (BC kesma).

Shuning uchun, yuqori bosimda ishlaydigan absorberlarda gidravlik qarshilikning ta'siri sust yoki bo'lmagani uchun absorbsiya jarayoni emulgatsion rejimda olib boriladi.

Emulgatsion rejim samarali rejim deb hisoblanadi. Bu rejimda fazalar to'qnashish yuzasi katta bo'lgani uchun jarayon juda intensiv kechadi.

Atmosfera bosimida ishlatiladigan absorberlarda gidravlik qarshilik juda yuqori bo'lgani uchun, ularni yupqa qatlamli rejimda ishlatilish maqsadga muvofiqdir.

Shunday qilib, har bir aniq, sharoit uchun eng optimal gidrodinamik rejim texnik – iqtisodiy hisoblashlar asosida topiladi.

Agar, gaz oqimi tezligini emulgatsion rejim tezligidan ozgina oshir-sak, tiqilib qolish hodisasiga duch kelamiz.

Tiqilib qolish holatiga to'g'ri keladigan gaz tezligi prof. Kasatkin A.G. tomonidan keltirib chiqarilgan formula yordamida hisoblanadi:

$$\lg\left(\frac{w_T^2 \cdot a}{gV_{\delta x}^3} + \frac{\rho_{\Gamma}}{\rho} \mu^{0,16}\right) = 0,076 - 1,75\left(\frac{L}{G}\right)^{0,25} \cdot \left(\frac{\rho_{\Gamma}}{\rho}\right)^{0,125} \quad (1.7)$$

bu yerda a - nasadkaning solishtirma yuzasi, m^2/m^3 ; $V_{\delta x}$ - nasadkaning bo'sh hajmi, m^2/m^3 ; L va G – suyuqlik va gazning massaviy sarflari; kt/s ; w_T - tiqilib qolish tezligi, m/s .

Kolonnadagi gaz yoki bug'ning optimal tezligini ushbu kriterial tenglamadan aniqlash mumkin:

$$\text{Re} = 0,045 \cdot \text{Ar}^{0,57} \cdot \left(\frac{G}{L} \right)^{0,43} \quad (1.8)$$

bu yerda

$$\text{Re} = \frac{wd_{\text{э}} \cdot \rho_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} ; \quad \text{Ar} = \frac{gd_{\text{э}}^3 \rho_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}^2} (\rho - \rho_{\Gamma}) \rho_{\Gamma}$$

w - gaz (yoki bug‘) optimal tezligi; $d_{\text{э}}$ - nasadkaning ekvivalent diametri; ρ va ρ_{Γ} – suyuqlik va gazning zichligi; μ_{Γ} - gaz (yoki bug‘) dinamik qovushoqligi; G va L – gaz (yoki bug‘) va suyuqlik massaviy tezliklari.

4-rejim – **uchib chiqish rejimida** suyuq faza kolonnadan gaz oqimi bilan tashqariga chiqa boshlaydi. Ushbu rejim sanoatda ishlatiladigan qurilmalarda qo‘llanilmaydi.

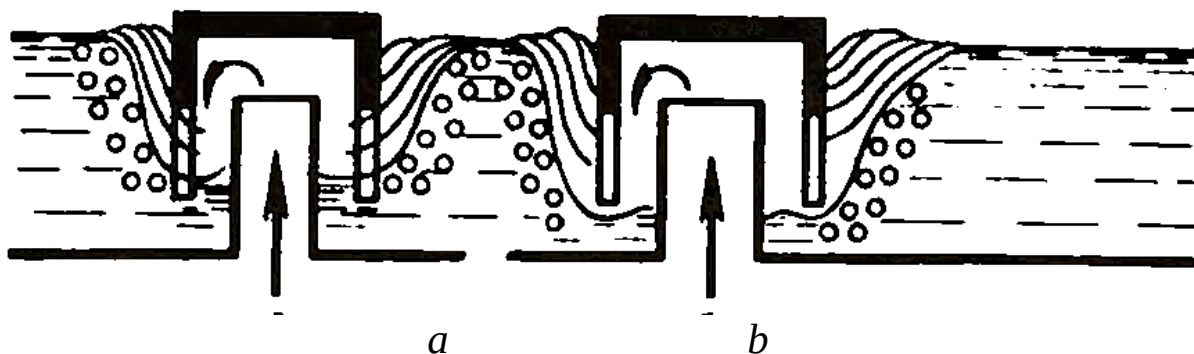
Nasadkalarni tanlashda ularning o‘lchamlariga katta ahamiyat berish kerak. Agar, nasadka elementlari qanchalik kichik bo‘lsa, gidravlik qarshilik shunchalik kam va gazning tezligi yuqori bo‘ladi. Bunday nasadkali absorberlar narxi nisbatan arzon bo‘ladi.

Agar, absorber yuqori bosim ostida ishlaydigan bo‘lsa, kichik o‘lchamli nasadkalar qo‘llaniladi. Chunki, bu turdagi qurilmalarda gidravlik qarshilikning ahamiyati yo‘q. Undan, tashqari nasadkalarining o‘lchami kichik bo‘lganda, uning solishtirma yuzasi nisbatan katta bo‘ladi va absorbsiya jarayonida bir fazadan ikkinchisiga o‘tgan massa miqdori ko‘p bo‘ladi.

Absorberlarda gazlar yutilishi paytida ajralib chiqadigan issiqlikni neytrallash qiyin. Bunday qurilmalardagi issiqlikni kamaytirish va nasadkalar ho‘llanishini oshirish maqsadida suyuqlikni nasos yordamida retsirkulyatsiya qilish zarur. Bu usulda ishlaydigan absorberlar tuzilishi murakkablashadi va narxi ortadi. Undan tashqari, ifloslangan suyuqliklarni ajratish uchun qaynovchi absorberlarda plastmassadan yasalgan sharlar ishlatilib, gaz tezligi oshishi bilan mavhum qaynay boshlaydi. Odatda, qaynovchi absorberlarda gazning tezligi juda katta bo‘ladi, ammo qatlamning gidravlik qarshili juda oz miqdorga ortadi.

Tarelkali absorberlar samarali va eng keng tarqalgan qurilmalardan bo‘lib, uning ichida butun balandligi bo‘yicha bir xil masofada bir nechta tarelkalar o‘rnatilgan. Teshikli tarelkalar orqali ham gaz, ham suyuqlik harakatlanadi va undan o‘tish paytida bir fazadan ikkinchisiga massa o‘tadi. Gaz fazaning suyuqlik qatlamidan o‘tishi davrida pufakcha va ko‘piklarning hosil bo‘lish jarayoni **barbotaj** deb nomlanadi. Suyuqlik va gaz (yoki bug‘) ni bir-biri bilan to‘qnashishi zarur bo‘lgan

hollarda barbotaj qo'llaniladi. 1.6-rasmda qalpoqchali nasadkadan gaz yoki bug'ning o'tishi tasvirlangan.



1.6- rasm. Barbotaj jarayoni sxemalari.

a – kichik tezlikda qalpoqchali nasadkadan gazning chiqishi;

b – katta tezlikda qalpoqchali nasadkadan gazning chiqishi.

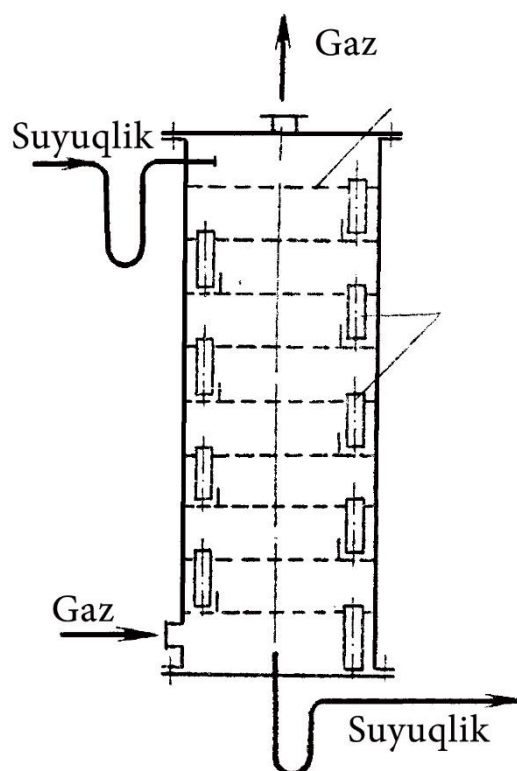
Barobotaj asosan ikki rejimda kechishi mumkin: pufakchali va oqimchali. Gaz yoki bug'ning sarfi kichik bo'lsa, pufakchali rejimni kuzatish mumkin. Bunda, gaz pufakchalari suyuqlik qatlamini bitta-bitta bo'lib yorib chiqadi. Pufakchalar o'lchami barbotyor tuzilishiga, suyuqlik va gaz xossalariga bog'liq.

Agar, gaz tezligi oshirib berilsa, oqimchali rejim paydo bo'ladi. Barbotyordan chiqayotgan gaz oqimi shakli va o'lchami o'zgarmaydigan "mash'ala" hosil bo'ladi. Odatda, mash'ala balandligi 30...40 mm dan oshmaydi.

Tarelkali kolonnalar qalpoqchali, klapanli, plastinali va elaksimon tarelkali bo'ladi. Fazalarning bir tarelkadan ikkinchisiga o'tishiga qarab quyilish moslamali va quyilish moslamasiz absorberlarga bo'linadi.

1.7-rasmda quyilish moslamali, tarelkali absorber konstruksiyasi tasvirlangan.

Ko'rinib turibdiki, quyilish trubasining pastki qismi quyida joylashgan tarelka ustidagi ostonaga tushib turadi va gidravlik tamba vazifasini bajaradi. Odatda, suyuq faza qurilmaning tepa qismidan tarelkaga uzatiladi va uning pastki qismidan chiqariladi. Gaz faza esa, qurilmaning pastidan uzatilib, tarelkalar orqali pufakchalar ko'rinishida chiqib ketadi. Tarelkada hosil bo'ladigan gaz – suyuqlik ko'pik qatlamida asosiy isisqlik va massa berish jarayonlari yuz beradi. Absorbsiya jarayonida tozalangan gaz qurilmaning tepa qismidan chiqib ketadi. Tarelka, quyilishi trubasi va ostona shunday joylashtiriladiki, suyuq faza albatta qarama - qarshi yo'nalishda harakat qiladi.



1.7- rasm. Quyilish moslamali, tarelkali absorber.

Tarelkali absorberlar gidrodinamik rejimi malumki, istalgan konstruksiyali tarelkalarning samaradorligi uning gidrodinamik rejimlariga uzviy bog'liqdir.

Gazning tezligiga va suyuqlikni purkash zichligiga qarab barbotajli tarelkalarning 3 ta asosiy gidrodinamik rejimi bo'ladi: pufakchali, ko'pikli va oqimchali (yoki injeksion).

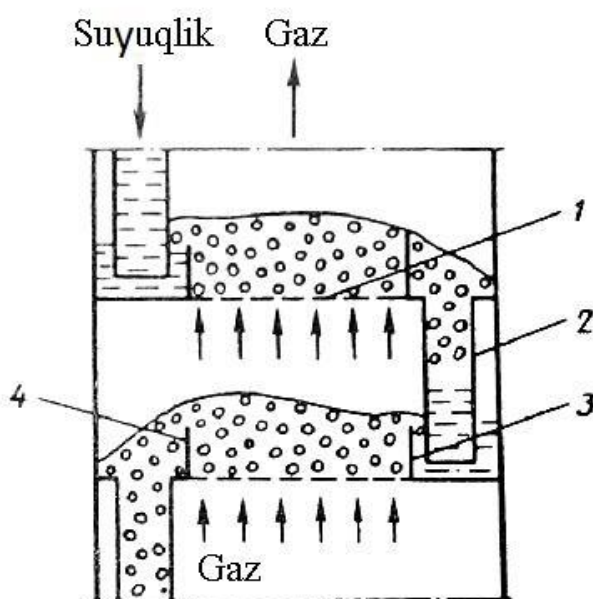
Pufakchali rejim. Gazning tezliklari juda kichik va suyuqlik qatlamidan alohida pufakchalar holatida o'tish davrida pufakchali rejimni kuzatish mumkin. Bu rejimda tarelkadagi fazalar kontakt yuzasi kam bo'ladi.

Ko'pikli rejim. Gaz fazasining tezligi ortishi bilan teshiklardan chiqayotgan pufakchalar qo'shib oqimcha hosil qiladi. Tarelkadan ma'lum bir masofada qatlam qarshiligi tufayli oqimcha buziladi va ko'p miqdordagi pufakchalarga ajrab ketadi. Natijada, "gaz – suyuqlik" dispers sistema, ya'ni ko'pik paydo bo'ladi. Ushbu rejimda gaz va suyuq fazalar to'qnashishi pufakchalar va gaz oqimchasi, hamda suyuq tomchilar sirtiga to'g'ri keladi. Ko'pikli rejimda barbotajli tarelkalarda fazalarning to'qnashishi yuzasi maksimal miqdorga egadir.

Oqimchali (injeksion rejim). Agar gaz tezligi yanada oshirilsa, gaz oqimchasining uzunligi ko'payadi va u barbotaj qatlamidan chiqib

qoladi. Shu bilan birga, barbotaj qatlam buzilmaydi va ko'p miqdorda yirik tomchilar hosil bo'ladi. Bunday rejimda fazalarning to'qnashish yuzasi keskin ravishda kamayib ketadi. Shuni alohida ta'kidlash kerakki, bir rejimdan keyingisiga o'tish asta-sekin bo'ladi. Barbotajli tarelkalar gidravlik rejimlari chegarasini hisoblashning umumiy usullari shu kungacha yaratilmagan. Shuning uchun ham, tarelkali absorberlarni loyihalashda tarelka ishlashining pastki va tepa oraliklari uchun hisoblash yo'li bilan topiladi. So'ng esa, gazning ishchi tezligi topiladi.

Elaksimon tarelkali absorber. Bu turdagi qurilma 1.8-rasmda tasvirlangan.



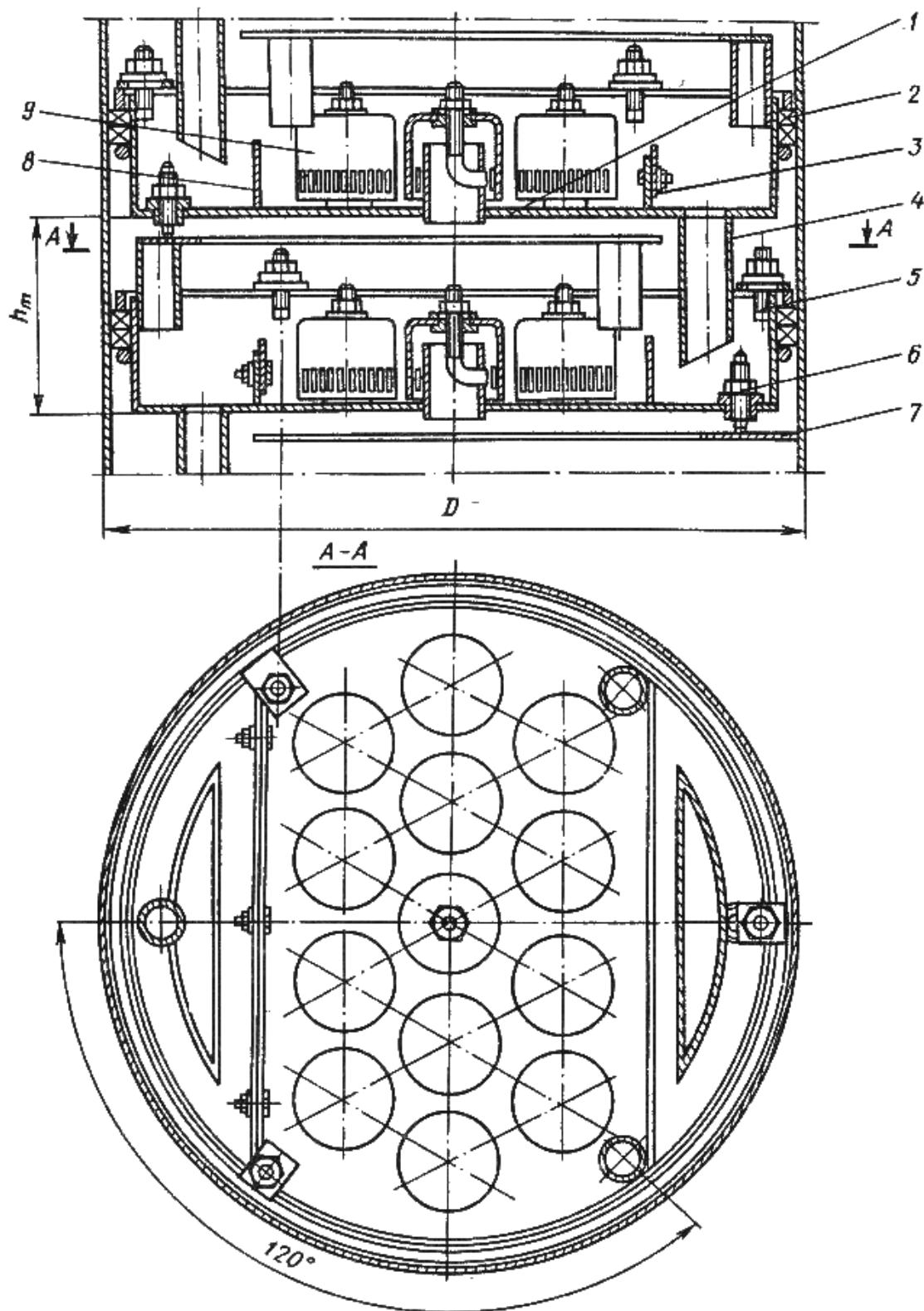
1.8- rasm. Elaksimon tarelkali kolonna.

1 – tarelka; 2 - quyilish moslamasi; 3, 4 – ostonalar

Bu kolonna gorizonttal tarelka quyilishi va ostonalardan tarkib topgan bo'ladi.

Odatda bu turdagi tarelka yuzasi 1...5 mm li teshiklardan iboratdir va tarelkadan tushayotgan ko'pikni parchalash uchun ostonaga tarelkadagi suyuqlik sathini bir xil balandlikda ushlab turish uchun esa, ostonaga xizmat qiladi. Suyuq faza tepadagi tarelkaga uzatiladi va quyilishi moslamasi 2 dan, o'tib, qurilmaning pastki qismidan chiqib ketadi. Gaz faza har doim qurilmaning pastki qismiga kiritiladi va tarelkalardan pufakcha shaklida o'tib, yuqori qismidagi shtutserdan chiqadi.

Qalpoqcha tarelkali absorber. Bu turdagi qurilma 1.9-rasmda keltirilgan bo'lib kapsula qalpoqcha va segment quyilish moslamasidan

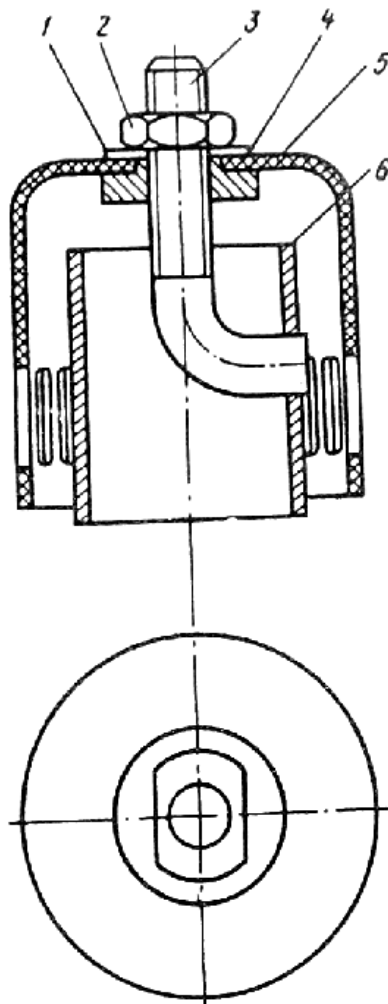


1.9- rasm. Qalpoqchali tarelka.

1 – tarelka; 2 – qistirma; 3 – rostlovchi quyilish ostonasi; 4 – quyilish patrubkasi;
5 – bolt; 6 – rostlovchi bolt; 7 – halqa; 8 – quyilish ostonasi; 9 – qalpoqcha

tarkib topgan. Tarelka ko‘plab diskdan iborat bo‘lib, tayanch halqaga qistirma yordamida boltlar bilan mahkamlanadi.

Suyuq faza yuqorida joylashgan tarelkadagi ostona 3 dan o'tib, quyida o'rnatilgan tarelkaga tushadi. Tarelka yuzasida suyuqlikni bir me'yorda taqsimlash uchun ostona 8 xizmat qiladi. Suyuqlikni tarelka yuzasida bir xil balandlikda ushlab turish uchun rostlovchi ostona 3 dan foydalaniladi. Gaz tarelkalarga patrubka 6 orqali kirib, bir necha oqimchalar holida qalpoqchalar teshigidan chiqib boshlaydi.



1.10- rasm. Kapsulali qalpoqcha.

1 – shayba; 2 – gayka; 3 – bolt; 4 – vtulka; 5 – qalpoqcha; 6 – patrubka

Qalpoqchadagi havo teshiklari tishli bo'lib, to'g'ri uchburchak shaklida yasaladi. Suyuqlik qatlami orqali o'tayotgan gaz yoki bug' oqimi alohida-alohida pufakchalarga bo'linib ketadi. Tarelkalardan suyuqlik quyilishi patrubkasi 4 orqali to'kiladi. Bu turdagi tarelkalarda gaz ko'piklari va pufakchalarning hosil bo'lish intensivligi bug' (yoki gaz) tezligi va tarelkadagi suyuqlik qatlami balandligiga bog'liq.

Tarelkada katta massa almashinish yuzasini barpo qilish uchun o'rnatiladigan qalpoqchalar soni ko'paytiriladi. Kapsulali qalpoqchaning bo'ylama qirqimi 1.10 - rasmda keltirilgan. Tarelka va qalpoqchan-

ing pastki qismi orasidagi masofa vtulka 4 va gayka 2 yordamida amalga oshiriladi. Bu turdagi tarelkalar sanoatda keng ko‘lamda qo‘llaniladi. Elaksimon tarelkali absorberlarga qaraganda qalpoqchali qurilmalar gaz aralashmalari iflos bo‘lganda ham uzoq muddatda barqaror ishlay oladi. Undan tashqari, gaz yoki suyuq fazalar bo‘yicha yuklama katta miqdorda o‘zgarsa ham, qalpoqchali tarelka bir tekisda yaxshi ishlaydi. Ushbu tarelka kamchiliklari: konstruksiyasi murakkab, qimmat va gidravlik qarshiligi yuqori. Undan tashqari, gaz faza sarfi kam bo‘lganda, qurilma samaradorligi keskin ravishda kamayib ketadi.

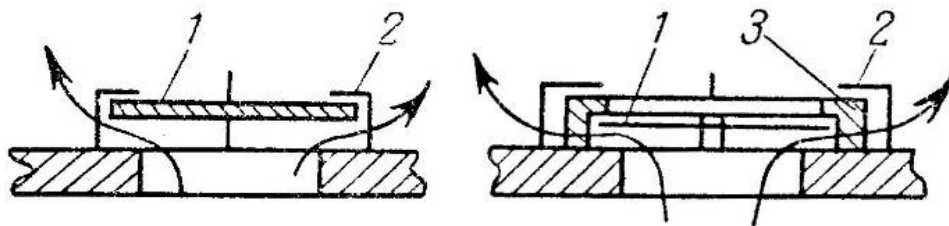
Klapanli tarelkalar. Bu turdagi tarelkalar gaz fazasining tezligi tez o‘zgarib turadigan jarayonlarda qo‘llanishi maqsadga muvofiqdir.

Klapanli tarelkalar elaksimon va qalpoqchali tarelkalarning yaxshi xossalarini o‘zida mujassam qilgan (1.10-rasm).

Klapanlar 1 dumaloq plastina shaklida, diametri esa 40...50 mm bo‘ladi. Kronshteyn-cheklangich 2 dagi teshik diametri esa 30...40 mm va ular orasidagi masofa esa - 70...150 mm ga teng. Klapanlarning ko‘tarilish balandligi 6...8 mm. Klapanlardan o‘tadigan gaz oqimining tezligiga qarab, klapan vertikal, tepaga siljiydi.

Gaz yoki bug‘ bo‘yicha yuklama keng ko‘lamda o‘zgarganda ham, klapanli tarelkalar bir me’yorda, barqaror ishlaydi. Lekin, ularning gidravlik qarshiligi nisbatan yuqori.

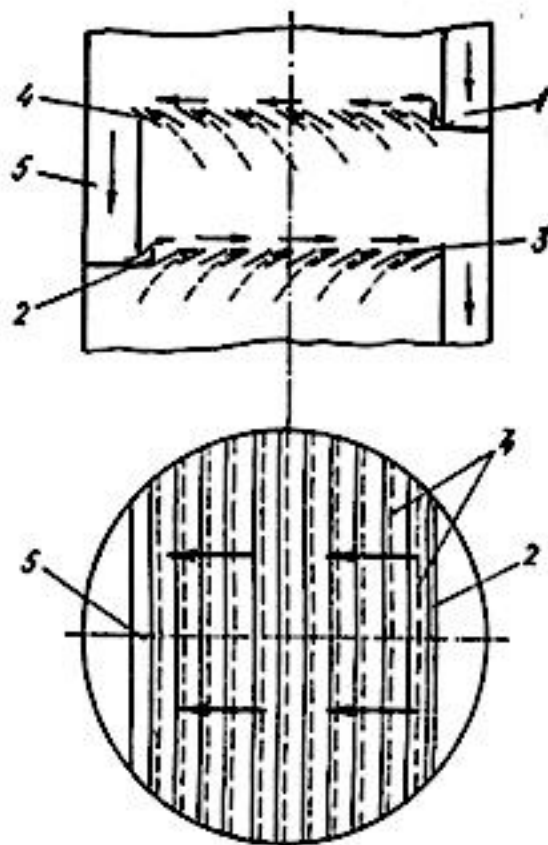
Oqimchali (yoki plastinali) tarelkalar. Bu turdagi tarelkalar qiya, parallel plastinalar ko‘rinishida tayyorlanadi (1.12-rasm).



1.11- rasm. Klapanli tarelka.

1 – klapan; 2 – kronshteyn rostlagich; 3 – tarelka.

Qalpoqchali, klapanli va oqimchali tarelkalarda fazalarning yo‘nalishi o‘zaro kesishgan bo‘ladi. Gaz yoki bug‘ tarelkadagi teshiklardan o‘tadi, suyuqlik esa, gorizontal harakatlanib, tarelkadan tarelkaga quyilish moslamasi 5 orqali o‘tadi. Yuqorida qayd etilgan tarelkalar samaradorligi gidrodinamik rejimlarga bog‘liq. Gaz (yoki bug‘) tezligi va suyuqlik sarfiga qarab 3 xil rejimlar mavjud: pufakchali, ko‘pikli va oqimchali.



1.12- rasm. Oqimchali tarelkalar.

1 – gidravlik tamba; 2 – quyiluvchi to'siq; 3 – tarelka; 4 – plastina; 5 – quyilish moslamasi.

Har bir rejimda barbotajli qatlam o'ziga xos tuzilishiga ega bo'lib, u qatlamning gidravlik qarshiligi va massa almashinish yuzasi kattaligini xarakterlaydi. Bunday tarelkalarning gidravlik qarshiligi kam, ularni yasash uchun metall kam sarflanadi va tarkibida iflosliklar bo'lgan suyuqliklarni ham ishlatish mumkin. Undan tashqari, bu tarelkali qurilmalarda jarayonni harakatga keltiruvchi kuch katta bo'ladi.

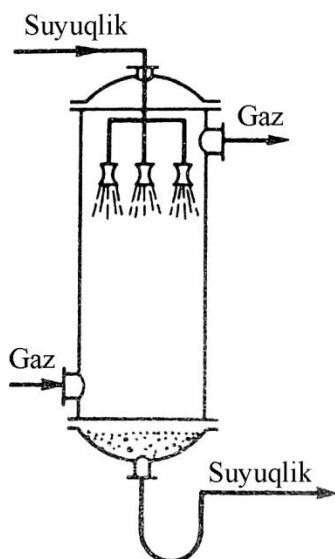
Oqimchali tarelkalar kamchiliklari: tarelkaga issiqlik berish va ajralib chiqqan issiqlikni ajratib olish murakkab; suyuqlik sarfi nisbatan kam bo'lgani uchun, uning samaradorligi pastroq.

Purkovchi absorberlar. Bu turdagi qurilmalar suyuq fazani – gaz oqimiga purkab berish usuli yordamida amalga oshiriladi. Purkovchi absorberlarga misol bo'la oladigan eng sodda konstruksiyasi 1.13-rasm keltirilgan.

Bu absorber ichi bo'sh qobiq va suyuqlikni purkovchi mexanik for-sunkadan tarkib topgan bo'ladi.

Suyuqlikni purkash paytida massa o'tkazish koeffitsiyenti eng katta miqdorga ega. Vaqt o'tishi va fazalar o'zaro ta'sir yuzasi kamayganligi

sababli jarayon samaradorligi pasayadi. Shuning uchun ham, ko‘pincha forsunkalar qurilmaning butun balandligi bo‘yicha o‘rnatiladi.



1.13- rasm. Purkovchi absorber.

Odatda, purkovchi absorberlar yaxshi eriydigan gazlarni absorbsiya qilish uchun ishlatiladi. Purkovchi absorberlar qatoriga mexanik absorberlarni ham kiritish mumkin. Bunday qurilmalarda suyuqlik aylanma mexanizm yordamida sohib beriladi. Suyuqlikdagi teshikli disklar qo‘zg‘almas silindrik qobiq ichida aylanadi. Natijada, disk yordamida suyuqlik mayda tomchilar shaklida atrofga sochiladi. Mexanik absorberlar ixcham va yuqori samarali.

2. TRUBKALI ABSORBERNI HISOBLASH

Absorberlarni hisoblash uchun beriluvchi kattaliklar:

Gaz aralashmasining hajmiy sarfi $V = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Aralashma (absorbsiya) harorati $t_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ammiakning gaz fazadagi boshlang‘ich hajmiy konsentratsiyasi $y_b = 12\%$.

Ajratish darajasi $\varepsilon = 95\%$.

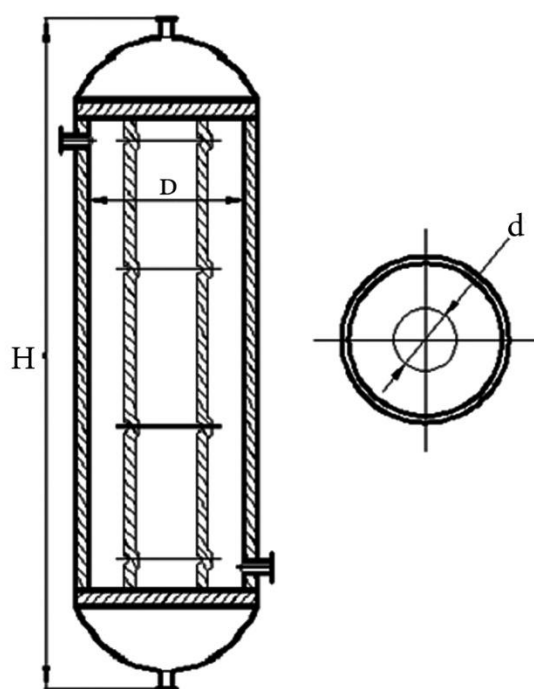
Ammiakning suvdagi boshlang‘ich massaviy konsentratsiyasi $\bar{x} = 0,2 \%$.

Suvning ammiak bilan to‘yinish darajasi $\eta = 0,75$.

Absorberga kelayotgan suvning boshlang‘ich harorati $t' = 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Sovutuvchi suvning boshlang‘ich harorati $t_s = 15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Atmosfera bosimi



2.1 - rasm. Trubkali absorbsion kolonna

1. Moddiy balans.

Gaz aralashmasidan yutuvchiga – suvga o‘tayotgan ammiak miqdori moddiy balans tenglamasidan aniqlanadi.

Gaz va suyuqlik fazalarining boshlang‘ich nisbiy massaviy tarkiblari quyidagi formulalardan aniqlanadi

$$\overline{X_b} = \frac{\overline{X}}{100 - \overline{X}}; \frac{kg}{kg\ suv}$$

$$\overline{Y_b} = \frac{M_K}{M_{i.g}} * \frac{y}{(100 - y)}; \frac{kg}{kg\ havo}$$

Absorberdan chiqishda ammiakning gaz aralashmasidagi konsentratsiyasi:

$$\overline{Y_{ox}} = \overline{Y_b} * (1 - \varepsilon); \frac{kg}{kg\ havo}$$

Suyuqlikning absorberdan chiqishidagi haroratini topamiz:

$$t_2 = t_1 + \frac{F}{S} (\overline{X_2} - \overline{X_1})$$

Genri qonuniga ko‘ra gaz fazasi komponentining muvozanat parsial bosimi uning eritmadagi tarkibiga – konsentratsiyasiga p^* proporsional:

$$p^* = E \cdot x$$

Gaz fazadagi yutiluvchi komponentning muvozanat tarkibi $\overline{Y^*}$ quyidagicha aniqlanadi

$$\overline{Y^*} = \frac{M_k}{M_{i.g}} * \frac{p^*}{P - p^*} \frac{kg \text{ yutil. kom}}{kg \text{ inert. gaz}}$$

2. Trubkali kolonnadagi trubalar balandligini aniqlash.

Trubkali kolonnadagi trubalar balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$H = \frac{F_{tr}}{n\pi d_{ich}} \quad (2.1)$$

bu yerda F_{mp} – barcha quvurlar ichki yuzasi;

d_{ich} – quvurning ichki diametri;

Oqib tushayotgan plyonka qalinligini e'tiborga olmagan holda fazalar kontakt yuzasini $F_{mp} - F$ deb olish mumkin.

U holda

$$F = \pi d_{uq} H n \quad (2.2)$$

F o'rniga uning [2] dagi (X.46) tenglamadan quyidagi olinadi

$$H = \frac{M}{n\pi d_{uq} K_y \Delta y_{yp}} \quad (2.3)$$

Massa o'tkazish koeffitsiyenti [2] dan aniqlanadi:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x} \quad (2.4)$$

Massa o'tkazish koeffitsiyentini aniqlash uchun qator kattaliklarni aniqlash zarur.

Gaz fazaning mol massasi:

$$M = y_H M_{NH_3} + (1 - y_H) M_{havo} \quad (2.5)$$

Gaz fazaning qovushqoqligi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\frac{M}{\mu} = \frac{y_H M_{NH_3}}{\mu_{NH_3}} + \frac{(1 - y_H) M_{xavo}}{\mu_{xavo}} \quad (2.6)$$

$$\mu = M / \left(\frac{y_H M_{NH_3}}{\mu_{NH_3}} + \frac{(1 - y_H) M_{xavo}}{\mu_{xavo}} \right)$$

Ammiakning havodagi diffuziya koeffitsiyenti 20°S da quyidagi tenglamadan aniqlanadi

$$D = D_o \frac{P_o}{P} \left(\frac{T}{T_o} \right)^{1,8} \quad (2.7)$$

Gazning Reynolds kriteriysi

$$Re = \frac{\omega_{nis} d_3 \rho_g}{\mu} \quad (2.8)$$

bu yerda $\omega_{huc} = \omega + \omega_{s.o'r}$ – gazning nisbiy tezligi (qarama-qarshi oqimda), m/s; $\omega_{s.o'r}$ – suyuq plyonkaning harakatlanish oʻrtacha tezligi, [2] dagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\omega_{c.\dot{y}p} = \frac{\Gamma}{\rho \delta} = \sqrt[3]{\frac{\Gamma^2 g}{3 \mu_c \rho_c}} \quad (Re_{ni} < 1600 \text{ da}) \quad (2.9)$$

yoki

$$\omega_{s.o'r} = 2,3 \left(\frac{g}{\rho_s} \right)^{0,33} \frac{G^{\frac{7}{15}}}{\mu_s^{\frac{2}{15}}} \quad (Re_{ni} > 1600 \text{ da}) \quad (2.9a)$$

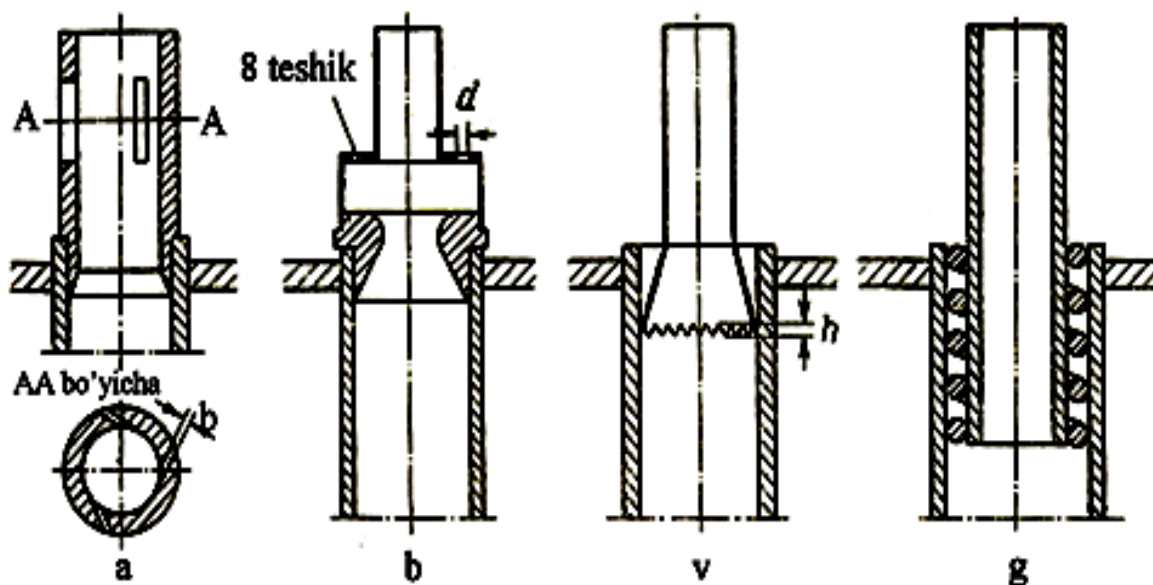
Plyonka qalinligi δ va harakatlanish tezligini oʻlchash qiyinligi tufayli hisob ishida Re_{pl} ifodasiga kiruvchi $\omega_{s.o'r} \cdot \delta \cdot \rho_s$ kattaliklar koʻpaytmasidan foydalanish qulay.

Bu koʻpaytma quyidagi koʻrinishda yozilishi mumkin

$$\Gamma = \frac{\omega_{c.o'r} \Pi \delta \rho_c}{\Pi} = \frac{\omega_{c.o'r} S \rho_c}{\Pi} \quad (2.10)$$

G [kg/m·s] kattalik sugʻorishning chiziqli massaviy zichligi deb ataladi. U plyonka oqayotgan yuzaning birlik perimetri orqali birlik vaqt ichida oʻtayotgan miqdorini ifodalaydi.

G kattalik suyuqlikni quvur devoriga beruvchi qurilmalar konstruksiyasiga, quvurlarning fazoviy joylashishiga, suyuqlik turiga va haroratga bogʻliq. 2.2-rasmda koʻrsatilgan taqsimlovchi qurilmalar uchun G ning aniqlangan qiymatlari 2.1-jadvalda berilgan [3]



2.2-rasm. Quvur devorlariga suyuqlikni beruvchi qurilmalar

Suv uchun $12 - 16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ da G_{min} ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{soat}^{-1}$) ning qiymatlari

2.1-jadval

2.2-rasm bo'yicha taqsimlovchi qurilmaning turi	Asosiy o'lchamlar mm	$(G_{min})_1$	$(G_{min})_2$
a	$b=1,5$	380	213
	$b=2$	595	224
b	$d=2,5$	148	58
	$d=3,2$	334	99
	$d=4$	527	108
d	$h=2,5$	365	127
	$h=5$	748	355
	$h=10$	824	450
e	-	838	509

Izoh. Tajribalar ichki diametri 54 mm bo'lgan quvurlarda o'tkazilgan.

Re_{pl} ifodaga $\Gamma = \omega_{s.o'r} \delta \rho_s$ ni qo'yganda plyonka uchun Reynolds kriteriysining quyidagi ifodasi olinadi:

$$Re_{pl} = \frac{4\Gamma}{\mu_s} \quad (2.11)$$

Gaz uchun Prandtlning diffuzion kriteriysi:

$$Pr_g = \frac{\mu_g}{\rho_g D} \quad (2.12)$$

Gaz fazadagi massa massa o'tkazish koeffitsiyenti

$$Nu_{sil} = \frac{\lambda}{8} Re (Pr)^{1/3} \quad (2.13)$$

bu yerda λ – ishqalanishga qarshilik koeffitsiyenti.

Umumiy holda qarshilik koeffitsiyenti λ gaz uchun Reynolds kriteriysi Re_2 va o'lchamsiz kompleks $\frac{\omega_{s.o'r} \cdot \mu_s}{\sigma}$ kattaliklariga bog'liq. λ kattalik quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$Re < Re_{g.kr} \text{ da } \lambda = \frac{86}{Re} \quad (2.14)$$

$$Re > Re_{g.kr} \text{ da } \lambda = \frac{0,11+0,9\left(\frac{w_{s.o'r}\mu_s}{\sigma}\right)}{Re_g^{0,16}} \quad (2.15)$$

bu yerda $Re_{g.kr}$ – suyuq plyonkaning harakat tezligi va fizik xossalari gaz oqimining harakat rejimlariga ta'sirini e'tibor oluvchi Reynolds kriteriysining kritik qiymati.

$Re_{g.kr}$ qiymati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$Re_{g.kr} = \left[\frac{86}{0,11+0,9\left(\frac{w_{s.o'r}\mu_s}{\sigma}\right)^{2/3}} \right]^{1,19} \quad (2.16)$$

Suyuq fazadagi massa o'tkazish ko'effitsiyentini aniqlash uchun quyidagi kattaliklarni hisoblaymiz:

1) suyuqlik oqayotgan plyonkasining keltirilgan qalinligi

$$\delta_{kel} = \left[\frac{\mu_s^2}{\rho_s^2 \cdot g} \right]^{0,33} \quad (2.17)$$

2) suyuqlik uchun Prandtl diffuzion kriteriysi

$$Pr_c = \frac{\mu_c}{\rho_c D_c} \quad (2.18)$$

bu yerda D_c – suyuq fazadagi molekulyar diffuziya ko'effitsiyenti.

Suyuq fazadagi massa berish ko'effitsiyentini $\beta_{\kappa c}$ quyidagi tenglamadan hisoblash mumkin:

$$Nu_s = B Re_s^m (Pr_s)^n \left(\frac{\delta_{kel}}{H} \right)^p \quad (2.19)$$

Plyonkaning turli harakatlanish rejimlari uchun B , m , n va p kattaliklar quyida keltirilgan:

Harakatlanish rejimi	B	m	n	p
$Re_{n\lambda} < 300$	0,888	0,45	0,5	0,5
$300 < Re_{n\lambda} < 1600$	$1,21 \cdot 10^{-6} \cdot 0,909^P$	$\frac{P}{3} - 2,18$	0,5	$\frac{3,2 \lg Re_c}{1,47}$
$Re_{n\lambda} > 1600$	$7,7 \cdot 10^{-5}$	1,0	0,5	0

Massa berish ko'effitsiyenti

$$\beta_c = \frac{Nu_c D_c}{\delta_{kel}} \quad (2.20)$$

Gaz fazasi bo'yicha massa o'tkazish ko'effitsiyenti K_y ni quyidagi tenglamadan topamiz:

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}} \quad (2.21)$$

bu yerda $m = \frac{\bar{Y}_{X_k}^*}{\bar{X}_k}$.

Gazning kirishida absorberning quyi qismidagi yurituvchi kuch

$$\Delta \bar{Y}_b = \bar{Y}_b - \bar{Y}_{X_{ox}}^* \quad (2.22)$$

gazning chiqishida absorberning yuqori qismida

$$\Delta \bar{Y}_m = \bar{Y}_{ox} - \bar{Y}_{X_b}^* \quad (2.23)$$

$\Delta \bar{Y}_b / \Delta \bar{Y}_m > 2$ nisbatda o'rtacha yurituvchi kuchni quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$\Delta \bar{Y}_{o'r} = \frac{\Delta \bar{Y}_b - \Delta \bar{Y}_m}{2,3 \log \frac{\Delta \bar{Y}_b}{\Delta \bar{Y}_m}} \quad (2.24)$$

$\Delta \bar{Y}_b / \Delta \bar{Y}_m < 2$ nisbatda jarayonni yurituvchi kuchning o'rtacha qiymati o'rtacha arifmetik kabi aniqlanadi:

$$\Delta \bar{Y}_{o'r} = \frac{\Delta \bar{Y}_b + \Delta \bar{Y}_m}{2} \quad (2.25)$$

3. Hidravlik qarshilikni hisoblash.

Hidravlik qarshilik qiymati quyidagi tenglamadan hisoblanadi

$$\Delta p_{nn} = \lambda \frac{H}{d_g} \frac{\omega_{nis}^2}{2} \rho_g \quad (2.26)$$

bu yerda d_g – gaz harakatlanadigan kanalning ekvivalent diametri, m; λ – ishqalanishga qarshilik ko'effitsiyenti.

Uchib chiqib ketish tezligiga mos tezlik w_z

$$\lg \left(\frac{w_z^2 \rho_g}{g d_e \rho_s} \mu_s^{0,16} \right) = A - 1,75 \left(\frac{L'}{G'} \right)^{0,25} \left(\frac{\rho_g}{\rho_s} \right)^{0,125}$$

bu yerda $A = 0,47 + 1,5 \log \frac{d_e}{0,025}$

Gazning kolonnadagi ishchi tezligi

$$w_{ish} = (0,75 \div 0,9)w_{zn}$$

Quvurlar koʻndalang kesimining umumiy maydoni:

$$s = \frac{V_c}{w}.$$

Quvurlar soni

$$n = \frac{s}{0,785d^2}$$

bu yerda $d = d_{ich} + 2\delta_{tr}$; odatda $d = 0,02 \div 0,05\text{m}$.

Quvurlar qadami $[t = (1,25 \div 1,5)d_{ich}]$ va devor qalinligini δ_{tr} qabul qilib, absorber diametri aniqlanadi

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi w_o}}.$$

Adabiyotlar

1 Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari. – T.: Fan va texnologiya. 2015 y. – 848 b.

2 Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. 753 с.

3 Рамм В.М. Абсорбция газов. – М.: Химия, 1976. 768 с.

Mundarija

1.Umumiy ma'lumotlar	3
2.Trubkali absorberni hisoblash	17
3.Adabiyotlar	26

Muharrir

Siddikova K.