

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI



«QURILISH MATERIALLARI VA BUYUMLARI» KAFEDRASI

QURILISH MATERIALLARI TEXNOLOGIYASIDA JARAYON VA
APPARATLAR
FANIDAN

O’QUV-USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	300 000 - Ishlab chiqarish-texnik soha
Ta’lim sohasi:	340 000 - Arxitektura va qurilish
Ta’lim yo‘nalishi	5340500 - Qurilish materiallari, buyumlari va konstruktsiyalarini ishlab chiqarish

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

«Tasdiqlayman»
O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor
_____ dots. Q.Inayatov
«____»_____ 2023 y.

**" QURILISH MATERIALLARI TEXNOLOGIYASIDA JARAYON VA
APPARATLAR" FANINING**

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA

Bilim sohasi:	300000-	Ishlab chiqarish-texnik soha
Ta`lim sohasi:	340000-	Arxitektura va qurilish
Ta`lim yo`nalishi:	5340500-	Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiylarini ishlab chiqarish

Namangan 2023 y

“Qurilish materiallari texnologiyasida jarayon va apparatlar“ fani bo'yicha o'quv-uslubiy majmua OO'MTV ning 30.10.2021 yilda 1- sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan fanning namunaviy dasturi asosida tuzildi.

Tuzuvchi:

M.B.Muxitdinov - NamMQI, “Qurilish materiallari va buyumlari» kafedrası katta o'qituvchisi

Taqrizchilar:

B.Rizayev- «Qurilish materiallari va buyumlari» kafedrasining professori.

Fanning ishchi o'quv dasturi Qurilish materiallari va buyumlari kafedrasining 2023 yil «__» ____dagi «__» -son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **dots. I.Axmedov**

Fanning ishchi o'quv dasturi Namangan muhandislik-qurilish instituti ilmiy-uslubiy kengashida muhokamadan o'tgan va foydalanishga tavsiya etilgan.

2023 yil «__» ____dagi «__» -sonli bayonnoma

Reg.nomeri: _____

O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i: _____ T.Jo'rayev

MUNDARIJA

1. O'quv materiallari (mavzu bo'yicha reja, tayanch so'z iboralar, asosiy matn, illyustrativ materiallar, amaliy mashg'ulotlar, matn, topshiriqlar)
2. Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari
3. Glossariy
4. Ilovalar
 - Fan ishchi dasturi
 - Baxolash mezoni
 - Qo'shimcha materiallar
 - Foydalaniladigan adabiyotlar

Qo'lingizdagi o'quv-uslubiy majmua "Qurilish materiallari texnologiyasida jarayon va apparatlar" fanini o'rganish jarayonida sizning mustaqil ishlashingizni tashkil etishga mo'ljallangan.

Majmua ikki qismdan iborat: "O'quv predmetiga kirish" va "Reja-topshiriqlar va o'quv - uslubiy materiallar"

Birinchi bo'lim o'quv kursi bo'yicha dastlabki tushuncha beruvchi materiallar: o'quv kursining dolzarbligi, maqsad va vazifalari, fan bo'yicha zarur bo'lgan bilim darajasining Davlat ta'lim standartlari talablari, mavzu va mashg'ulot turlari bo'yicha o'quv soatlarining taqsimlanishi, tavsiya etiladigan adabiyotlar ro'yxati, mustaqil ishlar mavzulari, hamda bilimni yakuniy nazorat qilish savolaridan iborat.

Ikkinchi bo'limda har bir mashg'ulot uchun reja-topshiriq va o'quv materiallari berilgan. Topshiriqlarni o'z vaqtida bajarish o'quv predmeti bo'yicha yuqori darajada bilimga ega bo'lishni va doimo o'z-o'zini nazorat qilib borishni ta'minlaydi.

Har bir fan kabi "Qurilish materiallari texnologiyasida jarayon va apparatlar" fanini o'rganishda mantiqiy ketma-ketlikni ta'minlash talab etiladi. Shuning uchun mavzuni chuqur o'rgangandan so'ng yangi mavzuga o'tish mumkin bo'ladi.

1-2-Ma'ruza	KIRISH Qisqacha tarixiy ma'lumot, elementar jarayonlar. Asosiy texnologik jarayonlar
--------------------	---

(ma'ruza-4 soat)

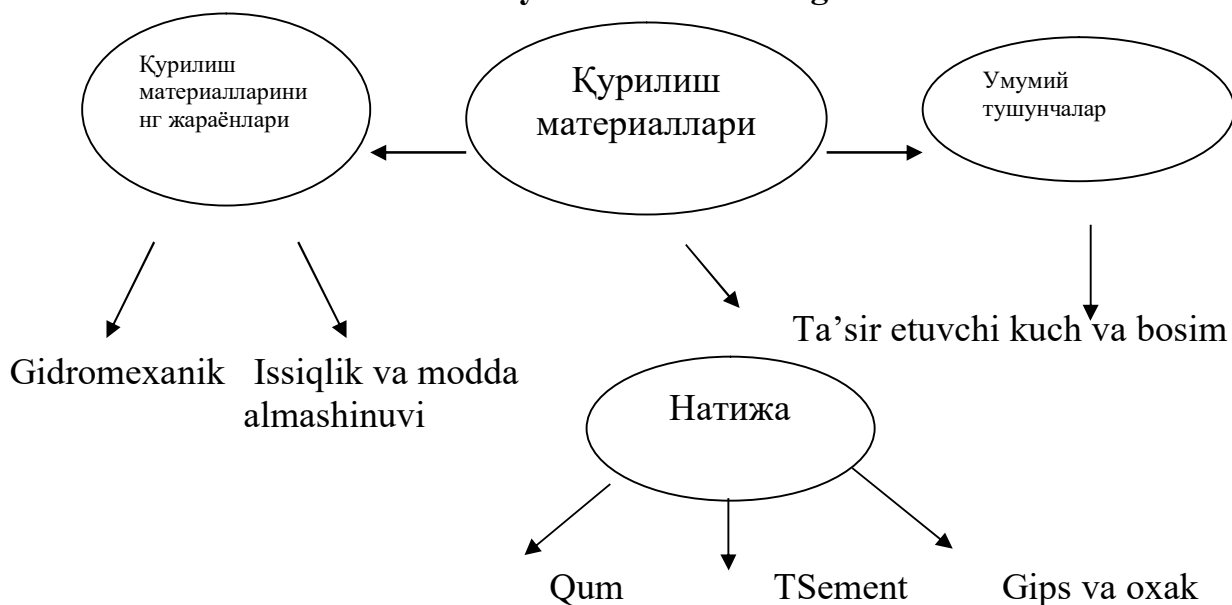
1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Axborotli ma'ruza
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asosiy elementar jarayonlar. 2. Maydalash. 3. Navlvrga ajratish. 4. Aralashtirish. 5. SHakl berish va zichlash.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Kirish. Hidromexanik, issiqlik almashinuvi, modda almashinuvi va mexanik jarayonlari mazmuni va vazifalari bilan tanitirish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada qurilish materaillari jarayon va apparatlari bilan tanishtiradi.	Ma'ruzada qurilish materiallari tayyorlash jarayonlari va shu jarayonlarda foydalaniladigan apparatlar to'g'risida ma'lumotlar bilan tanishadilar.
Qurilish materiallari jarayonlari maydalash, kukunlash, ularning o'lchamlari to'g'risidagi ma'lumotlar bilan tanishtiradi.	Talabalar qurilish materilalari o'lchamlari va ulardan foydalanish usullarini bilib oladilar.
Xar bir jarayon ustida to'xtalib o'tiladi va shu jarayonda ishlatiladigan kattaliklar bilan tanishtiradi.	Jarayonda foydalaniladigan fizik kattaliklar, xamda ularning o'lchamlari va ularning soxalari to'g'risidagi ma'lumotlarni tasniflab tushuntirib bera oladilar.
O'qitish vositalari	Ma'ruza matni, doska, komp'yuter slaydlar.
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, klayster texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoada ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Kirish. Qisqacha tarixiy ma'lumot, fanning rivojlanish jarayoni, fanining mazmuni va vazifalari bilan tanishtirish haqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Kurs bo'yicha baholash mezonlari bilan tanishtiradi (1-ilova). 1.3. Klaster usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (2-ilova). 1.4. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Tinglaydilar. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (4-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (5-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar kiradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (6-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (7-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

Klaster usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi



Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi

1. Necha xil jarayon bor?
2. Tashqi kuchlarga nimalar kiradi?
3. Ichki kuchlarga nimalar kiradi?
4. Bosim haqida tushuncha.

Ma'ruza

Kirish

O'zbekistonning mustaqil milliy demokratik davlat sifatida rivojlanishi yo'lidagi muhim qadamlardan biri «Ta'lim to'g'risida» gi yangi qonun va «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» ning qabul qilinishi bo'ldi.

Keyingi yillarda qurilish materiallari, konstruksiyalari va buyumlarini ishlab chiqarish yanada rivojlanganligi va hozirgi paytda u xalq xo'jaligining asosiy tarmoqlaridan biriga aylanib borayotganligi «Qurilish materiallari jarayon va apparatlari kursini yaratish» zarurati vujudga kelganligini ko'rsatadi.

Yurtimizda xalq xo'jaligi uchun ayniqsa qurilish sohasida malakali mutaxassislar tayyorlashda «Qurilish materiallari jarayon va apparatlari» fanining aloxida o'rni bor.

Ushbu fan talabalarga ixtisoslik fanlarini chuqur o'zlashtiribgina qolmay, ularni xisoblash usullarini, qanday yo'l bilan ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va texnologik qurilmalardan unumli foydalanishni o'rgatadi.

Asosiy elementar jarayonlar.

Xom ashyoni materialga, buyumga yoki iste'mol predmetlariga aylantiruvchi jarayonni o'rgatuvchi fan bu texnologiyadir, ya'ni texnologiya deganda xom-ashyoni iste'mol buyumiga aylantirish maqsadida o'tkaziladigan bir qator usullar tushuniladi. Qurilish materiallarini turlari nixoyatda ko'pligiga qaramasdan ularni

ishlab chiqarishda qo'llaniladigan texnologik jarayonlar sanoqlidir. Ularga: a) maydalash (xom ashyoni kukun xoliga keltirish), b) navlarga ajratish, v) aralashtirish (ya'ni gamogen xolatga keltirish) g) shakl berish va zichlash, d) issiqlik va termik qayta ishlash kabi jarayonlar kiradi. Mehnat qilib xom ashyoni berilgan ishlab chiqarish yo'nalishiga mos maxsulotga aylantirish jarayoniga asosiy jarayonlar deyiladi. Masalan tsement yoki oxak ishlab chiqarishda kuydirish, temir beton ishlab chiqarishda shakl berish va issiqlik yordamida qayta ishlash, issiqlik izolyatsiyasi materiallarida bug'lanish va x.z.

Qurilish materiallarini ishlab chiqarishda kechayotgan texnologik jarayonlarni asosan besh turga bo'lish mumkin. Ular:

1. Hidromexanik jarayonlar
 2. Issiqlik almashinuv jarayonlari
 3. Modda almashinuv jarayonlari
 4. Kimyoviy jarayonlar
 5. Mexanik jarayonlar
1. Hidromexanik jarayonlar-bu shunday jarayonlarki ularni kechishi mexanika va gidrodinamika qonunlari bilan belgilanadi. Ularga quvurlar orqali suyuqlik yoki gaz uzatish, suyuqliklarni aralashtirish, emulsiya suspenziyalarni cho'ktirish, fil'trlash, donador va sochiluvchan moddalarni mavxum qaynashi kabi jarayonlar kiradi.

Xalq xo'jaligining qaysi soxasida bo'lmasin kechayotgan jarayonni tezligini oshirishga xarakat qilinadi, chunki jarayonni tezligini ortishi qurilmaning ish unumdorligini ko'payishiga olib keladi. Xar qanday jarayonda xam xarakatlantiruvchi kuch jarayonni tezligiga to'g'ri, qarshilikka esa teskari proporsional bo'ladi. Xarakatlantiruvchi kuch-gidromexanik jarayon uchun bosimlar farqi bo'lsa, issiqlik almashinish jarayonlari uchun xarorat farqi, modda almashinuv jarayonlari uchun esa kontsentratsiya farqi sifatida aniqlanadi. SHuning uchun ushbu kinetik jarayonlarni proporsiya ko'rinishida quyidagicha yozish mumkin:

$$M = kA\Delta\tau$$

Bu yerda M-jarayonni so'ngi natijasini ifodalovchi kattalik, Δ - jarayonni xarakatga keltiruvchi kattalik, τ - vaqt, A - berilgan jarayon yoki appart uchun ish parametrini tavsiflovchi kattalik, K - proporsionallik koefitsienti

2. Issiqlik almashinish jarayonlari bu shunday jarayonki unda issiqlik xarorati yuqori jismdan xarorati past jismga o'tishi kuzatiladi. Ularga isitish, sovutish, bug'latish va boshqalar kiradi. Issiqlik almashinish jarayonini tezligi issiqlik o'tkazish qonunlari bilan belgilanadi. Ularni quyidagi kinetik tenglama orqali ifodalash mumkin.

$$\frac{\partial Q}{F\partial r} = \frac{\Delta t}{R} = K_r \cdot \Delta t$$

Bu yerda ∂Q —o'tayotgan issiqlik miqdori, F -issiqlik o'tayotgan yuza, Δt - xaroratlar farqi, R - termik qarshilik, K_r -issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsenti.

3. Moda almashinish yoki diffuzion jarayonlar. Bu jarayonga namlash, bug'latish, erishva eritish kabi jarayonlar kiradi. Modda almashinish jarayoni tezligi modda o'tkazish qonunlari bilan aniqlanadi va uni quyidagi kinetik tenglama orqali ifodalash mumkin:

$$\frac{\partial M}{F \cdot \partial r} = \frac{\Delta c}{R} = K_r \cdot \Delta c$$

Bu yerda ∂M – o'tayotgan modda miqdori. F – modda o'tkazuvchi yuza, $\partial \tau$ - vaqt, Δc - o'rtacha konsentratsiyalar farqi, R - diffuzion qarshilik, K_r - modda o'tkazish koeffitsenti.

4. Mexanik jarayonlar. Mexanik jarayonlarga shunday jarayonlar kiradiki, u yerda jismlar o'zaro faqat mexanik ta'sir ostida bo'ladilar. Bunday jarayonga qattiq xamda sochiluvchan moddalarni maydalash, bo'laklash, kukun xolga keltirish, granullash, preslash va boshqa shu kabi jarayonlar kiradi.
5. Kimyoviy jarayonlar-moddalarning kimyoviy tarkibi va xossalari o'zgarishi bilan tavsiflanadi. Bunday jarayonlarning tezligi kimyoviy kinetik qonunlar bilan aniqlanadi hamda quyidagi tenglama ko'rinishida beriladi:

$$\frac{\partial M}{V \partial \tau} = K_r f \text{ ©}$$

Bu yerda ∂M -kimyoviy jarayon kechayotgan vaqtda o'tgan modda miqdori, $\partial \tau$ - vaqt, V - qurilma yoki apparatni modda sig'diruvchi xajmi, K_r - kimyoviy jarayon tezligi koeffitsienti, $f \text{ ©}$ - jarayonni xaraktga keltiruvchi kuch bo'lib, jarayonda ishtirok etuvchi moddalar konsentratsiyalarga bog'liq funktsiyadir.

Jarayonlar davriy va uzluksiz bo'lishi mumkin. Davriy jarayonda apparatlarni tsiklik tartibda takrorlanib ishlashi kuzatiladi. Bu xolda bir tsikl apparatni kerakli xom ashyo bilan to'ldirishdan boshlanadi, shu xom ashyoni qayta ishlash jarayonida u qurilish materialiga aylantiriladi va tsikl ushbu materialni apparatdan to'kib tushirish bilan tugallanadi. Apparat tozalanib kerakli yordamchi ishlar bajarilgandan so'ng (moylash, qoliplarni tozalash, kerak bo'lsa maydalash va x.z.) u yana xom ashyo bilan to'ldiriladi va keyingi tsikl boshlanadi.

Davriy jarayonni asosiy xosalaridan biri butun jarayon bir joyda turli vaqtlarda kechadi.

Uzluksiz jarayon deganda apparat yoki qurilmalarni xom ashyo bilan uzluksiz suratda yuklab borilishi va qayta ishlash jarayonini o'tib xosil bo'lgan tayyor maxsulotni esa uzluksiz bo'shatib olinishini tushuniladi.

Demak uzluksiz jarayonda xam maxsulot ishlab chiqarish jarayoni bir vaqtda kechadi, faqat apparatni turli qismlarida turli jarayonlar kechadi. Ba'zi xollarda tsiklik va uzluksiz jarayonlarni birgalikda xosil qilib beruvchi qurilma yoki apparatlardan xam foydalaniladi.

Qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi apparatlarni loyixalashda asosan uch xolatga katta ahamiyat beriladi:

1. Jarayonlar optimal ya'ni eng qulay suratda bo'lishi kerak. Buning uchun xom ashyoni kukuni o'lchamlaridan tortib to'itish, aralashtirish, bosim va x.z. kattaliklar xam mos ravishda eng muvofiq suratda tanlab olingan bo'linishi kerak. Odatda bu kattaliklarni shunday tanlab olish ma'lum qiyinchiliklar bilan bog'liq bo'lganligi sababli iqtisodiy mezonlardan yoki iqtisodiy ko'rsatgichlardan foydalaniladi, bu yerda albatta sarflangan energiya miqdoridan tortib to'ishchi kuchigacha xammasi xisobga olinadi.
2. Texnologik jarayonlar davomida keraksiz maxsulotlar, chiqindilar, shlaklar iloji boricha bo'lmasligiga erishish kerak bo'ladi.

3. Ish joyini sanitariya-gigienik xolati va mehnat muxofazasi talabnomalarini to'liq bajarilishini ta'minlash kerak bo'ladi.

Umumiy tushuncha

Gidrostatika suyuqliklarni muvozanat koniyatlarini o'rganadi. Yuqorida aytib o'tilganidek gidromexanik jarayonlar asosida gidrodinamikaning qonunlari yotadi va bu qonuniyatlardan issiqlik va modda almashuvi xamda kimyoviy jarayonlarni samaradorligini oshirishda foydalaniladi.

Gidravlikada suyuqlik, gaz va bug'larning birlashtirib umumiy bir nom – tutash muxitlar yoki suyuqlik deb yuritilishi qabul qilingan. Bunga sabab suyuqlik va gazlar tovush tezligidan kichik tezlik bilan xarakatlanganda ularning xarakat qonuniyatlari bir xil bo'ladi. Suyuqlik va gazlarning ko'pchilik xossalari bir-biriga yaqin va o'xshashdir. Masalan suyuqliklar xam, gazlar xam muayyan bir shaklga ega emas, ular qanday idishga solinsa shu idish shaklini egallash xususiyatiga egadirlar. Ularni qovushqoqliklari o'rtasida farq juda katta emas, kritik xaroratdan yuqori xaroratda suyuqlik bilan gazlar orasidagi farq umuman olganda yo'q desa xam bo'ladi. Gidravlikani asosiy qonuniyatlarini keltirib chiqarishda ideal suyuqlik degan tushunchadan foydalaniladi. Ideal suyuqlik deb qovushqoqligi yo'q, bosim ostida sira xam siqilmaydigan, xarorat ortganda esa zichligi o'zgarmaydigan suyuqlik tushuniladi. Tabiatda aslida bunday suyuqlik yo'q. Xar qanday suyuqlik xam bosim ortganda juda oz miqdorda bo'lsa ham siqiladi. (tomchilanuvchi suyuqliklar) va xarorat ortganda ularning zichliklari kamayadi. Bunday suyuqliklarga real suyuqliklar deyiladi. Real suyuqliklar o'z navbatida tomchilanuvchi va elastik suyuqliklarga bo'linadi. Yuqorida aytib o'tilganidek tomchilanuvchi suyuqliklarni xajmiy kegngayish koeffitsenti juda kichik bo'ladi. Elastik suyuqliklarda esa (gazlar va bug'lar) xarorat yoki bosim o'zgarishi bilan ularni xajmi xam o'zgarishi kuzatiladi.

Idishga solingan suyuqlik shu idish devorlariga va tubiga ma'lum bosim bilan ta'sir ko'rsatadi. Suyuqlikni o'zi ham xar bir nuqtasida ma'lum bosim ostida bo'ladi. Agar suyuqlik muvozanatda bo'lsa, ya'ni tinch xolatda turgan bo'lsa u xolda undan xayolan ajratib olingan elementar yuzaga gidrostatik bosim kuchi ta'sir etadi. SHu bosim kuchini kuch ta'sir etayotgan yuzaga nisbati gidrostatik bosim deyiladi va

$$\rho = \frac{F}{S}$$

Ifoda bilan aniqlanadi. Bosimni o'lchov birligi kuchni yuzaga nisbati kabi aniqlanadi. Ya'ni SI o'lchovlar birligi tizimida bosim N/m^2 yoki Pa da o'lchanadi. Ko'pincha bosimni metr suv ustuni, millimetr simob usutuni, atmosfera, bar kabi o'lchov birliklarida xam ifodalash mumkin. Xususan $1at=1\frac{kg}{cm^2}=10$ metr suv ust=735,5 mm.sim.ust = 0,9181 bar = $9,8 \cdot 10^4$ Pa ga teng. Agar bosim atmosfera bosimidan ortib ketsa-ortiqcha bosim deyiladi, kamayib ketsa-siyraklanish (vakuum) deyiladi.

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Modda almashinuv jarayoni nima?
2. Diffuziya koeffitsienti nima?

3. Issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti nima?
4. Qanday kuchlar tashqi kuchlar deyiladi?
5. Ichki kuchlarga nimalar kiradi?

5-ilova

**Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun
adabiyotlar ro'yxati**

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyixalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyahasini bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

6-ilova

Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

1. Suyuqlikni tezligi qanday o'lchanadi?
2. Pito naychasi haqida tushuntirish bering.
3. Suyuqlik sarfi nima?
4. Sarf o'lchash asboblaridan nimalarni bilasiz?
5. Sarf koefitsienti nima?

Ma'ruza № 3	Gidremexanikaning asosiy qonuniyatlari. Suyuqliklarning asosiy xossalari
--------------------	---

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha ma'ruza matni
<i>Ma'ruzani ishi rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suyuqliklarni fizika-kimyoviy xossalari. 2. Zichlik, solishtirma og'irlik. 3. Suyuqlikni yopishqoqligini aniqlash.
Ma'ruza maqsadi:	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada suyuqlikni fizikaviy-kimyoviy xossalari, zichligi, solishtirma og'irligi., qovushqoqligi va ularni harorat bo'yicha o'zgarishi va ularni aniqlash asbob uskunalari to'g'risida ma'lumot bilan tanishtiradi.	Talabalar ma'ruzadan suyuqlikni xossalarni aniqlashni o'rganadilar va bilimlarini shu ma'lumotlar bilan to'ldiradilar.
Ma'ruzada suyuqlikni qovushqoqligini	Talabalar qurilish materiallarini

aniqlashda reatest-2 va Gepler qovushqoqligini o'lchash vositalari (viskozimetrlari) haqida ma'lumot beriladi.	qovushqoqligini aniqlash usullari bilan tanishadilar.
O'qitish vositalari	Ma'ruza matni, doska, kompyuter slaydlar, videofilmmlar.
O'qitish usullari	Ma'ruza matni, so'rov.
O'qitish shakllari	Jamoadashlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, laboratoriya ishini topshirish.

Gidrodinamik jarayonlar, suyuqliklar, ularning xossalari haqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasini va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Suyuqliklarning fizikaviy-ximiyaviy xossalari jadvali. (1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlantirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Tinglaydilar. Tinglaydilar. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi. (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova).	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar kiradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

Таблица 16

Физические свойства масла МК в зависимости от температуры [Л. 17]

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$c_p, \text{кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$	$\lambda, \text{Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$	$\mu \cdot 10^4, \text{кг}\cdot\text{с/м}^2$	$\nu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	$\alpha \cdot 10^4, \text{м}^2/\text{с}$	$\beta \cdot 10^4, 1/^\circ\text{C}$	Pr
10	911,0	1,645	0,1510	35 414	3 883	9,94	8,56	39 000
20	903,0	1,712	0,1485	18 560	1 514	9,58	8,64	15 800
30	894,5	1,758	0,1461	6 180	691,2	9,28	8,71	7 450
40	887,5	1,804	0,1437	3 031	342,0	8,97	8,79	3 810
50	879,0	1,851	0,1413	1 638	186,2	8,69	8,86	2 140
60	871,5	1,897	0,1389	961,4	110,6	8,39	8,95	1 320
70	864,0	1,943	0,1363	603,3	69,3	8,14	9,03	858
80	856,0	1,989	0,1340	399,3	46,6	7,89	9,12	591
90	848,2	2,035	0,1314	273,7	32,3	7,61	9,20	424
100	840,7	2,081	0,1290	202,1	24,0	7,33	9,28	327
110	833,0	2,127	0,1264	145,2	17,4	7,11	9,37	245
120	825,0	2,173	0,1240	110,4	13,4	6,92	9,46	193,5
130	817,0	2,219	0,1214	87,31	10,7	6,69	9,54	160,0
140	809,2	2,265	0,1188	70,34	8,70	6,53	9,65	133,3
150	801,6	2,311	0,1168	56,90	7,10	6,25	9,73	113,5

2-ilova

Mavzuni jonlashtirish uchun blits so'rov savollari

1. Zichlik nima?
2. Solishtirma og'irlik nima?
3. Qovushqoqlik nima?
4. Bu kattaliklarning o'lchov birliklari.
5. Ularni aniqlash usullari.

3-ilova

1. Suyuqlik sarfi nima?
2. Sarf o'lchash asboblari nimalarni bilasiz?
3. Sarf koeffitsienti nima?

Ma'ruza

Suyuqliklarning asosiy xossalari

Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari zichlik, solishtirma og'irlik va qovushqoqlik bilan xarakterlanadi.

Zichlik. Hajm birligidagi bir jinsli jismning (suyuqlikning) massasi zichlik deb ataladi va ρ bilan belgilanadi:

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad (1.1)$$

bu yerda m –suyuqlik massasi; V -suyuqlikning hajmi. Halqaro birliklar sistemasida zichlik kg/m^3 da o'lchanadi.

Solishtirma og'irlik. Hajm birligidagi suyuqlikning og'irligi solishtirma og'irlik deb ataladi va γ bilan belgilanadi:

$$\gamma = \frac{G}{V}; \quad (1.2)$$

bu yerda G-suyuqlikning og'irligi. SI ga binoan solishtirma og'irlik N/m³ da o'lchanadi. Massa bilan og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$m = \frac{G}{g};$$

bu yerda g-erkin tushish tezlanishi, m/s².

Massaning miqdorini (1.1) tenglikka qo'ysak, zichlik bilan solishtirma og'irlikning o'zaro bog'lanish nisbati kelib chiqadi:

$$\gamma = \rho \cdot g \quad (1.3)$$

Tomchili suyuqliklarning zichligi va solishtirma og'irligi elastik suyuqliklarnikidan bir necha marta katta bo'lib, bosim va temperatura ta'sirida juda kam o'zgaradi.

Gazlarning zichligi ideal gazlarning holat tenglamasidan aniqlanadi.

$$pV = \frac{m}{M}RT; \quad (1.4)$$

bu yerda p-gaz bosimi, N/m²; T-gazning absolyut temperaturasi (T=273+t); M-1 molъ gazningi massasi, kg/molъ; R-universal gaz konstantasi, R=8,314 J/(molъ·°S).

(1.4) tenglamadan zichlik quyidagi ifodaga teng bo'ladi:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT}; \quad (1.5)$$

Zichlik kattaligiga teskari bo'lgan kattalik solishtirma hajm deb ataladi va ν ifodalanadi:

$$\nu = \frac{V}{m} = \frac{1}{\rho} = \frac{RT}{pM} = \frac{V}{m} \quad (1.6)$$

Qovushoqlik. Haqiqiy (real) suyuqliklar truba ichida harakatlanganda, uning ichida ichki ishqalanish kuchlari hosil bo'lib, siljishiga to'sqinlik qiladi. Suyuqlikning bir qatlamdan ikkinchi qatlamga siljishi uchun sarf bo'lgan kuch qovushoqlik (yoki ichki ishqalanish koeffitsienti) deyiladi. Nyuton qonuniga binoan, suyuqlikning siljishi uchun zarur bo'lgan kuch shu qatlamning yuzasiga,

surilish tezligi gradientiga va shu suyuqlikning qovushoqlik koeffitsientiga to'g'ri proporsional bog'langan:

$$T = \mu \cdot F \frac{d\omega}{dn}; \quad (1.7)$$

bu yerda T- ta'sir etayotgan kuch; F- yuza; $\frac{d\omega}{dn}$ - tezlik gradienti; μ - qovushoqlik koeffitsienti.

Tenglamadagi qovushoqlik koeffitsienti μ dinamik qovushoqlik koeffitsienti yoki qovushoqlik deyiladi. Qovushoqlik suyuqliklarning fizik xususiyatlariga va temperaturasiga bog'liq bo'lib, keng intervalda o'zgaradi. Masalan, glitserinning qovushoqligi suvnikiga nisbatan bir necha marta kattadir.

Qovushoqlik SI ga binoan quyidagi birlikda o'lchanadi:

$$\mu = \frac{T}{F \left(\frac{d\omega}{dn} \right)} = \frac{H}{M^2 \left(\frac{M/c}{M} \right)} = \frac{H \cdot c}{M^2} = \text{Pa} \cdot \text{c}.$$

Dinamik qovushoqlik koeffitsientining shu suyuqlik zichligiga nisbati kinematik qovushoqlik deyiladi va ν bilan belgilanadi:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (1.8)$$

SI da kinematik qovushoqlik m^2/s birligida o'lchanadi.

Gidrostatikaning asosiy tenglamasi

Gidrostatikaning asosiy tenglamasini bir o'lchamli barqaror ko'rinishga keltirilgan holati uchun yozilsa, tinch turgan suyuqlikning istalgan nuqtasidagi bosimning x va u o'qlar bo'yicha o'zgarishi nolga teng bo'lib, bosim vertikal z o'q bo'yicha o'zgaradi. SHuning uchun $\frac{\partial p}{\partial z}$ xususiy hosila miqdorini $\frac{dp}{dz}$ bilan almashtiramiz, u holda:

$$-\rho g - \frac{dp}{dz} = 0.$$

Bundan

$$-dp - \rho g dz = 0 \quad (2.1)$$

Tenglamaning chap va o'ng qismini ρg ga bo'lib, ishoralarini o'zgartiramiz:

$$dz + \left(\frac{1}{\rho g} \right) dp = 0.$$

Bir jinsli aniq siqilmaydigan suyuqliklarning zichligi o'zgarmas bo'lgani uchun

$$dz + d\left(\frac{P}{\rho g} \right) = 0 \quad \text{yoki} \quad d\left(z + \frac{P}{\rho g} \right) = 0.$$

Bu tenglamani integrallaymiz, u holda:

$$z + \frac{P}{\rho g} = \text{const}. \quad (2.2)$$

Bu tenglama gidrostatikaning asosiy tenglamasi deyiladi.

Tenglamada z – ixtiyoriy gorizontaal tekislikka nisbatan olingan nuqtaning balandligi (nivelir balandlik) yoki geometrik napor, $\frac{P}{\rho g}$ - statik yoki pьezometrik bosim kuchi.

Gidrostatikaning asosiy tenglamasiga muvofiq, tinch turgan suyuqlikning har qanday nuqtasida nivelir balandlik va statik bosim kuchlarining yig'indisi o'zgarmas miqdorga teng. Nivelir balandlik va statik bosim kuchi metr hisobida ifodalanadi. Umumiy holda tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$P = P_0 + \rho g z \quad (2.3)$$

R_0 - tinch turgan suyuqlik sirtiga ta'sir qilayotgan atmosfera bosimi.

(2.3) tenglamadan ko'rinib turibdiki, tinch turgan bir jinsli suyuqlikning bir xil hajmida bitta gorizontaal tekislikda joylashgan barcha zarrachalari bir xil gidrostatik bosim ostida bo'ladi. Har qaysi nuqtadagi gidrostatik bosimning kattaligi suyuqlik ustunining balandligiga bog'liq.

(2.3) tenglama Paskalъ qonunining bir ko'rinishidir, ya'ni bu formulaga binoan, tinch holatdagi suyuqlikning istalgan nuqtasiga ta'sir etayotgan tashqi bosim suyuqlikning barcha nuqtalariga o'zgarishsiz uzatiladi.

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Gidrostatika nima?
2. Gidrostatik bosim haqida tushuncha.
3. Ortiqcha bosim haqida tushuncha.
4. Gidrostatikaning asosiy tenglamasini keltirib chiqaring.
5. Bir atmosfera bosim SI birliklar tizimida qanday yoziladi?

**Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun
adabiyotlar ro'yxati**

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyixalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyahasini bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

4. Suyuqlikni tezligi qanday o'lchanadi?
5. Pito naychasi haqida tushuntirish bering.

4-Ma'ruza	Gidrodinamikaning asosiy qonuniyatlari, oqim tartibi, tezligi va sarfi
------------------	---

(ma'ruza-2 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anomal suyuqliklarni oqish tartibini aniqlash. 2. Oqim tezligi aniqlash vositalari. 3. Oqim sarfini aniqlash asboblari.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Gidrodinamikaning asosiy qonuniyatlari bilan tanishtirish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada suyuqliklarni xarakat qonuniyatlari bilan tanishtiradi.	Talabalar suyuqliklarni asosiy parametrlari bilan tanishadi.
Ikki va ko'p fazali suyuqliklar to'g'risida ma'lumot beradi.	Talabalar qurilish materiallari ishlab chiqarishda foydalaniladigan aralashmalar to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi.
Suyuqliklarning sarfi, xarakat tezligi, hamda oqim tartidi xaqida ma'lumot beradi.	Talabalar xarakatlanayotgan suyuqliklarda xarakat qonuniyatlari xaqida ma'lumotga ega bo'lishadi.
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, klayster texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoda ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash

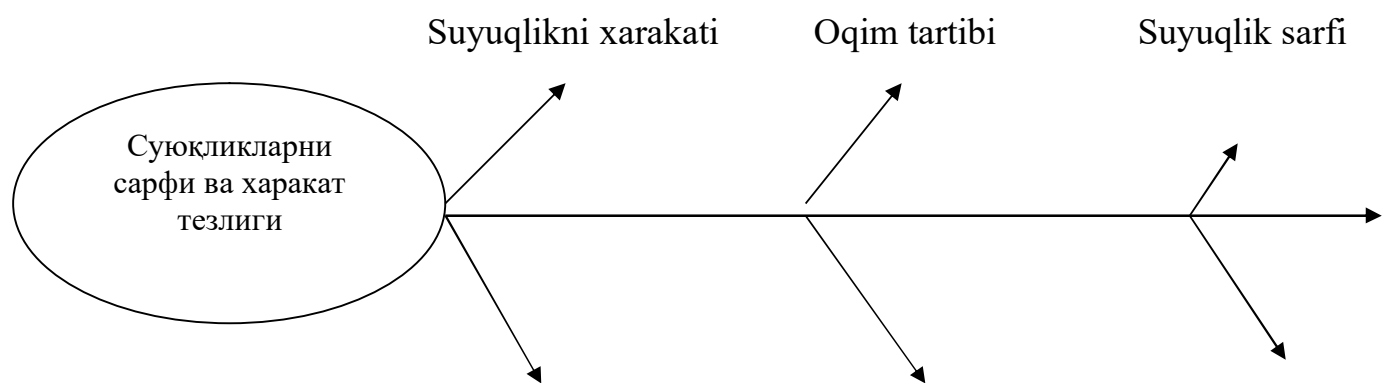
	mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Gidrodinamikaning asosiy qonuniyatlari, oqim tartibi, tezligi va sarfi bilan tanishtirish xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Baliq skeleti usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Tinglaydilar. Tinglaydilar. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar kiradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-Ilova

Baliq skeleti usuli



Oqim xarakati, tezlik epyurasi.

Laminar va turbulent.

Xajmiy

va

massaviy sarf
2-ilova

Mavzuni jonlashtirish uchun blits so'rov savollari

1. Suyulikni xarakat tartibi.

2. Qanday suyuqliklar ko'p fazali suyuqliklar deyiladi?
3. Xajmiy va massaviy sarfni o'lchov birliklari.
4. Suyuqlikni xarakat tezligini o'lchash asboblari.

3-ilova

Ma'ruza

Suyuqlik harakatini tafsillovchi asosiy kattaliklar

Suyuqlikning harakati tezlik, sarf, bosim va boshqa kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Vaqt birligi ichida oqib o'tgan suyuqlik miqdori m^3/soat , l/soat , l/s , m^3/s birliklarda o'lchansa hajmiy sarf, agar kg/soat , kg/s da o'lchansa massaviy sarf deyiladi.

Trubada oqayotgan suyuqlikning tezligi trubaning devorlariga yaqinlashgan sari kamayadi, chunki suyuqlik harakati ishqalanish kuchi tufayli sekinlashadi va suyuqlik zarrachalari devorga yopishib, qo'zg'almas bo'lib qoladi. Suyuqlik zarrachalari trubaning o'rtasida maksimal tezlik bilan harakat qiladi.

Suyuqlikning haqiqiy tezligini o'lchash juda qiyin, chunki suyuqlik zarrachalari oqimning har bir nuqtasida alohida tezlikka ega bo'ladi. SHuning uchun zarrachalarning tezligi o'rtacha kattalik bilan aniqlanadi. Hajmiy sarf miqdorining truba ko'ndalang kesimiga nisbati o'rtacha tezlik deyiladi:

$$\omega = \frac{V}{S}, \text{ m/s};$$

bu yerda V -hajmiy sarf miqdori, m^3/s ; S - trubaning ko'ndalang kesimi, m^2 .

Yuqoridagi tenglikdan: $V = \omega \cdot S, \quad m^3/s. \quad (3.1)$

Bu tenglik sekundlik sarf tenglamasi deyiladi. Suyuqlikning massaviy sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$M = \rho \cdot \omega \cdot S, \text{ kg/s} \quad (3.2)$$

bu yerda $\rho\omega$ – suyuqlikning massaviy tezligi, $kg/(m^2 \cdot s)$.

Truba yoki boshqa shakldagi kanalda suyuqlik ikki xil rejimda, ya'ni laminar va to'liqinsimon (turbulent) rejimda harakat qiladi. Oqimlarning harakat rejimini birinchi bo'lib 1883 yilda ingliz fizigi O. Reynold's rangli eritmalar yordamida suyuqlikning ikki xil – laminar va turbulent rejimda bo'lishini aniqladi. Tajriba qurilmasi 3.1 – rasmda ko'rsatilgan. Rezervuarda suvning sathi bir xil ushlab turiladi. Unga gorizont shisha truba biriktirilgan. SHisha trubadagi oqim harakatini kuzatish uchun uning o'qi bo'ylab rangli suyuqlik yuboriladigan naycha o'rnatilgan. Suvning trubadagi tezligi kran orqali rostlanadi.

Suv oqimining tezligi kichik bo'lganda rangli suyuqlik suvga aralashmasdan to'g'ri chiziq bo'ylab gorizontal ip shaklida harakat qiladi. Chunki, kichik tezlikda suvning zarrachalari bir – biriga aralashmasdan, parallel holda tartibli harakat qiladi (3.1 – rasm, a). Bunday harakat laminar rejim deb yuritiladi.

Trubadagi suv oqimi tezligi keskin ko'paytirilsa, rangli eritma truba bo'ylab to'lqinsimon harakat qilib suvning butun massasiga aralashib ketadi (3.1-rasm, v). Bu vaqtda suv zarrachalari ham bir-biri bilan aralashib, tartibsiz to'lqinsimon harakat qiladi. Bunday oqim turbulent rejim deyiladi.

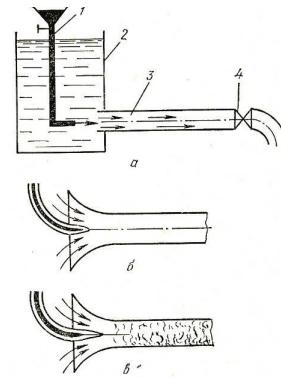
Reynol'ds o'z tajribalarida faqat tezlikni emas, balki trubaning diametri, suyuqlikning qovushoqligi va zichligini o'zgartirdi. Bu o'zgaruvchan kattaliklar: tezlik ω , diametr d , zichlik ρ , qovushoqlik μ kabi kattaliklardan Reynol'ds o'lchamsiz kompleks keltirib chiqardi, ya'ni:

$$Re = \frac{\omega d \rho}{\mu} \quad (3.3)$$

Bu kompleks Reynol'ds kriteriyasi deyiladi. Reynol'ds kriteriyasi o'lchovsiz ma'lum son qiymatga ega. Masalan, Xalqaro birliklar sistemasida uning son qiymati quyidagiga teng:

$$Re = \frac{\omega d \rho}{\mu} = \frac{m/c \cdot m \cdot \kappa z / m^3}{H \cdot c / m^2} = \frac{\kappa z \cdot m}{c^2 \frac{\kappa z \cdot m}{c^2}} = 1 \quad \text{ччунки } 1H = \frac{\kappa z \cdot m}{c^2} .$$

Reynol'ds kriteriyasi harakat rejimini aniqlash bilan birga oqim harakatidagi qovushoqlik va inertsiya kuchlarining o'zaro nisbatini ham aniqlaydi. Suyuqliklarning harakat rejimi Reynol'ds kriteriyasining kritik qiymati Re_{kr} bilan aniqlanadi. To'g'ri va tekis yuzaga ega bo'lgan trubalardagi suyuqlik oqimi uchun $Re_{kr}=2320$ ga teng. Agar $Re < 2320$ bo'lsa, laminar rejim bo'ladi, $Re > 2320$ bo'lsa, to'lqinsimon harakat (turbulent rejim) bo'ladi. $Re > 10000$ bo'lganda turg'un turbulent rejim bo'ladi.



3.1-rasm. a) Reynol'ds tajribasi:

1-suyuqlik oqadigan naycha; 2-suyuqlik to'ldirilgan idish; 3-suyuqlik oqadigan truba; 4-suyuqlik harakatini rostlab turuvchi kran;

b) trubadagi suyuqlikning laminar harakati;

v) trubadagi suyuqlikning turbulent harakati.

Suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchash

Ochiq oqimda suyuqlikning tezligi Pito naychasi bilan o'lchanadi. U kichik diametrli bukilgan nay bo'lib, harakatlanayotgan suyuqlik oqimi yo'nalishiga ochiq uchi qarama-qarshi qilib o'rnatiladi va nayning o'qi oqim yo'nalishiga mos tushadi (4.1-rasm). Bunda nayning vertikal qismida suyuqlik dinamik bosimga teng bo'lgan balandlik h ga ko'tariladi, ya'ni:

$$h = \frac{\omega^2}{2g}.$$

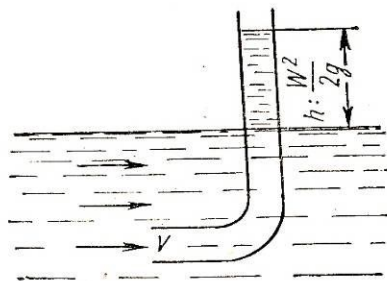
Bundan

$$\omega = \sqrt{2gh}. \quad (4.1)$$

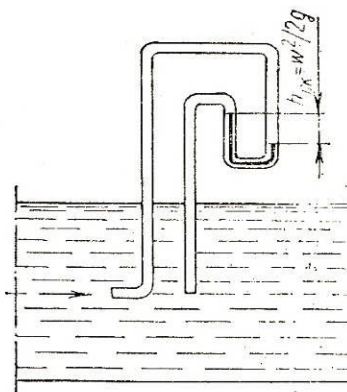
Amalda oqim yo'nalishida nayning bo'lishi tezlikning umumiy taqsimlanishiga ta'sir qiladi, shuning uchun formulaga tuzatish koeffitsienti kiritiladi

$$\omega = \xi \sqrt{2gh}. \quad (4.2)$$

Bu koeffitsientning qiymati har qaysi nay uchun tajriba yo'li bilan topiladi.



4.1-rasm. Pito naychasi



4.2-rasm. Suyuqlikning sarflanish miqdorini pnevmometr tuba vositasida aniqlash

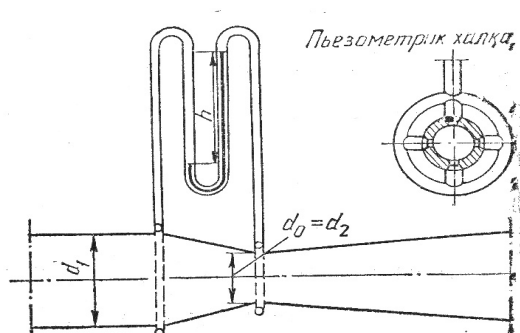
Yopiq trubalarda suyuqlik oqimining tezligini aniqlash uchun Pito naychasi bilan birgalikda U -simon pьezometrik differentsial manometrlar (trubalar) ishlatiladi (4.2-rasm). Bunda U -simon tuba oqimdagi suyuqlikka nisbatan zichligi kattaroq, o'zaro aralashmaydigan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Trubadagi suyuqlik tezligi o'zgarganda U -simon manometrda suyuqlikning h balandlikka ko'tarilishi dinamik bosimni ko'rsatadi. Dinamik bosim qiymatidan tezlikni aniqlash mumkin:

$$\omega = \sqrt{2gh}.$$

Suyuqlikning miqdori esa sekundli sarf tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$V = S \cdot \omega.$$

Oqim tezligi va sarfini o'lchash uchun yuqorida aytib o'tilgan usullar sodda va qulaydir, lekin pnevmometrik trubalarni oqimlarning o'qiga nisbatan o'rnatish juda qiyin. SHu sababli sanoatda oqim tezligi va sarfini o'lchash uchun drossel asboblari ishlatiladi. Ularning ishlash printsipi trubalarning kesimi o'zgarib, ya'ni trubaning tor va keng kesimidagi dinamik bosimlar farqining o'zgarishini o'lchashga asoslangan.



4.3-rasm. Venturi trubasi

Truba gorizontal holda o'rnatilgani uchun 1-1 va 2-2 kesimlardagi bosimlarning o'zgarishi Bernulli tenglamasi orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g}$$

Bundan

$$\frac{\omega_2^2}{2g} - \frac{\omega_1^2}{2g} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = h;$$

bu yerda h – trubaning tor va keng kesimidagi bosimlar o'zgarishining difmanometrda o'lchangan miqdori, m (ishchi suyuqlik ustuni).

Trubadagi suyuqlikning o'rtacha tezligi va sarfini aniqlash uchun uzluksizlik tenglamasidan foydalanib tezlikni ω_1 va trubaning diafragmadan keyingi tor kesimidagi tezligini ω_2 bilan ifodalaymiz.

$$\omega_1 = \omega_2 \frac{S_2}{S_1} = \omega_2 \frac{d_2^2}{d_1^2}.$$

ω ning qiymatini dinamik naporlar ayirmasini ifodalovchi tenglamaga qo'ysak:

$$\frac{\omega_2^2}{2g} - \frac{\omega_2^2}{2g} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 = h.$$

Drossel asboblari sifatida o'lchovli diafragma, soplo, Venturi trubalari ishlatiladi. Venturi trubasida o'lchovchi diafragma va soploga nisbatan bosimning yo'qolishi kam bo'ladi, chunki uning diametri asta-sekin torayib, so'ngra kengayib o'z holatiga qaytadi (4.3-rasm). SHuning uchun Venturi trubalari sanoatda ko'proq ishlatiladi.

$$\text{Bundan } \omega_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}}.$$

Diafragma teshigi S_0 dan o'tayotgan, ya'ni trubadan o'tayotgan suyuqlik sarfining miqdori esa:

$$V_c = \frac{\alpha \cdot \pi}{4} d_0^2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4}}, \quad (4.3)$$

bu yerda α – tuzatish koeffitsienti ($\alpha < 1$); d_0 – diafragma teshigi diametri.

Tuzatish koeffitsientining miqdori suyuqlikning harakat rejimiga va drossel asboblarning diametrining truba diametri nisbatiga bog'liq:

$$\alpha = f\left(\text{Re}, \frac{d_0}{d_1}\right),$$

bu yerda d_0 va d_1 – drossel asboblarning va trubaning diametri.

Koeffitsient α drossel asboblarning *sarf koeffitsienti* deb yuritiladi. Drossel qurilmalarining diametri truba diametridan 3-4 marta kichik, shuning uchun (4.3) tenglamadagi $\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4$ nisbatlar miqdori juda kichik bo'ladi, demak, suyuqlikning sarfini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$V_c = \frac{\alpha \cdot \pi}{4} d_0^2 \sqrt{2gh}. \quad (4.4)$$

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Suyuqlikni tezligi qanday o'lchanadi?
2. Pito naychasi haqida tushuntirish bering.
3. Suyuqlik sarfi nima?
4. Sarf o'lchash asboblari nimalarni bilasiz?
5. Sarf koeffitsienti nima?
6. Suyuqlik sarfi qanday aniqlanadi?
7. Laminar va turbulent oqimlar farqi nimada?
8. Reynoldsoning sonining kritik qiymati.
9. Gidrodinamika, oqimning uzluksizlik tenglamasi.
10. O'tish rejimi qanday aniqlanadi?

5-ilova

Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxati

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyixalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyahasini bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

6-ilova

Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

1. Qanday suyuqliklarga anomal suyuqliklar deyiladi?
2. Suyuqliklarni modellari to'g'risida gapirib bering.
3. Reologiya nima?

5-Ma'ruza	Mavxum qaynash qatlami gidrodinamikasi
------------------	---

(ma'ruza-2 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

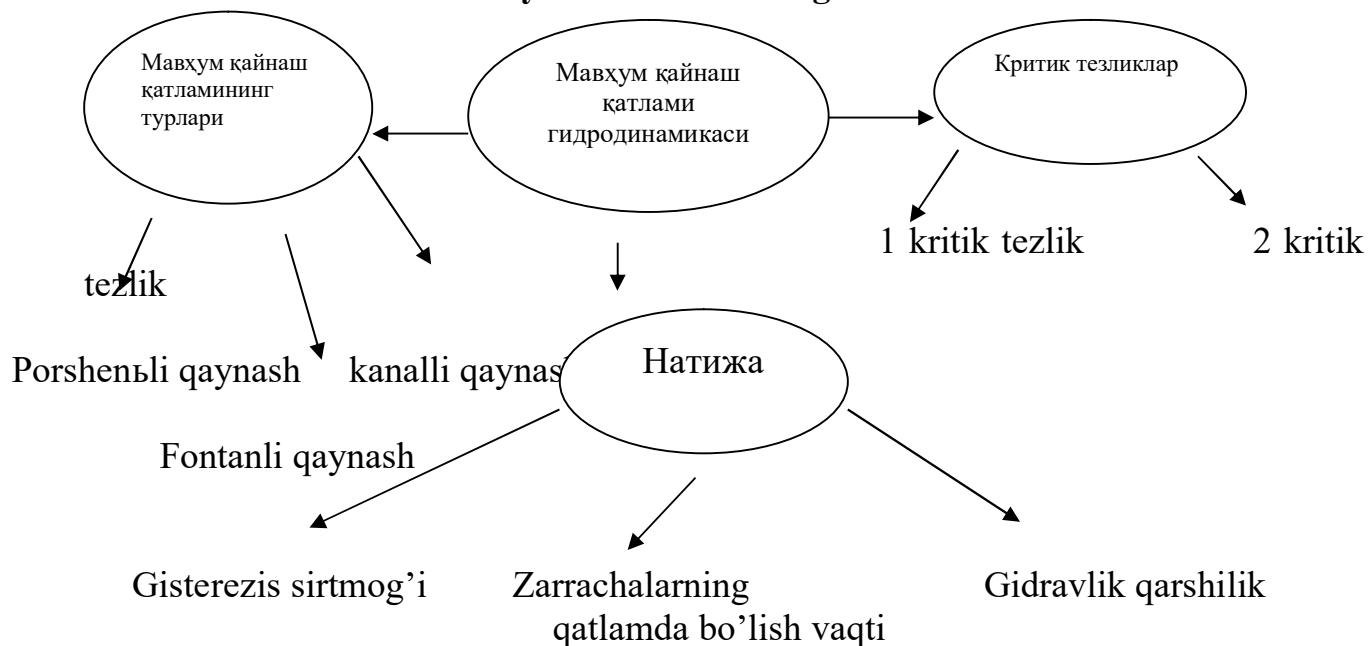
<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 25ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mavhum qaynash qatlaminin gidrodinamikasi 2. Mavhum qaynashning boshlanishi, 1-kritik tezlik 3. 2-kritik tezlik 4. Mavhum qaynash qatlaminin turlari
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Mavhum qaynash gidrodinamikasining asosiy qonuniyatlari bilan tanishtirish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada mavhum qaynash qonuniyatlari bilan tanishtiradi	Talabalar mavhum qaynash qatlaminin gidrodinamikasini asosiy parametrlari bilan tanishadi.
1 va 2 kritik tezliklar haqida ma'lumotlar beradi va Arximed kriteriyasini hisoblashni o'rgatadi.	Talabalar mavhum qaynash jarayonida kritiktezliklarni hisoblashni hamda Arximed kriteriyasi yordamida Todes tenglamasini yechimini topadilar.
Mavhum qaynash qatlami turlari haqida ma'lumotlar beradi.	Talabalar xarakterlanayotgan muhitda xarakter qonuniyatlari va turlari haqida ma'lumotga ega bo'lishadi.
Mavhum qaynash jarayoni yordamida mexanik qo'shimchalardan tozalash usullarini o'rgatadi.	Mavhum qaynash qatlaminin gidravlik qarshiligi hisoblab topiladi hamda zarrachalarning havo oqimi bilan chiqib ketish tezligi topiladi

O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, klaster texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoadada ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Mavhum qaynash qatlami gidrodinamikasi xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Klaster usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Tinglaydilar. Tinglaydilar. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar kiradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

Klaster usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi



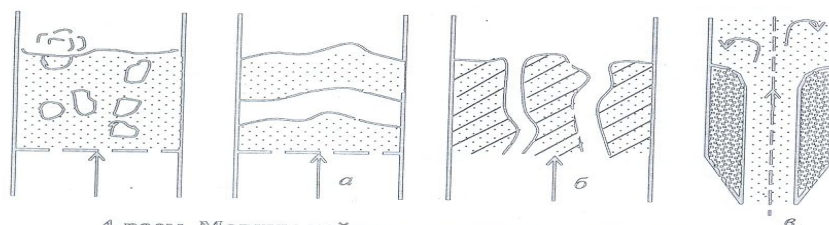
Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi

1. Qachon mavhum qaynash jarayoni yuz beradi?
2. Mavhum qaynash qatlamining necha turini bilasiz?
3. Arximed kriteriysi nima?
4. Todes formuladasi tushuntirib bering
5. Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi qanday topiladi?

Ma'ruza

ko'proq ishlatiladi. Bunday tizimlar ko'pincha turli jinsli bo'ladi. Ayrim sharoitlarda gaz ko'piklariga ega bo'lgan mavhum qaynash qatlami hosil bo'ladi (5.2-rasm, a).

Agar qattiq zarrachalarning o'lchami kattalashib, apparatning diametri kichiklashsa va gazning tezligi ko'paysa, o'zaro porshenli qatlam paydo bo'ladi (5.2-rasm, a). Porshenli qatlamda qattiq fazaning vertikal yo'nalishdagi aralashtirilishi qiyinlashadi.

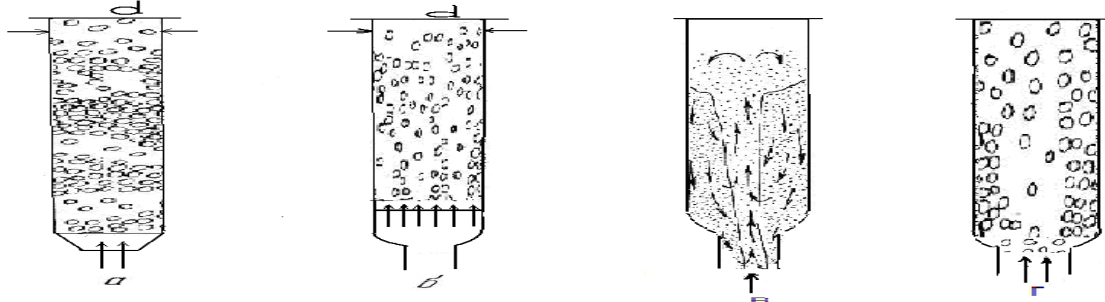


4-rasm. Mavhum qaynash qatlamining turarlari

a) porshenli qaynash qatlami; b) kanalli qaynash qatlami; v) fontanli qaynash qatlami.

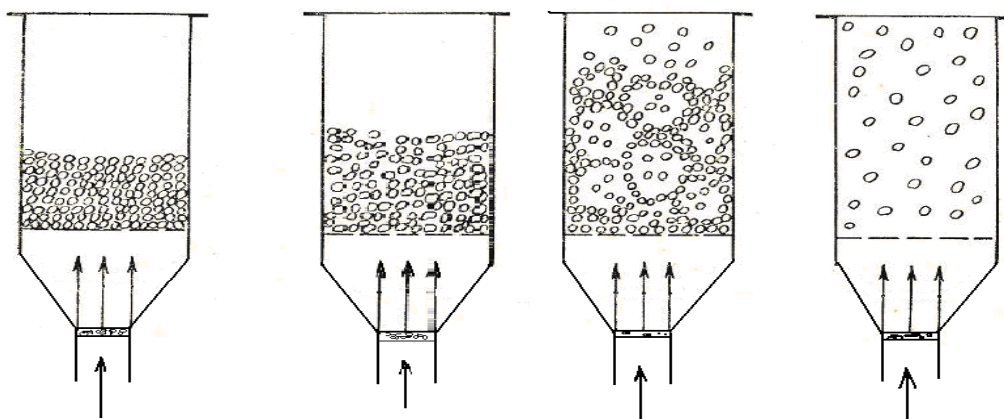
Qattiq materiallar yoki juda kichik o'lchamli (masalan, o'lchami mikron atrofida) materiallar mavhum qaynash holatiga keltirilganda kanal hosil qiluvchi qatlam paydo bo'ladi (5.2-rasm, b). Bunda gaz kanallar orqali o'tib ketadi, qattiq materiallarning asosiy massasi o'zgarmay qolaveradi. Konussimon va konus-silindrsimon apparatlarda kanal hosil qiluvchi qatlam favvorali qatlamga aylanadi (5.2-rasm, v, g). Bunday sharoitda gaz yoki suyuqlik oqimi asosan apparatning o'qi

bo'ylab qattiq zarrachalar bilan birgalikda harakat qiladi va favvora kabi ularni yuqoriga tarqatadi (otadi).



Mavhum qaynash qatlamining gidrodinamikasi

Hozirgi vaqtda qurilish materiallari va ximiya sanoatining barcha texnologik jarayonlarida mavhum qaynash usuli keng qo'llanilmoqda. Ayniqsa issiqlik almashinish, quritish, adsorbtsiyalash, absorbttsiyalash kabi jarayonlarda mavhum qaynash usulining ishlatilishi katta natijalar bermoqda. Mavhum qaynash jarayonida fazalar o'rtasidagi o'zaro kontakt yuzasi katta bo'lishi tufayli mavxum qaynash jarayon bir necha marta tezlashadi, natijada apparatning unumdorligi oshadi. Mavhum qaynash jarayonida qatlamning gidravlik qarshiligi nisbatan katta bo'lmaydi. Donasimon zarrachalarda mavxum qaynash qatlamini hosil qilish uchun ixtiyoriy shakldagi (masalan, tsilindrsimon) vertikal idishga donasimon qattiq material solinadi. Material teshikchalar o'lchami material o'lchamidan kichik bo'lgan to'r ustiga joylashtiriladi. Agar to'r orqali pastdan yuqoriga qaratib kichik tezlik bilan gaz yoki suyuqlik oqimi yuborilsa, material qatlami aytarli o'zgarmay qoladi (5.1-rasm, a). Gaz oqimi tezligini asta-sekin ko'paytirib borilsa, tezlik ma'lum qiymatga ega bo'lganda qatlamdagi materialning og'irligi oqimning gidrodinamik bosim kuchiga teng bo'lib qoladi, shuning uchun qattiq zarrachalarni muvozanat holati buziladi va ular har xil yo'nalishida siljiy boshlaydi.



5.1-rasm. Mavhum qaynash qatlamining holatlari

Gaz tezligini yana oshirsak qatlam kengayada, zarrachalar harakatining intensivligi ortadi, bunda gidrodinamik muvozanat buzilmaydi. Bunday sharoitda qatlam mavhum qaynash holatini egallaydi, ya'ni qatlam xuddi qaynayotgandek bo'lib ko'rinadi (5.1-rasm, b).

Qatlamning o'zgarmas holatdan mavhum qaynash holatga o'tishiga to'g'ri keladigan gaz yoki suyuqlikning tezligi *mavhum qaynashning boshlanish tezligi* yoki *birinchi kritik tezlik* deb yuritiladi.

Agar gazning tezligini oshiraversak, tezlik ma'lum qiymatga yetganda gidrodinamik bosim kuchlari materialning og'irlik kuchlaridan ortib ketadi, natijada qattiq material donachalari gaz oqimi bilan birga idishdan otilib chiqib ketadi (5.1-rasm, g). Qattiq material donachalarining gaz oqimi bilan chiqib ketish holatiga to'g'ri keladigan tezlik **chiqib ketish tezligi yoki ikkinchi kritik tezlik deb ataladi**. SHunday qilib, mavhum qaynash holati birinchi va ikkinchi kritik tezliklar o'rtasida yuz beradi.

Mavhum qaynash ikki xil (bir jinsli va turli jinsli) ko'rinishda yuz beradi. Bir jinsli mavhum qaynashda birinchi va ikkinchi kritik tezliklar o'rtasida qattiq material zarrachalari butun qatlam balandligi bo'yicha bir xil tarqalgan bo'ladi. Amaliy jihatdan bunday mavhum qaynash jarayoni tomchili suyuqlik (masalan, suv) yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Turli jinsli mavhum qaynash asosan qattiq modda zarrachalari gaz oqimi yordamida mavhum qaynash holatiga keltirilganda yuz beradi. Bunda birinchi va ikkinchi kritik tezliklar oralig'ida qattiq modda zarrachalari qatlam bo'ylab har xil tarqalgan bo'ladi.

Turli jinsli qatlamning hosil bo'lish darajasi zarrachalarning yuzasi va shakliga, qattiq material zarrachalari va harakatdagi oqim zichliklarining nisbatiga, zarrachalarning diametriga, oqimning tezligiga, gaz tarqatuvchi to'r katakchalarining o'lchamiga bog'liq.

Sanoatda ko'pincha qattiq modda – gaz tizimidagi mavhum qaynash jarayonlari

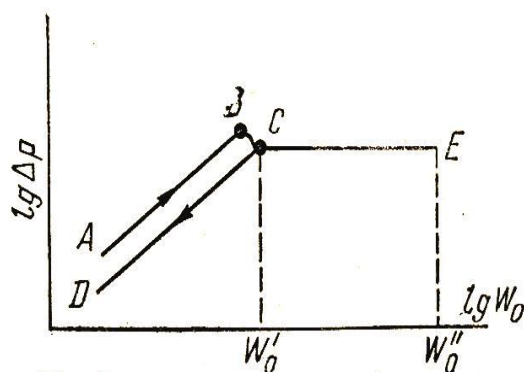
5.2-rasm. Mavhum qaynash qatlamining turlari:

a) porshen qaynash qatlami; b) kanalli qaynash qatlami; v, g) favvorasimon qaynash qatlami.

So'ngra qattiq zarrachalar apparat devori yonidan pastga qarab harakat qiladi.

Qattiq zarrachalarning mavhum qaynash holati 5.3-rasmda yaqqol ko'rsatilgan. Bu rasmda donasimon qatlamning gidravlik qarshiligi va muhitning tezligi oralig'idagi bog'liqlik ko'rsatilgan. AV chiziq o'zgarmas qatlam orqali o'tayotgan gaz harakatini tasvirlaydi. S nuqta o'zgarmas qatlamning mavhum qaynash holatiga o'tishini ko'rsatadi, shu nuqtaga to'g'ri kelgan tezlik W_1 birinchi kritik tezlikni ifodalaydi. Mavhum qaynash jarayonining boshlanishi bilan oqimning gidrodinamik bosim kuchlari qatlamdagi qattiq zarrachalar og'irligini muvozanatga solib turadi. Gaz oqimi tezligining ortishi bilan qattiq zarrachalar og'irligi o'zgarmaydi, zarrachalarni mavhum qaynash holatida ushlab turish uchun zarur bo'lgan energiya sarfi ham bir xil bo'ladi.

Bu holat grafikda SE gorizontaal chiziq bilan belgilangan. Ye nuqtaga to'g'ri kelgan tezlik w_0'' ikkinchi kritik tezlikni tavsiflaydi. Ikkinchi kritik tezlik birinchi kritik tezlikdan katta bo'lsa, ya'ni $w_2 > w_1$ bo'lgan paytda zarrachalar oqim (gaz yoki suyuqlik oqimi) bilan birgalikda apparatdan chiqib ketadi. Bunday sharoitda qatlamdagi qattiq zarrachalar og'irligining kamayishi natijasida qattiq zarrachalarni mavhum qaynash holatiga keltirish uchun kerak bo'lgan energiya sarfi kamayadi.



5.3-rasm. Donador materiallar gidravlik qarshiligining tezlik bilan o'zaro bog'liqligi

SHu sababli bosimlar farqi Δr S nuqtadan keyin asta sekin kamayadi.

O'zgarmas qatlamdan mavhum qaynash holatiga o'tish uchun bosim cho'qqisi ΔR_0 xarakterlidir. Zarrachalar o'rtasidagi o'zaro tortishish kuchlarini yengish uchun qo'shimcha energiya sarflanishi sababli bosim cho'qqisi hosil bo'ladi. Bosim cho'qqisining kattaligi zarrachalar shakli va yuzasiga bog'liq.

Agar gaz tezligi sekin-asta kamaytirilsa, egri chiziq A nuqtada kesishmay pastroqdan o'tib, cho'qqi hosil qilmaydi. Bu hodisa *gisterezis* deb ataladi. Mavhum qaynash hosil bo'lishining kritik tezligini topish uchun juda ko'p tenglamalar taklif etilgan. SHarsimon bir jinsli zarrachalar uchun birinchi kritik tezlikni topishda Todes tenglamasidan foydalanish eng qulaydir:

$$\text{Re}_{kp} = \frac{Ar}{1400 + 5,22\sqrt{Ar}}, \quad (5.1)$$

bu yerda

$$\text{Re}_{kp} = \frac{\omega'_0 d \rho}{\mu}$$
$$Ar = \frac{d^3 (\rho_{\kappa 3} - \rho_m) \rho g}{\mu^2},$$

d – qattiq zarrachalar diametri, m; ρ_m – muhitning zichligi, kg/m^3 ; ρ_{qz} – qattiq zarrachalar zichligi, kg/m^3 , μ – muhitning dinamik qovushoqligi, $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$; g – erkin tushish tezlanishi m^2/s .

O'zgarmas qatlam va mavhum qaynash qatlami balandliklari quyidagi bog'lanish yordamida xisoblanadi.

$$H(1 - \varepsilon) = H_0(1 - \varepsilon_0), \quad (5.2)$$

N – mavhum qaynash qatlamining balandligi, m; ε – mavxum qaynash qatlamdagi zarrachalar orasidagi bo'shliq (g'ovaklik); N_0 – o'zgarmas qatlam balandligi, m; ε_0 – o'zgarmas qatlamdagi zarrachalar orasidagi bo'shliq (g'ovaklik).

Mavhum qaynash jarayoni mavhum qaynash soni $K\omega$ bilan xarakterlanadi:

$$K_{\omega} = \frac{V_0}{V_0^1}, \quad (5.3)$$

bu yerda V_0 – apparatning to'la kesimiga nisbatan olingan oqimning ish tezligi m/s ; bu yerda aparatdan o'taetgan gaz yeki suyuqlikning tezligi nazarda tutilmoqda V_0 – mavhum qaynash qatlamining hosil bo'lish kritik tezligi, m/s .

Mavhum qaynash soni $K\omega$ zarrachalarning qatlamdagi aralashish intensivligini ko'rsatadi.

Mavhum qaynash qatlamida eng intensiv aralashish $K\omega=2$ da bo'ladi. Lekin har bir texnologik jarayon uchun $K\omega$ ning optimal qiymati tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Zarrachalarning qatlamda o'rtacha bo'lish vaqti:

$$\tau_0 = \frac{G_m}{Q_c}, \quad (5.4)$$

bu yerda G_m – qatlamda bo'lgan qattiq materialning massasi kg; Q_c -qattiq material sarfi, kg/s.

Qattiq zarrachalarning gaz yoki suyuqlik oqimi bilan chiqib ketish tezligi Todes tenglamasi orqali topiladi:

$$Re = \frac{Ar}{18 + 0,62\sqrt{Ar}}, \quad (5.5)$$

bu yerda

$$Re = \frac{\omega_0 d \rho}{\mu},$$

Mavhum qaynash qatlamining gidravlik qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta P = H(\rho_{K3} - \rho_M)(1 - \varepsilon),$$

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Mavhum qaynash qatlami gidrodinamikasidan qachon foydalaniladi?
2. Tezlikning qanday qiymatida zarrachalar havo oqimi bilan chiqib ketadi?
3. Mavhum qaynash qatlamining qanday holatlarida yengil zarrachalar otilib chiqib ketmaydi?

5-ilova

Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyixalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyihasi bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

6-ilova

Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

1. Nasoslar necha turga bo'linadi?
2. Parrakli nasoslar necha turga bo'linadi?
3. So'rish balandligi va umumiy bosim haqida tushuncha bering
4. Markazdan qochma tipdagi nasoslarni ishlash printspini haqida malumot bering.

6-7-Ma'ruza	Nasoslar, nasoslarning turlari va ularning asosiy parametrlari
--------------------	---

(ma'ruza-4 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nasoslarning asosiy parametrlari 2. Nasoslarning umumiy bosimi va so'rish balandligi 3. Markazdan qochma tipdagi nasoslar 4. Nasoslarning ish xarakteristikasi
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Nasoslarning asosiy parametrlarini aniqlashni o'rgatadi	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada nasoslarning asosiy tiplari va ishlash printsiplari bilan tanishtiradi.	Talabalar suyuqliklarni haydaydigan asosiy mexanizmlarni parametrlari bilan tanishadi.
Nasoslarning ishlash printsiplari, so'rish balandligi va bosimi to'g'risida ma'lumot beradi.	Talabalar nasoslarni qanday balandlikka o'rnatish va ular qanday napor bera olishi to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi.
Nasoslarning ish xarakteristikasini aniqlash xususida ma'lumot beradi	Talabalar ishlayotgan nasoslarni ish xarakteristikasidan sarf, napor va quvvat orasidagi bog'lanishni grafik usulda tavsiflaydilar.
Nasoslarning sarfi, nabori hamda quvvati haqidagi proportsionallik qonuniyatini tushuntiradi.	Talabalar nasoslarning asosiy parametrlari orasidagi proportsionallik koeffitsienti haqidagi ma'lumotga ega bo'ladilar
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, bumerang texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoada ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Gidrodinamikaning asosiy qonuniyatlari, oqim tartibi, tezligi va sarfi bilan tanishtirish xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Tinglaydilar. Tinglaydilar. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar beradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-ilova

Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi

Talabalar ikki guruhga bo'linadi. Har qaysi guruhga mustaqil tayyorlanish uchun nasoslarning turlari, ularning ishlash printsiplari, asosiy parametrlari, so'rish balandligi, nafari, sarfi shular orqali ish xarakteristikasi va proporsionallik qonuniyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tayyorlanishga vaqt beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng 1 guruhdan 5, 6 ta talaba 2 guruhdagi 5, 6 talaba bilan o'rin almashadi va har qaysi guruhda talabador orasida bilim almashish jarayoni ketadi.

2-ilova

Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi

1. Qanday qurilmalarga nasoslar deyiladi?
2. Nasoslarning asosiy parametrlariga nimalar kiradi?
3. Markazdan qochma va porshenli nasoslarning ishlash printsiplari qanday?
4. So'rish quvuridagi klapan nima uchun kerak?
5. Markazdan qochma nasoslarning asosiy tenglamasini keltirib chiqaring .

3-ilova

Nasoslarning asosiy xarakteristikalari

Suyuqlik va gazlarni uzatish

Umumiy tushuncha

Xalq xo'jaligi va ishlab chiqarishning barcha tarmoqlarida, shu jumladan qurilish materiallari sanoatida suyuqliklar gorizontaal va vertikal quvurlar orqali uzatiladi. Suv, neft, benzin, kerosin, moylar va boshqa suyuqliklarni uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar (qurilmalar) *nasoslar* deyiladi. Quvurlarning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqi quvurlardan suyuqlikning oqishi uchun harakatlantiruvchi kuch hisoblanadi. Suyuqlik oqimining quvurlardagi harakatlantiruvchi kuchi gidravlik mashinalar yoki nasoslar orqali hosil qilinadi. Nasos elektr dvigatel'dan mexanik energiya olib, uni suyuqlikning harakatlanayotgan oqimi energiyasiga aylantirib beradi hamda quvurda suyuqlik bosimini oshiradi.

Nasoslarning turlari va asosiy parametrlari

Nasoslar asosan ikki turga: dinamik va hajmiy nasoslarga bo'linadi.

Dinamik nasoslarda suyuqlik tashqi kuch ta'sirida harakatga keltiriladi. Nasos ichidagi suyuqlik nasosga kirish va undan chiqish quvurlari bilan uzluksiz bog'langan bo'ladi. Suyuqlikka ta'sir qiladigan kuchning turiga ko'ra, dinamik nasoslar parrakli va ishqalanish kuchi yordamida ishlaydigan nasoslarga bo'linadi.

Parrakli nasoslar o'z navbatida markazdan qochma va o'qli (propellerli) nasoslarga bo'linadi. Markazdan qochma nasoslarda suyuqlik ish g'ildiraklarning markazidan uning chetiga qarab harakat qilsa, o'qli (propellerli) nasoslarda suyuqlik g'ildirakning o'qi yo'nalishida harakat qiladi.

Ishqalanish kuchiga asoslangan nasoslar ikki xil (uyurmaviy va oqimli) bo'ladi. Uyurmaviy va oqimli nasoslarda suyuqlik asosan ishqalanish kuchi ta'sirida harakatga keladi.

Hajmiy nasoslarning ishlash printsipti suyuqlikning ma'lum bir hajmini yopiq kameradan itarib chiqarishga asoslangan. Hajmiy nasoslar jumlasiga porshenli, plunjerli, diafragmali, shesternyali, plastinali va vintsimon nasoslar kiradi.

Yuqorida aytib o'tilgandek hajmiy nasoslarda suyuqlik so'rish quvuri orqali berilgan xajmga so'rib olinadi, bu vaqtda klapin xaydash quvurini berkitadi yoki so'rish quvuriga suyuqlik kirmaydi, qo'shilgan xajm suyuqlikka to'lgandan so'ng so'rish quvuridagi klapin bilan, xaydash quvuridagi klapin yopiladi va suyuqlik xaydash quvuriga uzatib bo'lingandan so'ng jarayon qaytadan boshlanadi, ya'ni so'rish quvuridagi klapin bilan suyuqlik xajmga so'rib olinadi va x.z. bunday jarayon asosan porshinli va plunjerli nasoslarda kuzatiladi va SI birlik tizimida m^3/s da o'lchanadi.

Nasosning asosiy parametrlari

Nasoslarning asosiy parametrlari ish unumdorligi, bosim va quvvat kabi kattaliklar bilan belgilanadi.

Nasosning vaqt birligi ichida uzatib beradigan suyuqlik miqdori ish unumdorligi (yoki sarfi) deyiladi va SI birliklar tizimida sarf m^3/s - da o'lchanadi. ($Q, m^3/s$).

Nasosning massa birligiga ega bo'lgan suyuqlikka bergan solishtirma energiyasi bosim deb yuritiladi va u SI birliklari tizimida n/m^2 yoki metr suv ustunida o'lchanadi. (N , n/m^2 yoki metr suv ustuni). Nasosning bosimi oqimning nasosga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng.

Suyuqlikka energiya berish uchun sarflangan nasosning foydali quvvati N_f suyuqlik sarfi miqdori $\gamma \cdot Q$ ning solishtirma energiyaga ko'paytirilganiga teng:

$$N_\phi = \gamma QH = \rho g QH ; \quad (6.1)$$

Nasosning o'qidagi quvvati foydali quvvatdan kattaroq bo'ladi, chunki nasosda energiyaning bir qismi yo'qoladi. Energiyaning yo'qolishi nasosning foydali ish koeffitsienti (FIK) η_n bilan belgilanadi. Demak, nasosning o'qidagi quvvat quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N_e = \frac{N_\phi}{\eta_H} = \frac{\rho g QN}{\eta_H} ; \quad (6.2)$$

Foydali ish koeffitsienti η_n nasosdagi quvvatning nisbiy yo'qolishini, nasosning mukammalligini va uni ishlatishning arzonligini ifodalaydi hamda quyidagi ko'paytma orqali topiladi:

$$\eta = \eta_V \cdot \eta_r \cdot \eta_m ; \quad (6.3)$$

bu yerda η_v – hajmiy FIK; η_r – gidravlik FIK; η_m – mexanik FIK.

Hajmiy FIK nasosning haqiqiy ish unumdorligining nazariy ish unumdorligiga nisbatiga teng bo'lib, nasos konstruksiyasining zich bo'lmagan joylaridan sizib chiqqan suyuqlikning miqdorini belgilaydi.

Gidravlik FIK suyuqlikning nasosdan o'tishida gidravlik va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun sarf bo'lgan bosimning yo'qolishini ifodalaydi.

Mexanik FIK nasos mexanizmlaridagi ishqalanishni yengishga sarflangan quvvatning yo'qolishini belgilaydi.

Dvigatel' iste'mol qiladigan quvvat (yoki dvigatelning nominal quvvati) nasos o'qidagi quvvatdan ortiqroq bo'ladi, chunki quvvatning bir qismi elektr dvigatelning o'qida va elektr dvigateldan mexanik energiya nasosga berilayotganda sarf bo'ladi, ya'ni:

$$N_{ge} = \frac{N_e}{\eta_y \cdot \eta_{ge}} = \frac{N_\phi}{\eta_H \cdot \eta_y \cdot \eta_{DB}} ; \quad (6.4)$$

Ko'paytma $\eta_n \eta_u \eta_{DV}$ nasos qurilmasining to'la FIK deb yuritiladi va η bilan belgilanadi.

Nasos qurilmalarini o'rganish uchun zarur bo'lgan quvvat quyidagiga teng:

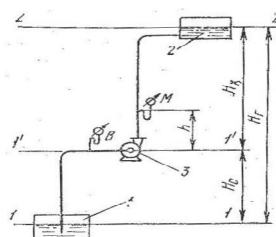
$$N_H = \beta N_{DB} ; \quad (6.4a)$$

bu yerda β – quvvatning zahira koeffitsienti, bu koeffitsientning qiymati dvigatelning nominal quvvatiga qarab belgilanadi. Uning qiymati 4.1. jadvalda keltirilgan.

N_{gv} kVt	1 dan kam	1-5	5-50	50 dan ko'p
β	2-1,5	1,5-1,2	1,2-1,15	1,1

Nasoslarning umumiy bosimi va so'rish balandligi

Suyuqlikni pastki idishdan (7.1-rasm) so'rish va haydash quvurlari orqali haydash uchun dvigatelъ nasosga zarur energiya berishi, ya'ni nasos bosimi (napor) hosil qilishi lozim.



7.1-rasm. Nasosning umumiy naporini aniqlash:

1-pastki suyuqlik uzatiladigan rezervuar; 2-bosim baki; 3-nasos; M-manometr; V-vakuummetr

Nasosning umumiy bosimini 7.1-rasmdagi nasos qurilmasidan aniqlash uchun so'rish va haydash quvurlari uchun Bernulli tenglamasining o'zgarishidan foydalanamiz. Buning uchun so'rish va haydash vaqtidagi parametrlarning o'zgarishini quyidagi tartibda aniqlaymiz:

p_1 - suyuqlik so'rib olinayotgan idishdagi bosim; r - yuqorida joylashgan idishdagi bosim; r_s r_x – suyuqlikning nasosga kirishidagi va chiqishidagi bosimi; N_s - so'rish balandligi; N_x - haydash balandligi; N_r - suyuqlikning geometrik ko'tarilish balandligi; h – vakuummetr va monometr o'rnatilgan nuqtalar orasidagi vertikal masofa.

Nasosning bosimini aniqlash uchun pastki idishdagi suyuqlik balandligining tekisligiga nisbatan so'rish vaqtidagi 1-1 va 1'-1' kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = H_c + \frac{\omega_c^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} + h_c; \quad (7.1)$$

Xuddi shuningdek, nasos o'qidan o'tuvchi tekislikka nisbatan haydash vaqtidagi 1-1 va 2-2 kesimlar uchun Bernulli tenglamasini yozamiz:

$$\frac{p_x}{\rho g} + \frac{\omega_x^2}{2g} = H_x + \frac{\omega_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + h_x; \quad (7.2)$$

bu tenglamada: ω_1 , ω_2 – pastki va yuqorigi idishlardagi suyuqlikning tezligi; ω_s , ω_h – so'rish va haydash quvurlaridagi suyuqlik tezligi; h_c , h_h – so'rish va haydash quvurlaridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun ketgan napor miqdori.

So'rish va haydash trubalaridagi tezlikka nisbatan pastki va yuqorigi idishlardagi suyuqlik tezligining o'zgarishi juda kichik bo'lib, u nolga teng ($\omega_1=0$; $\omega_2=0$).

Nasosning napori oqimning nasosga kirish va chiqishdagi solishtirma energiyalari ayirmasiga teng:

$$H = \frac{p_c - p_x}{\rho g}; \quad (7.3)$$

(4.5) va (4.6) tenglamalardan ayirmalar farqini aniqlasak:

$$H = \frac{p_c - p_1}{\rho g} + \frac{\omega_c^2 - \omega_x^2}{2g} + H_c + H_x + h_c + h_x; \quad (7.4)$$

Bunda $\omega_s = \omega_h$, chunki haydash va so'rish quvurlarining diametri bir xil. $h_u = h_c + h_h$ quvurning umumiy gidravlik qarshiligi. Bundan tashqari, 4.1-rasmdan: $N_s + N_h = N_g$. Bu holda (7.4) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$H = H_r + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_y; \quad (7.5)$$

Demak, nasosning umumiy bosim suyuqlikni geometrik balandlik N_g ga ko'tarish uchun, pastki va yuqorigi idishlardagi bosimlar orasidagi farqni hamda so'rish va uzatish quvurlaridagi gidravlik qarshilikni yengish uchun sarflanadi.

Agar pastki va yuqorigi idishlardagi bosim o'zaro teng bo'lsa, u holda nasosning umumiy bosimi:

$$H = H_r + h_y; \quad (7.6)$$

Suyuqlik gorizont al quvurlar orqali uzatilsa ($N_g = 0$):

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + h_y; \quad (7.7)$$

Xuddi shuningdek, nasosning umumiy bosimi manometr va vakuummetrning ko'rsatishi bo'yicha ham aniqlash mumkin:

$$H = \frac{p_M + p_{\text{vak}}}{\rho g} + h; \quad (7.8)$$

SHunday qilib, nasosning umumiy bosim manometr va vakuummetrlar (uzatilayotgan suyuqlik ustuni metr hisobida) ko'rsatishlarining yig'indisi bilan bu asbobl ar ulangan nuqtalar orasidagi vertikal masofaning (h) yig'indisiga teng.

So'rish balandligi. Pastki idishdagi suyuqlikning erkin sirtiga (7.1-rasm) atmosfera bosimi r_0 ta'sir etadi. Suyuqlik so'rish quvuri orqali balandlikka ko'tarilib, nasosning ish kamerasini to'ldirish uchun bu kamerada siyraklanish (ya'ni vakuum) vujudga keltirish kerak. Bunda ish kamerasiga qoldiq absolyut bosim $r_s < r_0$ ta'sir etadi. Bosimlar farqi $r_0 - r_s$ hosil bo'lganligi sababli suyuqlik ustunining metrlarda ifodalangan napori $r_0 - r_s / \rho g$ hosil bo'ladi. Bu bosimning bir qismi suyuqlikni so'rish quvurida N balandlikka ko'tarish uchun, qolgan qismi esa suyuqlikning quvurda ω tezlik bilan harakatlanishiga yoki tezlik naporini hosil qilish uchun va so'rilayotgan suyuqlik yo'lida uchraydigan barcha qarshiliklarni yengishga sarflanadi. U holda:

$$\frac{p_0}{\rho g} - \frac{p_c}{\rho g} = H_c + \frac{\omega^2}{2g} + h_c; \quad (7.9)$$

Uzatilayotgan suyuqlikning qaynab ketishini hisobga olgan holda (u doim soʻrilishi uchun) soʻrilish quvurlaridagi bosim shu xaroratdagi suyuqlikning toʻyingan bugʻ bosimi p_t dan yuqori boʻlishi kerak. Bunda nasosning normal ishlashini ifodalovchi uchun tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\frac{p_c}{\rho g} = \frac{p_0}{\rho g} - \left(H_c + \frac{\omega^2}{2g} + h_c \right) \geq \frac{p_t}{\rho g};$$

Bu yerdan

$$H_c \leq \frac{p_0}{\rho g} - \left(\frac{p_t}{\rho g} + \frac{\omega^2}{2g} + h_c \right); \quad (7.10)$$

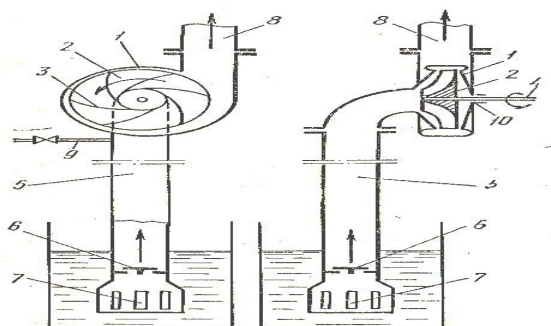
Xarorat ortishi bilan suyuqlikning toʻyingan bugʻ bosimi ham ortib, u qaynash xaroratda tashqi atmosfera bosimiga tenglashadi, bu vaqtda soʻrish balandligi nolga teng boʻladi. SHuning uchun qovushoqligi yuqori va issiq suyuqliklarni uzatayotganda nasos qabul qiluvchi idishga nisbatan pastroq oʻrnatilishi zarur.

Xuddi shuningdek, soʻrish balandligini hisoblashda gidravlik va mahalliy qarshiliklarni yengish uchun ketgan sarflardan tashqari, markazdan qochma nasoslarda kavitatsiya hodisasi, porshenli nasoslarda esa inertsion kuch taʼsirida boʻladigan bosim yoʻqolishlari inobatga olinishi lozim.

Markazdan qochma tipdagi nasoslar

Markazdan qochma nasoslarda spiralsimon qobiq ichida parrakli ish gʻildirak joylashgan boʻladi. Ish gʻildirakning aylanishida markazdan qochma kuch hosil boʻladi. Bu kuch taʼsirida suyuqlikning soʻrilishi va uni haydash bir meʼyorda uzluksiz boradi. 8.1-rasmda markazdan qochma nasos sxemasi koʻrsatilgan.

Nasos ishga tushirilishidan oldin soʻrish quvuri, ish gʻildiragi va qobiq suyuqlik bilan toʻldiriladi. SHundan keyin dvigatel tok manbaiga ulanadi: ish gʻildiragi harakatga keltiriladi. Suyuqlik gʻildirak bilan birga aylanib, markazdan qochma kuch taʼsirida parraklar vositasida gʻildirakning markazidan chekkasiga otilib, spiralsimon qoʻzgʻalmas kamerani toʻldiradi va haydash trubasi orqali balandlikka koʻtariladi. Bunda ish gʻildiragiga kirish oldida siyraklanish vujudga keladi.



8.1-rasm. Markazdan qochma nasos:

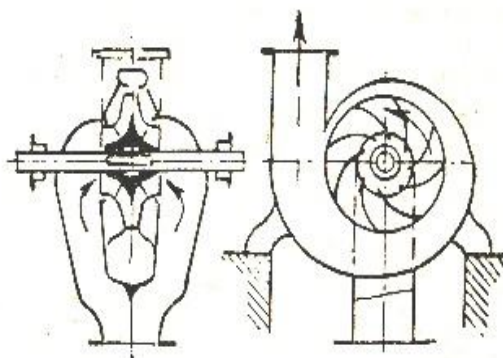
1-spiralsimon qoʻzgʻalmas kamera; 2-ish gʻildiragi; 3-parraklar; 4-val; 5-soʻruvchi quvur; 6-kirish klapani; 7-toʻrli filʼtr; 8-uzatuvchi truba; 9-suyuqlik quyiladigan truba; 10-salʼnik.

Suyuqlik atmosfera bosimi ta'sirida yig'gich rezervuardan kirish klapani orqali so'rish quvuridan nasosga kirib, ish g'ildirakning markaziy qismini to'ldiradi hamda g'ildirakning chekkalariga chiqarib tashlanadi va hokazo.

SHunday qilib, markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikning nasos orqali o'tadigan uzluksiz oqimi vujudga keladi.

Suyuqlik ish g'ildiragi orqali oqib o'tishida dvigatelning mexanik energiyasi suyuqlik oqimi energiyasiga aylanadi. Bunda ish g'ildiragidan chiqish oldida suyuqlikning bosimi ortadi.

Markazdan qochma nasoslarning unumdorligi oshirish uchun ikki yoqlama so'radigan nasoslar ham ishlatiladi (8.2-rasm).

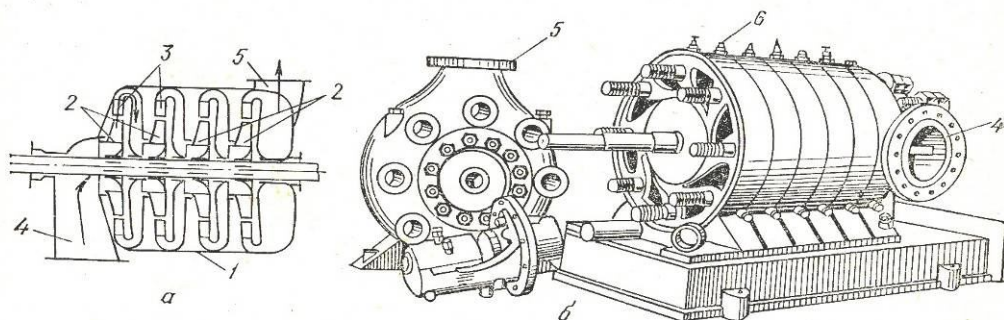


8.2-rasm. Ikki yoqlama so'radigan nasos

Parraklar orasidagi kanallardan suyuqlikni bir tekisda haydash quvuriga berilishi va suyuqlik tezligini asta-sekin kamaytirib, suyuqlik bosimini oshirishni ta'minlash maqsadida nasoslarni qo'zg'almas qobiqlari spiralsimon shaklda tayyorlanadi.

Nasosning ishlashini tekshirib ko'rish uchun so'rish quvuriga vakuummetr va haydash quvuriga esa manometr o'rnatiladi. Bundan tashqari, nasosda uzatilayotgan suyuqlikning miqdorini rostlab turish uchun haydash quvuriga jo'mrak yoki surilma jo'mrak o'rnatiladi.

G'ildiraklarning soniga qarab markazdan qochma nasoslar bir va ko'p bosqichli bo'ladi. Ko'p bosqichli nasoslarda suyuqlik ketma-ket ulangan g'ildiraklar orqali o'tadi (8.3-rasm). Bunday g'ildiraklarda bosim belgilangan miqdorgacha asta-sekin ortib boradi (g'ildiraklar soni 5 tagacha bo'ladi).



8.3-rasm. Ko'p bosqichli markazdan qochma nasos:

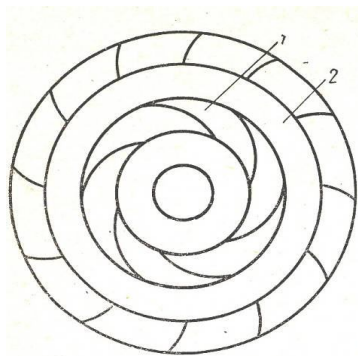
a) nasosning tuzilishi; b) uning tashqi ko'rinishi; 1-qobiq; 2-ish g'ildiragi; 3-uzatish kanallari; 4-so'ruvchi quvur; 5-uzatuvchi quvur; 6-havo chiqadigan jo'mrak.

Nasos qisqa muddatga to'xtatilganda, shuningdek, ish g'ildiragi suyuqlik bilan to'ldirilganda, suyuqlikning oqib ketmasligi uchun so'rish quvuriga qopqoq o'rnatiladi.

Markazdan qochma nasoslar quyidagi afzalliklarga ega: suyuqlik vaqt o'tishi bilan bir me'yorda uzatiladi, tuzilishi sodda, ixcham, vazni yengil va o'lchamlari kichkina, hamma qismlari quyma shaklda oddiy tayyorlangan, unumdorligini haydash quvuridagi siljituvchi mexanizm yordamida o'zgartirish mumkin, siljituvchi mexanizm yopiq bo'lganda ham ishlaydi.

Kamchiligi: nasosni ishlatish uchun oldindan g'ildiraklarini suyuqlik bilan to'ldirish kerak, foydali ish koeffitsienti yuqori emas ($\eta=0,6\dots0,7$).

Nasoslarning foydali ish koeffitsientini oshirish uchun ish g'ildiragi bilan qobiq o'rtasiga diffuzorlar o'rnatiladi (8.4-rasm).



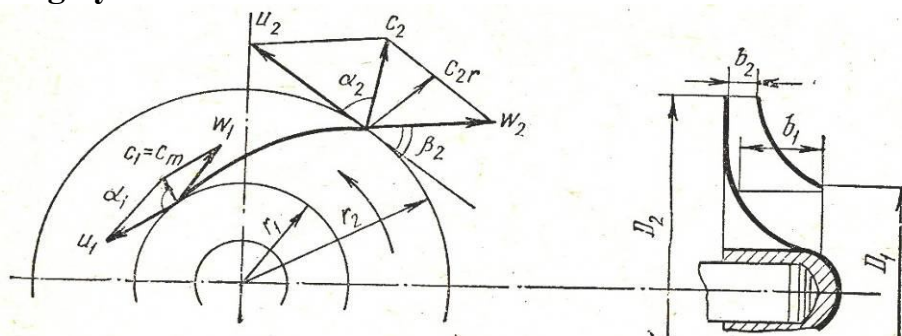
8.4-rasm. Diffuzor:
1-ish g'ildiragi; 2-diffuzor.

Markazdan qochma nasoslarning asosiy tenglamasi. Nasosning ishlashini tahlil qilish uchun suyuqlikni ish g'ildiragining ikki parragi orasidagi kanal bo'ylab harakat qilishini ko'ramiz. Nasos ishlaganida suyuqlikning har bir zarrachalari bir vaqtning o'zida kanalda W nisbiy tezlikda parrak bo'ylab hamda ish g'ildiragi bilan birgalikda nasos o'qi atrofida u tezlikda aylanma harakat qiladi. Kanaldagi suyuqlik zarrachalarining absolyut tezligi ikkala W va u tezliklarning geometrik yig'indisiga teng.

Mexanika qonunlariga asosan, vaqt birligidagi o'zgaruvchan harakat miqdori tizimga teng ta'sir qiluvchi tashqi kuchlarning momentiga teng. Agar suyuqlik massasini G desak, vaqt birligida nasos g'ildiragidan o'tayotgan suyuqlik miqdori:

$$G(R_2 c_2 \cos \alpha_2 - R c_1 \cos \alpha_1) = M ; \quad (8.1)$$

bu yerda R_1 va R_2 -g'ildirakning ichki va tashqi radiusi (8.5-rasm); M -g'ildirakning aylanish momenti.



8.5-rasm. Markazdan qochma nasoslarning asosiy tenglamasini aniqlash.

Aylanish momentida suyuqlikning sarfi bo'lmasa va g'ildirak aylanish momentining burchak chastotasi ω bo'lsa, g'ildirak parraklarining suyuqlikka beradigan quvvati quyidagicha bo'ladi:

$$M\omega = GgH_H; \quad (8.2)$$

bu yerda N_N nasos g'ildiragi hosil qiladigan nazariy bosim.

SHunday qilib:

$$G\omega = (R_2c_2 \cos\alpha_2 - Rc_1 \cos\alpha_1) = GgH_H; \quad (8.3)$$

$\omega R=u_1$ va $\omega R_2=u_2$ bo'lgani uchun (8.2) tenglamadan nazariy bosimni aniqlasak, u holda:

$$H_H = 1/g(u_2c_2 \cos\alpha_2 - u_1c_1 \cos\alpha_1); \quad (8.4)$$

Bu tenglik markazdan qochma nasoslarning asosiy tenglamasi bo'lib, nazariy **bosimni** aniqlash uchun ishlatiladi.

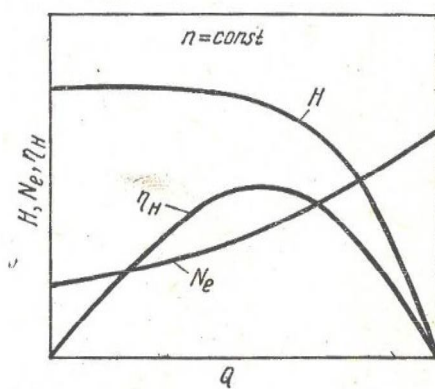
Nasoslarda **bosimning** maksimal qiymatiga erishish uchun ish g'ildiragi parraklarga suyuqlik radial yo'nalishda kiradigan qilib tayyorlanadi. Nasos hosil qiladigan haqiqiy **bosim** nazariy **bosimdan** kam bo'ladi, chunki **bosimning** bir qismi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarf bo'ladi. Bundan tashqari, suyuqlikning hamma zarrachalari ikki parrak orasidagi kanalda bir xil traektoriya bo'ylab harakat qilmaydi, shuning uchun g'ildirakdagi suyuqlik oqimlari uchun ularning burchak tezliklari ham turlicha bo'ladi.

Yo'qotilgan **bosimlarning** miqdori gidravlik foydali harakat koeffitsienti η_r va hajmiy qoeffitsient η_v bilan hisobga olinadi. SHunday qilib, nasosning haqiqiy **bosimi** quyidagicha aniqlanadi:

$$H_x = \eta_r\eta_v(u_2c_2 \cos\alpha_2 / g); \quad (8.5)$$

η_r -F.I.K. ning qiymati nasos konstruksiyasi, kattaligi va tayyorlanish sifatiga bog'liq bo'lib $\eta_r=0,7\dots 0,9$; $\eta_v=0,8$.

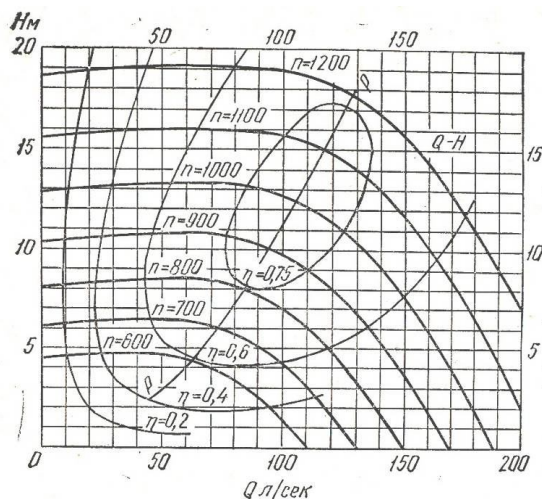
Parrakli nasoslarning ish va umumiy tavsiflari. Proportsionallik qonuni



9.1-rasm. Parrakli nasosning ish xarakteristikasi.

Nasoslarning tavsiflari. Ish g'ildirakning aylanishlar chastotasi n o'zgarmas bo'lganda nasos ish unumdorligi Q ning **bosim** N , **bosimning** o'z quvvati N_e va foydali ish koeffitsienti η_n bilan grafik usuldagi bog'liqligi nasoslarning xarakteristikalari deb yuritiladi (9.1-rasm). Bunday grafik bog'liqliklar markazdan qochma nasoslarni tekshirish paytida olinadi. Bunda haydash quvuridagi zulfin

ochilishi har xil qilib olinadi. Bu vaqtda nasos oladigan minimal quvvat nasosning salt ishlashiga (ya'ni $Q=0$) mos keladi. Bunday sharoitda foydali ish koeffitsienti ham $\eta_n=0$ bo'ladi, chunki nasos suyuqlikni uzatishga oid foydali ish bajarmaydi, salt ishlash quvvati esa nasosdagi barcha ishqalanishlar (podshipniklardagi va o'q zichlagichlaridagi ishqalanishlar, nasos qobig'i to'ldiruvchi suyuqlikning nasos parragiga ishqalanishi va boshqalar) vujudga keladigan mexanik sarflarni qoplashga ishlatiladi.



9.2-rasm. Parrakli nasosning universal tavsiflari

Ish unumdorligini jo'mrakni ochish bilan oshira borsak, nasosning bosimi kamayib, nasos oladigan quvvat ortib boradi va foydali ish koeffitsienti asta – sekin tortib borib maksimal qiymatga ega bo'ladi. Bu hol shuni ko'rsatadiki, aylanish g'ildiragining tezligi o'zgaras bo'lganda, nasosning xarakteristikasidan foydalanib energiyadan eng tejamli foydalanish usulini aniqlash mumkin.

Nasosning turli tartibda ishlash qobiliyatini universal tavsifidan aniqlash qulay. Ish g'ildirakning aylanish soni har xil bo'lganda bosim, foydali ish koeffitsienti va ish unumdorligi o'rtasidagi bog'liqlik nasosning universal tavsifi deb ataladi (9.2-rasm). Universal tavsifi yordamida nasosning foydali ish koeffitsientining maksimal qiymatiga to'g'ri keladigan ish tartibining chegaralarini va eng qulay ish tartibining aniqlash mumkin. Nasoslarning tavsifiga tegishli kataloglarda keltiriladi.

Proportsionallik qonuni. G'ildirakning aylanishlar chastotasi o'zgaranda nasosning ish unumdorligi, bosimi va nasos iste'mol qiladigan quvvat o'zgaradi. G'ildirakning bir minutdagi maksimal aylanishlar chastotasi n_1 dan n_2 ga qadar oshirilsa, nasosning ish unumdorligi Q_2 ham Q_1 ish unumdorligiga nisbatan proportsional ravishda ortadi:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (9.1)$$

Suyuqlikning tegishli N_1 va N_2 bosimlari aylanishlar chastotasining kvadratlari nisbatiga proportsional:

$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2, \quad (9.2)$$

Nasos iste'mol qiladigan quvvat N_1 suyuqlik sarfi Q ning suyuqlik bosimi N ga ko'paytmasiga proportsional bo'lganligi sababli, g'ildirakning bir minutdagi

aylanishlar chastotasi turlicha bo'lgandagi nasosning oladigan quvvati N_2 va N_1 bir minutdagi aylanishlar chastotasining kublari nisbatiga proporsional bo'ladi:

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3, \quad (9.3)$$

Demak, nasos g'ildiragining aylanishlar chastotasi ortishi bilan uning ish unumdorligi birinchi darajada, bosimi ikkinchi darajada, talab qilinadigan quvvat esa uchinchi darajada oshadi. Ammo amalda proporsionallik qonuni g'ildirak aylanishlar chastotasining ikki martadan kam o'zgaradigan sharoitlardagina o'z kuchini saqlaydi.

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Nasos hosil qilgan bosim qanday aniqlanadi?
2. Haqiqiy bosim bilan nazariy bosimning farqi nima?
3. So'rish balandligi qanday aniqlanadi?
4. Nasoslarning ish xarakteristikasidan qanday foydalaniladi?

5-ilova

Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyixalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyahasini bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

6-ilova

Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

1. Qanday mexanizmlar gazlarni siqish va uzatish uchun ishlatiladi?
2. Qanday mexanizmlarga ventilyatorlar deyiladi?
3. Qanday mexanizmlarga gazodufkalar deyiladi?
4. Qanday mexanizmlarga kompressorlar deyiladi?

8-Ma'ruza	Ventilyatorlar, ularning asosiy xarakteristikalari. Gazlarni siqish va uzatish. Kompessorlar
------------------	---

(ma'ruza-2 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
----------------------------	-----------------------

<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ventilyatorlarning asosiy parametrlari 2. Kompresorlarning umumiy bosimi va xaydash balandligi 3. Gazoduvkalarining asosiy parametrlari 4. Vakuum nasoslarining ish xarakteristikalarini
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Nasoslarning asosiy parametrlarini aniqlashni o'rgatadi	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada ventilyatorlarning asosiy tiplari va ishlash printsiplari bilan tanishtiradi.	Talabalar ventilyatorlarning asosiy mexanizmlarini parametrlari bilan tanishadi.
Kompresorlarning ishlash printsiplari, bosimi to'g'risida ma'lumot beradi.	Talabalar kompresorlarni qanday napor bera olishi to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi.
Kompresorlar va ventilyatorlarning ish xarakteristikasini aniqlash xususida ma'lumot beradi	Talabalar ishlayotgan ventilyatorlarni ish xarakteristikasidan sarf, napor va quvvat orasidagi bog'lanishni grafik usulda tasvirlaydilar.
Ventilyator va kompresorlarning sarfi, napori hamda quvvati haqidagi proportsionallik qonuniyatini tushuntiradi.	Talabalar ventilyator va kompresorlarning asosiy parametrlari orasidagi proportsionallik koeffitsienti haqidagi ma'lumotga ega bo'ladi
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, bumerang texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoadi ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Ventilyatorlar, ularning asosiy xarakteristikalarini bilan tanishtirish xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova). 	<p>Tinglaydilar.</p> <p>Tinglaydilar.</p> <p>Savollarga javob beradilar.</p>
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	<ol style="list-style-type: none"> 2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun 	<p>Tinglaydilar va yozadilar.</p> <p>Tinglaydilar va</p>

	savollar beradi. (4-ilova)	javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar beradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-ilova

Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi

Talabalar ikki guruhga bo'linadi. Har qaysi guruhga mustaqil tayyorlanish uchun ventilyatorlar, kompressorlar, gazoduvka va vakuum nasoslarning turlari, ularning ishlash printsiplari, asosiy parametrlari, xaydash bosimi, nabori, sarfi shular orqali ish xarakteristikasi va proportsionallik qonuniyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tayyorlanishga vaqt va mavzu beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng 1 guruhdan 5, 6 ta talaba 2 guruhdagi 5, 6 talaba bilan o'rin almashadi va har qaysi guruhda talabador orasida bilim almashish jarayoni ketadi.

2-ilova

Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi

1. Siqilish darajasi deb qanday kattalik tushuniladi?
2. Qanday mexanizmlarga ventilyatorlar deyiladi?
3. Qanday mexanizmlarga kompressorlar deyiladi?
4. Ventilyatorlar va kompressorlarning ishlash printsiplidagi farqi nimada?

3-ilova

Ma'ruza

GAZLARNI SIQISH VA UZATISH

Umumiy tushunchalar

Ximiya sanoatida gazlarni trubalar orqali uzatish va siyraklantirish uchun ular siqiladi. Siqilgan gazlar suyuqliklarni aralashtirish, sochib (purkab) berish uchun va boshqa maqsadlarda ishlatiladi. Gazlarni siqish va uzatish uchun kompressor mashinalardan foydalaniladi. Xuddi suyuqliklar kabi, gazlar ham bosimlar farqi bo'lgandagina uzatiladi.

Siqilgan gaz bosimi r_2 ning siqilmagan gaz bosimi r_1 ga nisbati *siqish darajasi* deyiladi. Siqish darajasining kattaligiga qarab kompressor mashinalar quyidagi tiplarga bo'linadi:

1. Ventilyatorlar ($r_2/r_1 < 1,1$) - ko'p miqdordagi gazlarni uzatish uchun foydalaniladi.
2. Gazoduvkalar ($1,1 < r_2/r_1 < 3$) - gaz trubalarida katta qarshilik bo'lganda ishlatiladi.
3. Kompressorlar ($r_2/r_1 > 3$) - yuqori bosim hosil qilish uchun ishlatiladi.
4. Vakuum nasoslar - bosimi atmosfera bosimidan past bo'lgan gazlarni so'rish uchun ishlatiladi.

Ishlash printsipliga ko'ra kompressorlar hajmiy va parrakli (qanotli) bo'ladi.

Hajmiy kompressorlarda gaz bosimi uning hajmini majburiy kamaytirish hisobiga ko'payadi. Hajmiy kompressorlar jumlasiga porshenli, rotatsion va vintli kompressorlar kiradi.

Parrakli kompressorlarda gaz bosimi kompressorning g'ildiraklari aylanganida vujudga keladigan inertsiya kuchlari ta'sirida ko'payadi. Ular trubokompressorlar ham deyiladi hamda markazdan qochma kuch ta'sirida ishlaydigan ventilyator va trubogazoduvkalarga bo'linadi.

Porshenli kompressorlar kam miqdordagi gazlarni katta bosimlargacha (0,5; 1; 5; 10; 20 MPa va undan yuqori) siqishda ishlatiladi. Trubokompressorlar esa aksincha, katta miqdordagi gazlarni nisbatan past bosimlarda (0,15...1,5 PMA atrofida) uzatib berishga mo'ljallangan.

Gaz siqishning termodinamik asoslari

Gaz holatining tenglamasi va termodinamik diagrammalar. Gaz siqilish protsessida uning hajmi, bosimi va temperaturasi o'zgaradi. Bu uchala kattaliklarning o'zaro bog'lanishi gazning bosimi 1 MPa gacha bo'lgan ideal gazlarning holat tenglamasi bilan ifodalanadi. Yuqori bosimli gazning hajmi, bosimi va temperaturasi o'rtasidagi bog'lanish Vang'der-Vaal's tenglamasi bilan aniqlanadi:

$$\left(p + \frac{a}{b^2}\right)(v - b) = RT, \quad (13.1)$$

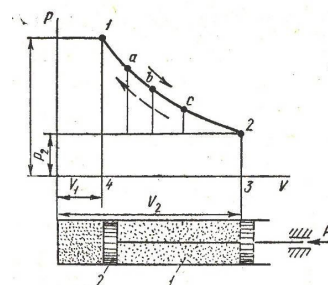
bu yerda: r g'gazning bosimi, N/m²; v g'gazning solishtirma hajmi, m³/kg; R h8314/M-gazlarning universal konstantasi, J/(kg·°S); M -molekulyar massa, kg/kmol; T -temperatura, K.

a va b koeffitsientlarning miqdori maxsus qo'llanmalarda berilmasa, u kritik temperatura T_{kr} , kritik bosim p_{kr} orqali quyidagicha topiladi:

$$a = \frac{27R^2 \cdot T_{kp}^2}{64 \cdot p_{kp}}; b = \frac{RT}{8p_{kp}}.$$

Ammo amaliy hisoblashlarda termodinamik diagramma, ya'ni tajribalar asosida qurilgan T - S diagramma juda qulay va ishonchlidir. Diagrammada ordinata o'qiga absolyut temperatura va abstsissa o'qiga entropiyaning qiymatlari qo'yiladi.

Gaz holatining vaqtning har qaysi paytida o'zgarishi p - V diagrammada uzluksiz keladigan ketmag'ket nuqtalar bilan ifodalanadi, bu nuqtalar bosim va hajmning vaqtning tegishli momentlaridagi o'rtacha qiymatlarini ko'rsatadi (13.1-rasm). Bu nuqtalarni birlashtiruvchi egri chiziq gazning protsess boshlanishidagi va oxiridagi muvozanat holatini aniq xarakterlaydi. Egri chiziqning ko'rinishi protsessning ketish xarakteriga bog'liq. Bunday egri chiziq termodinamik protsess egri chizig'i deyiladi.



13.1-rasm. Termodinamik protsessning R-V diagrammada tasvirlanishi:

1-tsilindr; 2-porshenъ.

Gazlarni siqish. Gazlarni siqish natijasida uning hajmi, bosimi o'zgarishi bilan temperaturasi ko'tarilib, issiqlik ajralib chiqadi. Nazariy jihatdan gaz ikki xil

protsessda siqiladi. Siqish vaqtida ajralib chiqqan issiqlik tashqi muhitga tortib olinsa izotermik, agar faqat gazni isitish uchun sarflansa adiabatik protsess deyiladi.

Izotermik protsessda issiqlik ajratib olinib turilgani uchun, gazning va protsessning temperaturasi o'zgarmas bo'ladi. Adiabatik protsessda tashqi mug'it bilan issiqlik almashinmaydi. Haqiqatda esa siqish vaqtida ajralgan issiqlikning bir qismi tashqi muhitga tarqaladi va qolgan qismi gazni isitishga sarflanadi. Gaz politropik protsessda siqiladi.

Gazlarni kompressorlarda siqish protsesslarida bajarilgan solishtirma ishning miqdori $T-S$ diagramma orqali aniqlanadi. $T-S$ diagrammada o'zgarmas bosim va temperaturaga to'g'ri kelgan qiymatlar gorizontaal chiziqlar bilan tasvirlangan.

Agar diagrammada izotermik protsessni ko'radigan bo'lsak, siqish davomida gazning temperaturasi o'zgarmas bo'lib, bosimning r_1 dan r_2 gacha o'zgarishi AV chiziq orqali ifodalanadi (13.2-rasm).

Diagrammaning izotermik qismidagi solishtirma ishning miqdori quyidagicha topiladi:

$$q_{uz} = l_{uz} = T_A(S_A - S_B). \quad (13.2)$$

Adiabatik protsessda siqish davomida gaz bilan atrof muhit orasida issiqlik almashinmaydi va $dQ=0$; $dS=0$. Protsessda gaz temperaturasi ko'tarilib AD vertikal chiziq bilan ifodalanadi. Adiabatik siqishdagi solishtirma ishning miqdori:

$$q_{od} = l_{od} = c_p(T_D - T_A). \quad (13.3)$$

Politropik protsessda gaz r_1 bosimdan r_2 gacha siqilganda $T-S$ diagrammada AS chiziq bilan ifodalanadi. Bunda solishtirma ishning miqdori politropik protsessda 1 kg gazni siqishda ajralib chiqqan issiqlik miqdoriga teng bo'ladi:

$$q_{nol} = l_{nol} = (S_A - S_c) \frac{T_A + T_c}{2} + e_p(T_c - T_A) \quad (13.4)$$

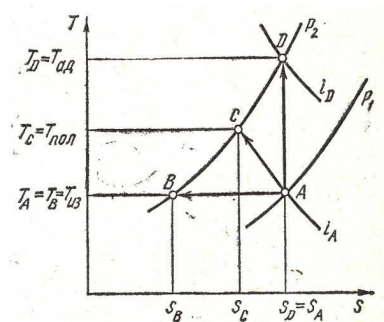
Gazlarni siqishdagi talab qilinadigan quvvat siqishdagi ish miqdorni uning unumdorligiga ko'paytmasiga teng bo'ladi. Izotermik protsess uchun:

$$N_{uz} = \frac{l_{uz} \cdot Q_c \rho}{1000 \eta_{uz} \cdot \eta_{mex}}. \quad (13.5)$$

bu yerda η_{izg} izotermik protsessdagi foydali ish koeffitsienti, $\eta_{iz}=0,64 \dots 0,78$.

Adiabatik protsess uchun

$$N_{ad} = \frac{l_{ad} \cdot Q_c \cdot \rho}{1000 \cdot \eta_{ad} \cdot \eta_{mex}}. \quad (13.6)$$



13.2-rasm. Gazlarni siqish protsessining $T-S$ diagrammada tasvirlanishi.

η_{ad} -adiabatik protsessdagi foydali ish koeffitsienti. Kompessor mexanizmlarida ishqalanishdan hosil bo'ladigan isroflar mexanik FIK η_{mex} bilan hisobga olinadi.

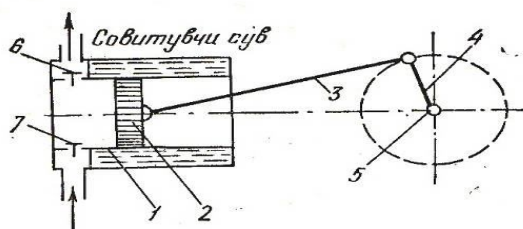
Porshenli kompressorlar

Porshenli kompressorlar siqish darajasiga qarab bir va ko'p bosqichli, shuningdek, ishlash printsipiga ko'ra bir va ikki tomonlama harakat qiluvchi bo'ladi.

Bir bosqichli porshenli kompressorning tuzilishi xuddi porshenli nasosning tuzilishiga o'xshash (14.1-rasm). Porshen tsilindrda o'ngga va chapga krivoship mexanizmi yordamida qaytar-ilgarilama harakat qiladi. Porshen tsilindrning ichki devoriga zich qilib o'rnatiladi va tsilindr bo'shlig'ini ikki qismga bo'lib turadi. Porshen chapdan o'ngga tomon ilgarilama harakat qilganida so'rish klapani ochilib tsilindr gazga to'ladi, orqaga qaytganida esa tsilindrdagi gazning siqilishi natijasida bosim orta borib, uzatilish liniyasidagi bosimga teng bo'lganda, uzatuvchi klapan ochilib gaz uzatila boshlanadi. Gaz siqilganda uning temperaturasi ko'tariladi, qizigan gaz yog'lab turuvchi moyni kuydirib yubormasligi uchun tsilindirning devori uzluksiz suv bilan sovutib turiladi.

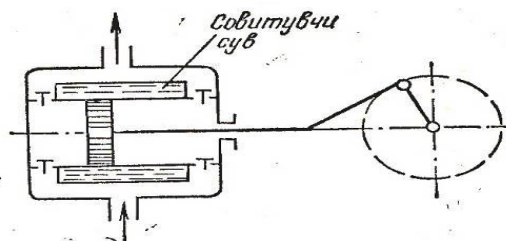
Bir bosqichli kompressorning unumdorligi kam bo'lganligi uchun ikki tomonlama harakatlanuvchi porshenli kompressorlar ko'p ishlatiladi. Bu kompressorlarda tsilindrdagi gaz porshenning ikkala qismida (chap va o'ng) siqiladi; ularda ikkita so'rish va ikkita uzatish klapani bor (4.2 - rasm).

Porshen krivoship – shatunli mexanizm yordamida ilgarilama harakat qiladi. Val bir marta aylanganda tsilindirda gaz ikki marta so'riladi va ikki marta uzatiladi.



14.1-rasm. Bir tomonlama harakatlanuvchi bir tsilindrli kompressor:

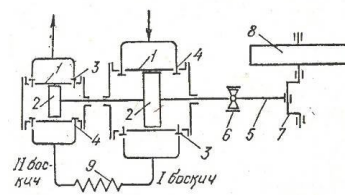
1-tsilindr; 2-porshen; 3-shatun; 4-krivoship; 5-val; 6-haydash klapani; 7-so'rish klapani.



14.2-rasm. Ikki tomonlama harakatlanuvchi bir tsilindrli kompressor.

Kompressorning unumdorligi bir tomonlama ishlaydigan kompressornikiga qaraganda deyarli ikki marta ko'p.

Bir bosqichli kompressorlarning unumdorligini oshirish hamda gazlarning siqilish darajasi 0,4 ... 0,6 MPa bo'lishi uchun ko'p tsilindrli bir va ikki tomonlama siqadigan kompressorlar ishlatiladi. Bu kompressorlarda gaz birinchi tsilindrdan keyingi tsilindrga o'tgani sari bosimi ko'tarilib boradi. Kompressorlarning



14.3-rasm. Ikki tsilindrli bir tomonlama harakatlanuvchi kompressor: 1-tsilindr; 2-porshen; 3,4-so'ruvchi va uzatuvchi klapanlar; 5-shatun; 6-

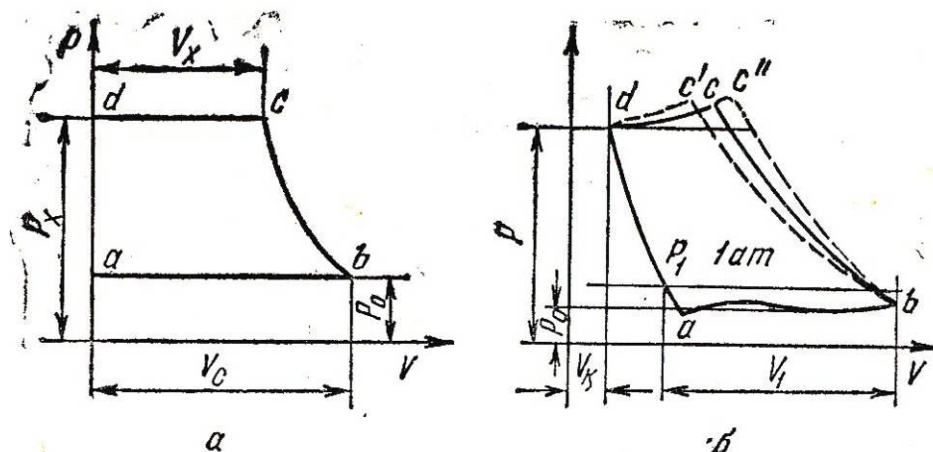
porsheni umumiy bir ish valiga kreyskopf; 7-krivoship; 8-maxovik; 9- o'rnatilgan. sovitskich.

Gazning siqilishi natijasida uning temperaturasi bir tsilindrdan ikkinchi tsilindrga o'tganida ortib boradi. SHu sababli ikkita tsilindr orasiga sovitskichlar o'rnatiladi. 14.3-rasmda ikki tsilindrli gazni bir tomonlama siqadigan kompressorning ishlash printsipi ko'rsatilgan. Bu kompressorlarda porshenlar parallel ishlaydi va tsilindr ketma-ket yoki parallel bitta o'qqa o'rnatiladi.

Gaz T_1 temperatura bilan r_1 bosimda surish trubasi orqali birinchi tsilindrga kirib, porshen yordamida r_2 bosimgacha siqiladi, o'rtadagi sovitskichda sovitskilgan gaz ikkinchi tsilindrga kirib, porshen yordamida r_2 yoki kerakli bosimgacha siqiladi va uzatish klapani orqali uzatiladi.

Porshenli kompressorlarning ishlashini tekshirib turish hamda porshen bir marta aylanganda gazlarning so'rilish va uzatilish vaqtidagi bosimi bilan hajmining o'zaro bog'lanishi indikator diagrammasida qayd qilinadi. Ideal kompressorning ishlashini 4.4-rasmda tasvirlangan r-V diagramma yordamida ko'rib chiqamiz.

Gazlar bir bosqichli ideal kompressorda siqilganida protsessning nazariy xarakteristikasi – bosim bilan hajmning bog'lanishi indikator diagrammasida abcd yuza bilan tasvirlanadi; ab – so'rish protsessi; bc – siqish protsessi; dc – haydash protsessi.



14.4-rasm. Indikator diagramma: a) ideal kompressorning nazariy xarakteristikasi; b) real kompressorning ish protsessi.

Nazariy protsessda kompressorning porsheni chap chekka holatida tsilindr qopqog'iga taqalib kelib, qoldiq hajm hosil qilmaydi. Qoldiq hajm bo'lmagani uchun gaz uzatilgandan so'ng, shu vaqtdayoq gaz so'riladi (b, d nuqtalar). Real kompressorlarda biror holatni egallagan porshen bilan tsilindr qopqog'i orasida doimo muayyan hajm qoladi va u *qoldiq hajm* deyiladi. Qoldiq hajm tsilindr hajmining 3-5% ini tashkil qiladi va u ortishi bilan kompressorning unumi pasayadi. Gaz uzatilgandan keyin u yana so'rilishi uchun va qoldiq hajmda qolgan siqilgan gazning bosimi so'rish vaqtidagi siqilmagan gazning bosimiga teng bo'lishi uchun u kengayishi kerak. Diagrammada qoldiq hajmning miqdori V_q bilan ifodalangan (14.4-rasm, b).

Porshen tsilindrda chapdan o'ngga harakat qilganida qoldiq hajmdagi gaz kengayadi, uning hajmi kattalashib bosimi so'rish vaqtidagi bosimga nisbatan kamroq bo'lguncha pasayadi, bu protsess grafikda *ad* chiziq bilan tasvirlangan. a

nuqtada bosimlar farqi borligi tufayli so'rish klapani ochilib gaz tsilindrga kira boshlaydi, porshenъ tsilindrning o'ng tomonini oxiriga borguncha ab chiziqda so'rish protsessi ketadi. Porshenъ tsilindrning o'ng tomonidan chapga harakat qilganda so'rish klapani yopilib gaz politropik protsessda siqiladi, bu protsess diagrammada bc chiziq orqali tasvirlangan. Bunda gazning bosimi uzatish trubasidagi bosimga nisbatan yuqori bo'lgani uchun uzatish klapani ochiladi (s nuqta). Uzatish protsessi cd chiziq bilan ifodalangan.

Xuddi shuningdek, diagrammada punktir chiziq bilan gazlarni siqishdagi nazariy izotermik protsess bc' chiziq va adiabatik protsess bc'' chiziq bilan tasvirlangan.

Gazlar siqilganda bajarilgan ishning qiymati shu diagrammada tasvirlangan protsesslarning yuzasi bilan o'lchanadi. Gazlar izotermik protsessda siqilganda eng kam, adiabatik protsessda siqilganda esa eng ko'p ish bajarilishi diagrammadan ko'rinib turibdi. Demak, bu diagramma orqali kompressorlarning ish unumdorligini ham aniqlash mumkin.

Porshenli kompressorlarning unumdorligi vaqt birligi ichida uzatilgan gaz hajmiga teng:

$$V_C = \lambda \cdot V_{II} , \quad (14.1)$$

bu yerda V_p –so'rilayotgan gazning hajmi. Bu hajm ab kesmaga proporsional bo'lib, ish tsilindr hajmining ulushiga teng; λ -uzatish koeffitsienti, kompressorning ish unumdorligidagi barcha sarflarni hisobga oladi:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot \lambda_r \cdot \lambda_T ,$$

λ_0 -qoldiq hajmdagi gazning kengayishi natijasida tsilindr foydali hajmining kamayishini hisobga oluvchi koeffitsient; λ_g -uzatielayotgan gazning zich yopilmagan porshenъ klapanlari va salъniklar orqali sarflanishidagi unumdorlikning kamayishini hisobga oluvchi germetiklik koeffitsient; λ_t -termik koeffitsient, so'rilayotgan gazning tsilindrning issiq devorlariga tegishi natijasida va qoldiq hajmdagi issiq gaz bilan aralashib kengayishi hisobga unumdorlikning kamayishini ko'rsatadi.

Porshenli kompressorlar yuqori foydali ish koeffitsientiga ega bo'lib, ular yordamida gazlarni keng intervalda 100 MPa bosimgacha siqish mumkin.

Gazlarning bir me'yorda uzatilmasligi, unumdorligining pastligi va klapanlarining ko'pligi porshenli kompressorlarning kamchiligidir.

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Porshenli kompressorlarning tuzilishi.
2. Kompressorlarda klapanlarning vazifalari.
3. Resiver nima?
4. Gazni bir me'yorda uzatish uchun nima qilish kerak?
5. Porshenli kompressorlarni unumdorligi nimalarga bog'liq?
6. Termodinamik diogramma nima?
7. Izotermik jarayon nima?
8. Adiabatik jarayon nima?
9. Politropik darayon nima?
10. Har bir jarayon uchun solishtirma ishning miqdori qanday aniqlanadi?

Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyihalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyihasini bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti nima?
2. Fur'e tenglamasi.
3. Issiqlik o'tkazuvchanlikni diferentsial tenglamasi.
4. α - koeffitsienti nima?

9-Ma'ruza	Issiqlikni o'tkazuvchanlik. Konvektiv issiqlik almashinish
------------------	---

(ma'ruza-2 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Issiqlik o'tkazish qonuniyati. 2. Moddalarning issiqlik o'tkazuvchanligi. 3. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti xaqida ma'lumot. 4. Tekis devorlardan o'tayotgan issiqlik miqdorini aniqlash.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Tekis va tsilindrik devordan issiqlikni o'tishini aniqlashni o'rgatadi	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti bilan tanishtiradi.	Talabalar jismlarning issiqlik o'tkazish xususiyati bilan tanishadi.
Tekis devordan o'tayotgan issiqlik oqimini topish, Fur'e formulasi	Talabalar Fer'e formulasi yordamida issiqlik oqimini xisoblash to'g'risida

to'g'risida ma'lumot beradi.	ma'lumotga ega bo'lishadi.
TSilindrik devordan o'tayotgan issiqlik oqimini aniqlash xususida ma'lumot beradi	Talabalar tsilindrik devordan o'tayotgan issiqlik oqimini materiallarning termik qarshiliklarini xisoblashni o'rganadilar.
Bir va bir necha qatlamdan iborat devorlardan o'tayotgan issiqlik oqimini aniqlashni tushuntiradi.	Talabalar teploizolyatorlar va turli izolyatsion qatlamlaridan o'tadigan issiqlik oqimi haqidagi ma'lumotga ega bo'ladilar
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, bumerang texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoada ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Tekis va tsilindrik devordan issiqlikni o'tishi xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Tinglaydilar. Tinglaydilar. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar beradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-ilova

Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi

Talabalar ikki guruhga bo'linadi. Har qaysi guruhga mustaqil tayyorlanish uchun Issiqlik o'tkazuvchanlik, materiallarning termik qarshiligi, issiqlik gradienti, Fer'e formulasi va ikki uch qatlamdan iborat devordan o'tayotgan issiqlik oqimini xisoblash qonuniyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tayyorlanishga vaqt va

mavzu beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng 1 guruhdan 5, 6 ta talaba 2 guruhdagi 5, 6 talaba bilan o'rin almashadi va har qaysi guruhda talabador orasida bilim almashish jarayoni ketadi.

2-ilova

Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi

1. Bir o'lchamli xol uchun issiqlik o'tkazuvchanlik differentsial tenglamasi.
2. Izotermik sirt nima?
3. Tekis devordan o'tayotgan issiqlik oqimi.
4. TSilindrik devordan o'tayotgan issiqlik oqimi.

3-ilova

Ma'ruza

Issiqlik o'tkazuvchanlik

Temperatura maydoni va gradienti. Biror jism (yoki suyuqlik) ning ichida temperatura har xil bo'lganida issiqlik energiyasi issiqlik o'tkazuvchanlik orqali tarqaladi. Temperatura maydoni umumiy holatda quyidagi funktsional bog'liqlik bilan ifodalanadi:

$$t = f(x, y, z, \tau), \quad (15.1)$$

bu yerda t -tekshirilayotgan nuqtadagi temperatura; x, y, z -tekshirilayotgan nuqtaning koordinatalari; τ -vaqt.

Agar temperatura vaqt davomida o'zgarmasa, temperatura maydoni turg'un bo'ladi. Agarda temperatura vaqt o'tishi bilan o'zgarsa, unday maydon noturg'un temperatura maydoni deb yuritiladi. Koordinatalarning soniga ko'ra, teiperatura maydoni bir o'lchamli, ikki o'lchamli va uch o'lchamli bo'lishi mumkin.

Bir xil temperaturaga ega bo'lgan nuqtalarning geometrik o'rni izotermik yuza deb yuritiladi. Temperatura bir izotermik yuzadan ikkinchi izotermik yuza yo'nalishiga qarab o'zgaradi. Temperaturalarning eng ko'p o'zgarishi izotermik yuzalarga o'tkazilgan normal chiziqlar bo'yicha yuz beradi. Temperaturalar farqi Δt ning izotermik yuzalar oralig'idagi normal bo'yicha olingan masofa (Δn) ga nisbati temperatura gradienti (*grad t*) deb ataladi:

$$\text{grad } t = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{\partial t}{\partial n} \quad (15.2)$$

Temperatura gradienti nolga teng bo'lmagan taqdirda (*grad t* ≠ 0) issiqlik oqimi yuzaga keladi. Bunda issiqlik oqimining yo'nalishi temperatura gradienti chizig'i bo'yicha boradi, ammo temperatura gradientiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi;

$$q \sim \left(-\frac{\partial t}{\partial n} \right).$$

Fur'ye qonuni. Bu qonunga ko'ra, issiqlik o'tkazuvchanlik orqali o'tgan issiqlik miqdori dQ temperatura gradientiga $\left(\frac{\partial t}{\partial n} \right)$, vaqtga ($d\tau$) va issiqlik oqimi yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan maydon kesimiga (dF) proporsionaldir, ya'ni:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau \quad (15.3)$$

Agar $\frac{Q}{F \cdot \tau} = q$ deb olinsa, u holda:

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}, \quad (15.4)$$

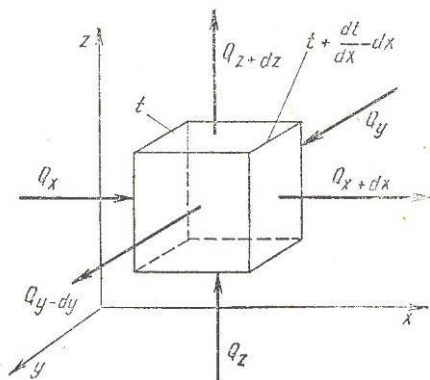
bu yerda q – issiqlik oqimi zichligi; λ – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$[\lambda] = \left[\frac{dQ \cdot \partial n}{\partial t \cdot dF \cdot d\tau} \right] = \left[\frac{\mathcal{K} \cdot \mathcal{M}}{\text{cpad} \cdot \mathcal{M}^2 \cdot c} \right] \left[\frac{Bm}{\mathcal{M} \cdot K} \right] \left[\frac{Bm}{\mathcal{M}^\circ C} \right].$$

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti issiqlik almashinish yuzasi birligidan (1 m) vaqt birligi davomida (τ) izotermik yuzaga normal bo'lgan 1 m uzunlikka to'g'ri kelgan temperaturalarning 1°S ga pasayishi vaqtida issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan berilgan issiqlik miqdorini belgilaydi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati moddaning tuzilishi va uning fizik-ximiyaviy xossalariga, temperatura va boshqa bir qator kattaliklarga bog'liq. Oddiy (normal) temperatura va bosimda metallar issiqlikni juda yaxshi, gazlar esa juda yomon o'tkazadi. Masalan, ayrim moddalarning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti quyidagi qiymatlarga ega: toza mis – 394; STZ markali po'lat – 52, havo – 0,027; tomchili suyuqliklar – 0,1 -0,7; gazlar – 0,006 – 0,165; issiqlikni himoya qiluvchi materiallar – 0,006 – 0, 175. Bular hammasi $Vt/(m \cdot K)$ yoki $Vt/(m \cdot S)$ hisobida o'lchanadi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik-ning differentsial tenglamasi. Ushbu differentsial tenglamani keltirib chiqarishda issiqlik tarqatayotgan jism yoki muhitning fizik xossalari (zichlik ρ , issiqlik sig'imi s va issiqlik o'tkazuvchanlik λ) va yo'nalishlari vaqt bo'yicha o'zgarmaydi deb qaraladi. Issiqlik o'tkazuvchanlikning differentsial tenglamasini keltirib chiqarish uchun jism ichida - qirralari dx , dy , va dz bo'lgan elementar parallelepiped olinadi (5.1-rasm).



15.1-rasm. Issiqlik o'tkazuvchanlikning differentsial tenglamasini aniqlash.

Parallelepipedning chap, orqa va pastki tomonlaridan $d\tau$ vaqt ichida Q_x , Q_y , va Q_z miqdorda issiqlik kiradi, qarama-qarshi (o'ng, old va yuqorigi) tomonlaridan esa o'z navbatida Q_{x+dx} , Q_{y+dy} va Q_{z+dz} miqdorida issiqlik chiqadi.

Ma'lum $d\tau$ vaqt davomida parallelepipedga kirgan va undan chiqqan issiqlik ayirmasi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$dQ = (Q_x - Q_{x+dx}) + (Q_y - Q_{y+dy}) + (Q_z - Q_{z+dz}) /$$

Issiqlik o'tkazuvchanlikning Fur'ye qonuniga ko'ra, quyidagini yozish mumkin:

$$Q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau ;$$

$$Q_{x+dx} = -\lambda \frac{\partial \left(t + \frac{\partial t}{\partial x} dx \right)}{\partial x} dydzd\tau = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} dydzd\tau - \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx dydzd\tau .$$

O'z navbatida

$$Q_x - Q_{x+dx} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} dx dydzd\tau /$$

Xuddi shu yo'l bilan:

$$Q_y - Q_{y+dy} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} dx dydzd\tau ,$$

$$Q_z - Q_{z+dz} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} dx dydzd\tau .$$

Oxirgi uchta tenglamalarning chap va o'ng tomonlarini qo'shish natijasida quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$dQ = \lambda \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) dx dydzd\tau . \quad (15.5)$$

Energiyaning saqlanish qonuniga ko'ra, issiqlik miqdorining farqi parallelepiped entalpiyasining o'zgarishiga sarflanayotgan issiqlik miqdoriga teng, ya'ni:

$$dQ = c\rho dx dydz \frac{\partial t}{\partial \tau} d\tau , \quad (15.6)$$

bu yerda s - parallelepiped materialining issiqlik sig'imi.

(5.5) va (5-6) ifodalarni solishtirish orqali issiqlikni o'tkazuvchanlikning differentsial tenglamasini olamiz:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (15.7)$$

(5.7) tenglamadagi proporsionallik koeffitsienti $\lambda/s\rho$ ni a orqali belgilaymiz. Temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsienti jismning issiqlik o'tkazish qobiliyatini belgilaydi. Uning o'lchov birligi m^2/s .

Demak, Fur'ening qo'zg'almas muhit uchun issiqlik o'tkazuvchanlik differentsial tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (15.8)$$

yoki

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a\Delta^2 t . \quad (15.9)$$

Tekis devorning issiqlik o'tkazuvchanligi. Qalinligi δ va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ bo'lgan, bir jinsli materialdan tayyorlangan tekis

devorning issiqlik o'tkazishini tekshiramiz. Devorning qarama-qarshi tomonlaridagi temperaturalar t_{d1} va t_{d2} ga teng, biroq $t_{d1} > t_{d2}$.

Tekis devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini keltirib chiqarish uchun (15.8) differentsial tenglamadan foydalanib, turg'un issiqlik rejimida devorning turli nuqtalaridagi temperatura vaqt davomida o'zgarmaydi deb olamiz. Bundan tashqari, temperatura maydonibir o'lchamlidir, natijada temperatura bir yo'nalish, ya'ni x o'q bo'yicha o'zgaradi. Bunda:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = 0.$$

SHunday qilib, tekis devor uchun turg'un issiqlik rejimida issiqlik o'tkazuvchanlikning differentsial tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = 0. \quad (15.10)$$

Bu tenglamani integrallash natijasida quyidagi ifodalarga ega bo'lamiz:

$$\frac{dt}{dx} = c_1; \quad t = c_1 x + c_2.$$

Integrallash doimiylari s_1 va s_2 ni chegara shartlari ($x=0$ va $x=\delta$) orqali topamiz:

$$c_2 = t_{d1}; \quad c_1 = \frac{dt}{dx} = \frac{t_{d2} - t_{d1}}{\delta}.$$

Natijada quyidagi tenglamani olamiz:

$$t = \frac{t_{d2} - t_{d1}}{\delta} x + t_{d1}. \quad (15.11)$$

(15.11) tenglamadan ko'rinib turibdiki, turg'un issiqlik rejimida tekis devorning qalinligi bo'yicha temperatura to'g'ri chiziq ko'rinishida o'zgaradi, temperatura gradienti esa bir xil qiymatga ega bo'ladi.

Temperatura gradientining topilgan qiymatini (15.3) tenglamaga qo'yib turg'un issiqlik rejimi uchun tekis devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasiga erishamiz:

$$dQ = \lambda \frac{t_{d1} - t_{d2}}{\delta} dF \cdot d\tau$$

yoki

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{d1} - t_{d2}) \cdot F \cdot \tau; \quad (15.12)$$

bu yerda λ/δ nisbat devorning issiqlik o'tkazish qobiliyatini, teskari qiymat $\frac{\delta}{\lambda}$ esa devorning termik qarshiligini ifodalaydi.

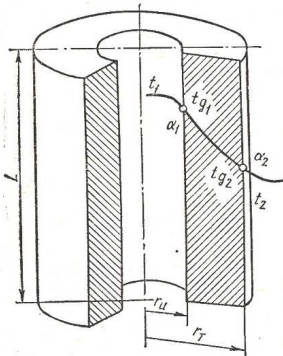
Ayrim hollarda issiqlik almashinish apparatlarining devorlari har xil qalinlikka ega bo'lgan bir necha qatlamlardan iborat bo'ladi. Qatlamlar turli materiallardan tashkil topgan bo'lishi ham mumkin. Bu holda murakkab devor uchun issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi (15.12) ifoda orqali topiladi.

Turg'un issiqlik rejimida ko'p qatlamli tekis devor uchun quyidagi issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini yozish mumkin:

$$Q = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} F(t_{d1} - t_{d2}) \tau, \quad (15.13)$$

bu yerda i -qatlamning tartib soni, n -qatlamlar soni.

TSilindrsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi



Uzunligi L , ichki radiusi r_i va tashqi radiusi r_t ga teng bo'lgan tsilindrsimon devorning (16.1-rasm) issiqlik o'tkazuvchanligini ko'rib chiqamiz. Ichki va tashqi devordagi temperaturalarini o'zgarimas hamda ular t_{d1} va t_{d2} ga teng deb olinadi ($t_{d1} > t_{d2}$).

Biror kesim uchun tsilindrsimon devorning yuzasi $F=2\pi rL$. F ning qiymatini Fur'ye tenglamasi (16.3) ga qo'yib, bir o'lchamli maydon uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$Q = -\lambda \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot L \cdot \tau \cdot \frac{dt}{d\delta}$$

16.1-rasm. TSilindrsimon yuzaning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini aniqlash

bu yerda $\delta=r_t-r_i$; $d\delta$ o'rniga dr ni qo'yish mumkin:

$$Q = -\lambda \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot L \cdot \tau \cdot \frac{dt}{dr}$$

yoki

$$\frac{dr}{r} = -\lambda \frac{2\pi \cdot L \cdot \tau}{Q} dt \quad (16.1)$$

Bu (16.1) tenglamani r_i dan r_t gacha va t_{d1} dan t_{d2} gacha chegaralar bo'yicha integrallaymiz:

$$\int_{r_i}^{r_t} \frac{dr}{r} = -\lambda \frac{2\pi \cdot L \cdot \tau}{Q} \int_{t_{d1}}^{t_{d2}} dt$$

bundan

$$\ln \frac{r_t}{r_i} = -\frac{\lambda \cdot 2 \cdot \pi \cdot L \cdot \tau}{Q} (t_{d1} - t_{d2})$$

yoki $r_t/r_i = d_t/d_i$ hisobga olinsa:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot \tau (t_{d1} - t_{d2})}{\frac{1}{\lambda} 2,3 \lg d_t/d_i}, \quad (16.2)$$

bu yerda d_t/d_i – tsilindrsimon devorning tashqi va ichki diametrlarining nisbati.

(16.2) tenglamadan ko'rinib turibdiki, tsilindrsimon devorning qalinligi bo'yicha temperatura egri chiziq bo'yicha o'zgaradi, bu tenglama turg'un issiqlik rejimi uchun tsilindrsimon devorning issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini ifodalaydi.

Bir necha qatlamdan iborat bo'lgan tsilindrsimon devordan issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan berilgan issiqlik miqdorini quyidagi tenglama orqali hisoblash mumkin.

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot \tau (t_{D1} - t_{D2})}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{\lambda} 2,31 \lg \frac{d_{i+1}}{d_i}}, \quad (16.3)$$

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. TSilindrik devordan o'tayotgan issiqlik oqimi qanday topiladi?
2. Issiqlik oqimini zichligini toping?
3. Bir necha qatlamli tsilindrik devordan o'tayotgan issiqlik oqimi qanday topiladi?

5-ilova

Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyixalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyihasini bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Технология строительных материалов и изделий» М. 1972g.

6-ilova

Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

1. Konvektsiya nima?
2. Majburiy va erkin konvektsiya nima?
3. Nyuton qonuni.
4. Konvektiv issiqlik almashinish tenglamasi.

10-Ma'ruza	Issiqlik almashinish apparatlarini xisoblash. Kojux-trubali issiqlik almashinish apparatlari
-------------------	---

(ma'ruza-2 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Issiqlik berish qonuniyati. 2. Konvektiv issiqlik o'tkazuvchanligi. 3. Konvektiv issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti xaqida ma'lumot. 4. Erkin va majburiy konvektsiya. 5. Issiqlik almashinish apparatlari.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Konvektiv issiqlik almashinish jarayonlari	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada issiqlik berish koeffitsienti bilan tanishtiradi.	Talabalar gaz va suyuqliklarni issiqlik o'tkazish xususiyati bilan tanishadi.
Konvektiv issiqlik almashinish jarayoni to'g'risida ma'lumot beradi.	Talabalar konvektsiya va issiqlik berish koeffitsienti to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi.
Erkin va majburiy konvektsiya xususida ma'lumot beradi	Talabalar erkin va majburiy konvektsiya to'g'risida ma'lumotga ega bo'ladilar.
Nyuton formulasi orqali erkin va majburiy konvektsiya usuli bilan issiqlik oqimini aniqlashni tushuntiradi.	Talabalar erkin va majburiy konvektsiya usuli bilan kiritilgan tenglamalar yordamida issiqlik oqimini aniqlash haqidagi ma'lumotga ega bo'ladilar
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, bumerang texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoadi ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Konvektiv issiqlik almashinish jarayonlari xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova). 	<p>Tinglaydilar.</p> <p>Tinglaydilar.</p> <p>Savollarga javob beradilar.</p>
2-bosqich. Asosiy bo'lim	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova).	Tinglaydilar va yozadilar.

(60 min)	2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar beradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-ilova

Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi

Talabalar ikki guruhga bo'linadi. Har qaysi guruhga mustaqil tayyorlanish uchun issiqlik berish, materiallarning termik qarshiligi, issiqlik gradienti, Nyuton formulasi va ikki uch qatlamdan iborat to'siqdan o'tayotgan issiqlik oqimini xisoblash qonuniyatlari, hamda kiritilgan tenglamalar to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tayyorlanishga vaqt va mavzu beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng 1 guruhdan 5, 6 ta talaba 2 guruhdagi 5, 6 talaba bilan o'rin almashadi va har qaysi guruhda talabalar orasida bilim almashish jarayoni ketadi.

2-ilova

Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi

1. Konvektsiya nima?
2. Majburiy va erkin konvektsiya nima?
3. Nyuton qonuni.
4. Konvektiv issiqlik almashinish tenglamasi.
5. Issiqlik berish koeffitsienti.
6. Kriterial tenglamalar.
7. Kriterial tenglamalar orqali α ni aniqlash.

3-ilova

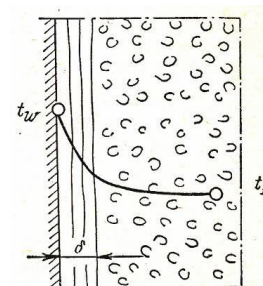
Ma'ruza

Konvektiv issiqlik almashinish

Issiqlikning qattiq jism yuzasidan suyuqlik (yoki gaz) muhitiga bir yo'la konvektsiya va issiqlik o'tkazuvchanlik usullari yordamida jism yuzasiga o'tishi konvektiv issiqlik almashinish deb yuritiladi (18.1-rasm). Issiqlikning bunday yo'l bilan tarqalishi ba'zan issiqlikning berilishi deb ataladi.

Suyuqlik muhiti ikki qatlamdan iborat bo'ladi; chegara qatlami va oqimning markazi.

Qattiq jism yuzasidan chegara qatlam orqali energiya issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan o'tadi. CHegara qatlamdan muhitning markaziga issiqlik asosan konvektsiya orqali



tarqaladi. Issiqlikning qattiq jism yuzasidan suyuqlik muhitiga berilish protsessiga oqimning harakat rejimi katta ta'sir ko'rsatadi.

Konvektsiya ikki turga bo'linadi (tabiiy va majburiy). Suyuqlikning "issiq" va "sovuq" qismlaridagi zichliklar farqi ta'sirida tabiiy konvektiv almashinishda temperaturaning o'zgarishi.

konvektsiya yuzaga keladi. Majburiy konvektsiya tashqi kuchlar (nasos, ventilyator, aralashtirgich) ta'sirida hosil bo'ladi.

Suyuqlik turbulent rejim bilan harakat qilganida issiqlik almashinish protsessi ancha tez boradi, laminar rejimda esa sekin ketadi. Natijada issiqlik almashinishning tezligiga konvektsiya katta ta'sir ko'rsatadigan bo'lib qoladi.

Nyuton qonuni. Konvektiv issiqlik almashinishning asosiy qonuni bo'lib Nyutonning sovitish qonuni hisoblanadi. Bu qonunga ko'ra, issiqlik almashinish yuzadan atrof-muhitda (yoki, aksincha biror muhitdan qattiq jism yuzasiga) berilgan issiqlik miqdori dQ devorning yuzasiga (dF), yuza va muhit temperaturalarining farqiga ($t_w - t_f$) hamda protsessning davomligiga ($d\tau$) to'g'ri proporsionaldir ya'ni:

$$dQ = \alpha(t_w - t_f) \cdot dF \cdot d\tau, \quad (18.1)$$

bu yerda α -issiqlik berish koeffitsienti.

Issiqlik berish koeffitsienti quyidagi o'lchov birligiga ega:

$$[\alpha] = \left[\frac{dQ}{dF \cdot d\tau (t_w - t_f)} \right] = \left[\frac{\mathcal{K}}{m^2 \cdot c \cdot grad} \right] = \left[\frac{B_T}{m^2 \cdot K} \right] = \left[\frac{B_T}{m^2 \cdot ^\circ C} \right].$$

Uzluksiz issiqlik almashinish protsessi uchun (18.1) tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Q = \alpha \cdot F (t_w - t_f). \quad (18.2)$$

Issiqlik berish koeffitsienti α devorning 1 m² yuzasidan suyuqlikka (yoki muhitdan 1 m² yuzali devorga) 1 s vaqt davomida, devor va suyuqlik temperaturalarining farqi 1°S bo'lganda berilgan issiqlikning miqdorini bildiradi. Bu koeffitsientning miqdori bir qator kattaliklarga bog'liq: suyuqlikning tezligi ω , uning zichligi ρ , qovushqoqligi μ , muhitning issiqlik-fizik xossalari (solishtirma issiqlik sig'imi s , issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti λ , suyuqlikning hajmiy kengayish koeffitsienti β) devorning shakli, o'lchami (truba uchun d – diametri, L – uzunlik) va uning g'adir-budirliigi ζ_0 .

SHunday qilib issiqlik berish koeffitsientining qiymati quyidagi kattaliklarga bog'liq ekan:

$$\alpha = f(\omega, \rho, \mu, C, \lambda, \beta, d, L, \varepsilon_0) . \quad (18.3)$$

Issiqlik berish koeffitsienti bu kattaliklarga bog'liq bo'lganligidan, issiqlik o'tkazish protsesslarining hamma ko'rinishlari uchun α ning qiymatini hisoblab chiqaradigan umumiy tenglamani olishning imkoni yo'q. Faqat issiqlik

almashinishning tipaviy protsesslari uchun tajriba natijalarini o'xshashlik nazariyasi yordamida qayta ishlash orqali kriterial tenglamalarni chiqarish mumkin. Bu kriterial tenglamalar yordamida issiqlik berish koeffitsientining qiymati hisoblab topiladi.

Konvektiv issiqlik almashinishning differentsial tenglamasi.

Konvektiv usul bilan issiqlik almashinilganda suyuqlik muhitida issiqlik bir vaqtning o'zida issiqlik o'tkazuvchanlik va konvektsiya usullarida tarqaladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik (15.8) differentsial tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right).$$

Bu tenglamaning chap tomoni muhitdan ajratib olingan qo'zg'almas "element" temperaturasi qisman o'zgarishini ifodalaydi. Konvektiv issiqlik almashinishda "element" muhitning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o'tadi. Agar elementning x , y va z o'qlar bo'yicha harakat tezligini ω_x , ω_y va ω_z bilan belgilasak, u holda element temperaturasi to'la o'zgarishi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} \omega_x + \frac{\partial t}{\partial y} \omega_y + \frac{\partial t}{\partial z} \omega_z. \quad (18.4)$$

(5.32) tenglamadagi $dt/d\tau$ nisbat temperaturaning qisman o'zgarishini, $\frac{\partial t}{\partial x} \omega_x + \frac{\partial t}{\partial y} \omega_y + \frac{\partial t}{\partial z} \omega_z$ yig'indi esa temperaturaning konvektiv o'zgarishini ifodalaydi.

Agar issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi (15.8) dagi temperaturaning qisman o'zgarishini (18.4) tenglamaga asosan uning to'la o'zgarishi bilan almashtirsak, Fur'ye-Kirxgofning konvektiv issiqlik almashinish tenglamasi kelib chiqadi:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \frac{\partial t}{\partial x} \omega_x + \frac{\partial t}{\partial y} \omega_y + \frac{\partial t}{\partial z} \omega_z = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right). \quad (18.5)$$

Bu tenglama harakatdagi muhitda issiqlikning bir vaqtning o'zida issiqlik o'tkazuvchanlik va konvektsiya yo'llari bilan tarqalishining matematik ifodasidir. Konvektiv issiqlik almashinish protsessini to'la ifodalash uchun (18.5) tenglamani qattiq yuza va harakatlanuvchi muhit chegarasidagi sharoitni hisobga oluvchi boshqa tenglama bilan tshldirish kerak.

Harakatlanuvchi muhitda joylashgan qattiq yuza ustida qalinligi δ ga teng bo'lgan chegara qatlam hosil bo'ladi. Bu qatlam orqali o'tgan issiqlik miqdori Fur'ye qonuni orqali topiladi:

$$dQ = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF \cdot d\tau.$$

O'tgan issiqlikning miqdorini N'yunton qonuni yordamida ham aniqlash mumkin:

$$dQ = \alpha (t_w - t_f) dF \cdot d\tau.$$

Oxirgi ikkita tenglamaning o'ng tomonlarini o'zaro tenglashtirib, qattiq yuza va harakatlanuvchi suyuqlik muhiti chegarasidagi sharoitlarni ifodalaydigan tenglamani hosil qilamiz:

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial n} = \alpha(t_w - t_f). \quad (18.6)$$

(18.5) va (18.6) tenglamalar konvektiv issiqlik almashinish protsessini to'la ifoda qiladi.

Konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi. Amalda uchraydigan ko'pgina protsesslarga (18.5) va (18.6) tenglamalarni tatbiq qilib bo'lmaydi. SHu sababdan bu tenglamalar hisoblash texnikasida ishlatilmaydi. Hisoblash ishlarida (18.5) va (18.6) ifodalarni o'xshashlik nazariyasi bilan qayta ishlash natijasida olingan kriterial tenglamalar keng ishlatiladi.

Konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi umumiy holda quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = f(Re, Gr, Pr, F_0); \quad (18.7)$$

$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$ - Nuselt kriteriyasi: α -issiqlik berish koeffitsienti; l -aniqlovchi geometrik o'lcham; λ -muhitning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti. Nuselt kriteriyasi asosiy aniqlovchi kriteriy bo'lib, devor va oqim chegarasidagi issiqlikning o'tish tezligini ifodalaydi.

$Re = \frac{\omega \cdot l \cdot \rho}{\mu} = \frac{\omega \cdot l}{\nu}$ - Reynol'ds kriteriyasi: ω -oqimning tezligi; ρ -muhitning zichligi; μ , ν - muhitning dinamik va kinematik qovushoqlik koeffitsientlari. Reynol'ds kriteriyasi oqimdagi inertsia va ishqalanish kuchlarining nisbatini aniqlaydi.

$Gr = \frac{g l^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t$ - Gragof kriteriyasi; g - erkin tushish tezlanishi; β - hajmiy kengayish koeffitsienti; Δt - "issiq" va "sovuq" suyuqlik temperaturalari farqi. Gragof kriteriyasi erkin konvektsiya paytida "issiq" va "sovuq" suyuqlik zichliklarining farqi ta'sirida hosil bo'lgan oqimning gidrodinamik rejimini ifodalaydi.

$Pr = \frac{c \mu}{\lambda} = \frac{\nu}{a}$ - Prandtl kriteriyasi: s - solishtirma issiqlik sig'imi; a - temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsienti. Prandtl kriteriyasi suyuqlikning qovushoqlik va temperatura o'tkazuvchanlik xossalari nisbatini ifoda qiladi.

$F_0 = \frac{a \cdot \tau}{l^2}$ - Fur'e kriteriyasi: τ - protsessning davomlilik. Fur'e kriteriyasi noturg'un issiqlik protsesslarida temperatura maydonining o'zgarish tezligi, muhitning o'lchami va fizik kattaligi o'rtasidagi bog'liqliklarni belgilaydi.

Issiqlik almashinishning aniq hollari ko'rilganda (18.7) kriterial tenglama ancha soddalashadi. Masalan, turg'un protsesslar uchun (18.7) tenglamadan Fur'e kriteriyasi qisqartiriladi. U holda:

$$Nu = f(Re, Gr, Pr). \quad (18.8)$$

Suyuqlik oqimi majburiy harakat qilgan paytda kriterial tenglamadagi Gragof kriteriyasi hisobga olinmay. Bunda konvektiv issiqlik almashinishning kriterial tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$Nu = f(Re, Pr). \quad (18.9)$$

Suyuqlikning erkin harakati paytida Reynolʻds kriteriysi qisqartiriladi. U holda kriterial tenglama quyidagi koʻrinishni oladi:

$$Nu = f(Gr, Pr) \quad (18.10)$$

Issiqlik almashinish protsessining aniq hollari hal qilinganda tegishli kriterial tenglamalar yordamida Nuselʻt kriteriysining qiymati topiladi. Soʻngra Nuselʻt kriteriysining tenglamasi orqali issiqlik berish koeffitsienti α aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{l}. \quad (18.11)$$

4-ilova

Maʼruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Konvektsiya niman i tushunasiz?
2. Issiqlik berish koeffitsienti qanday aniqlanadi?
3. Nyuton qonuni.
4. Nuselʻt kriteriysini fizik maʼnosi.
5. Furʻe va Grazgov kriteriyalarini fizik maʼnosi.

5-ilova

Mavzu boʻyicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar roʻyxatini beradi

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyihalash. Oʻquv qoʻllanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasilʻev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyihasini bajarishga uslubiy qoʻllanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitelʻnykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

6-ilova

Keyingi mavzu boʻyicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

1. Diffuziya nima?
2. Fazalar nima?
3. Modda almashinish jarayonini tushuntirib bering.
4. Fazalar qoidasini tushuntirib bering.
5. Fazaviy muvozanat.

11-Maʼruza	Modda almashinish jarayonlari
-------------------	--------------------------------------

(maʼruza-2 soat)

1.1. Maʼruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta	
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.	
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modda o'tkazish jarayoni qanday jarayon? 2. Fazalar xaqida tushuncha va ularning konsentratsiyasi. 3. Fazalarni ajratuvchi yuza. 4. Modda o'tkazish va modda berish. 	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Modda almashinish jarayonlari to'g'risida ma'lumot berish		
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>	
Ma'ruzada modda almashinish jarayonlarini bilan tanishtiradi.	Talabalar moddalarning o'zaro almashinuvi, ya'ni diffuziya jarayoni bilan tanishadi.	
Bir fazadan ikkinchi fazaga o'tgan modda miqdori to'g'risida ma'lumot beradi.	Talabalar diffuziya va modda almashinuv to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi.	
Fazalarni ajratuvchi yuza xaqida ma'lumot beradi	Talabalar modda berish va modda o'tkazish koeffitsientlari to'g'risida ma'lumotga ega bo'ladilar.	
Modda berish va modda o'tkazish tenglamasidagi kattaliklarni tushuntiradi.	Talabalar modda berish va modda o'tkazish tenglamasidan xajmiy koeffitsientlar haqidagi ma'lumotga ega bo'ladilar	
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, bumerang texnikasi.	
O'qitish shakllari	Jamoada ishlash.	
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.	
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.	

Modda almashinish jarayonlari xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni 	<p>Tinglaydilar.</p> <p>Tinglaydilar.</p>

	faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar beradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-ilova

Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi

Talabalar ikki guruhga bo'linadi. Har qaysi guruhga mustaqil tayyorlanish uchun modda o'tkazish jarayoni, tarqaluvchi moddalar, fazalar, modda o'tkazish jarayoni, modda o'tkazish yuzasi, modda berish jarayoni, adetivlik tenglamalari, modda berish va modda o'tkazish xajmiy koeffitsientlarini xisoblash qonuniyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tayyorlanishga vaqt va mavzu beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng 1 guruhdan 5, 6 ta talaba 2 guruhdagi 5, 6 talaba bilan o'rin almashadi va har qaysi guruhda talabalar orasida bilim almashish jarayoni ketadi.

2-ilova

Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi

1. Diffuziya nima?
2. Fazalar nima?
3. Modda almashinish jarayonini tushuntirib bering.
4. Fazalar qoidasini tushuntirib bering.
5. Fazaviy muvozanat.

3-ilova

Ma'ruza

MODDA ALMASHINISH ASOSLARI

Umumiy tushunchalar

Ximiya va oziq'ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasida modda almashinish protsesslari muhim o'rin egallaydi. Bunday protsesslar bir fazadan

ikkinchi fazaga moddalarning o'tishiga asoslangan. Fazalar suyuq, qattiq, gaz va bug' holatida bo'lishi mumkin.

Sanoatda quyidagi modda almashinish protsesslari ishlatiladi:

1. *Absorbtsiya*. Gaz aralashmasidan biror moddaning suyuq fazaga o'tishi *absorbtsiya* deb ataladi. Yutuvchi suyuqlik absorbent deyiladi. Teskari protsess, ya'ni yutilgan komponentlarning suyuqlikdan ajralib chiqishi *desorbtsiya* deb ataladi.

2. *Suyuqliklarni ekstraksiyalash*. Biror suyuqlikda erigan moddani boshqa suyuqlik yordamida ajratib olish protsessi *ekstraksiyalash* deb ataladi. Bunday protsessda bir yoki bir necha komponent bir suyuq fazadan ikkinchi suyuq fazaga o'tadi.

3. *Suyuqliklarni haydash*. Suyuq va bug' fazalar orasida komponentlarning o'zaro almashinishi yo'li bilan suyuqlik aralashmalarini ajratish protsessi haydash deb ataladi. Bu protsess issiqlik ta'sirida olib boriladi, oddiy haydash (distillash) va murakkab haydash (rektifikatsiya) protsesslari bor.

4. *Adsorbtsiya*. Gaz, bug' yoki suyuqlik aralashmalaridan bir xil yoki bir necha komponentlarning G'ovaksimon qattiq moddaga yutilish protsessi *adsorbtsiya* deyiladi. Aktiv yuzaga ega bo'lgan qattiq materiallar adsorbentlar deb ataladi. Teskari protsess, ya'ni desorbtsiya adsorbtsiyadan keyin olib boriladi va ko'pincha yutilgan komponentni adsorbentdan ajratib olish uchun (yoki adsorbentni regeneratsiya qilish uchun) xizmat qiladi.

Ion almashinish protsessi adsorbtsiyaning bir turi bo'lib, ayrim qattiq moddalar (ionitlar) o'zlarining harakatchan ionlarini elektrolit eritmalardagi ionlarga almashtirish qobiliyatiga asoslangan.

5. *Quritish*. Qattiq materiallar tarkibidagi namlikni asosan bug'latish yo'li bilan ajratib chiqarish *quritish* deyiladi. Bu protsess issiqlik va namlik tashuvchi agentlar (isitilgan havo, tutunli gazlar) yordamida olib boriladi. Quritish protsessida namlik qattiq fazadan gaz (yoki bug') fazaga o'tadi.

6. *Qattiq moddalarni eritish va ekstraksiyalash*. Qattiq suyuqlikka (erituvchiga) o'tishi *eritish protsessi* deb ataldi. Qattiq g'ovaksimon materiallar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni erituvchi yordamida ajratib olish protsessi ekstraksiyalash deyiladi. Agar eritish protsessida qattiq faza to'la suyuq fazaga o'tsa, ekstraksiyalash paytida esa qattiq faza amaliy jihatdan o'zgarmay qoladi, faqat uning tarkibidagi tegishli komponent suyuq fazaga o'tadi.

7. *Kristallanish*. Suyuq eritmalar tarkibidagi qattiq fazani kristallar holatida ajratish protsessi *kristallanish* deb yuritiladi. Bu protsess eritmalarini o'ta to'yintirish yoki o'ta sovitish natijasida sodir bo'ladi. Kristallanish paytida modda suyuq fazadan qattiq fazaga o'tadi.

8. *Membrana usuli bilan ajratish*. Yarim o'tkazuvchi membranalar yordamida uglevodorodlarni, yuqori va quyi molekulali birikmalar aralashmalarini ajratish; tabiiy gazlardan geliy va vodorodni, havodan kislorodni ajratib olish; sut mahsulotlarini, meva, sabzavot sharbatlarini va boshqa eritmalarini quyultirish, pivoni pasterizatsiya qilish, yuqori siqatli qand moddasi olish va shu kabi bir qator muhim vazifalarni bajarish mumkin. Bu protsess modda almashinishining yangi yo'nalishidir. Membrani yordamida ajratish quyidagi usullar bilan amalga oshiriladi; teskari osmos ul'trabin ul'trafil'trlash, mikrofil'trlash, membrana orqali bug'lanish, dializ, elektrodializ, gazlarni diffuziya bilan ajratish.

Moddalarni o'tkazish murakkab protsess bo'lib, bir yoki bir necha komponentni bir fazadan ikkinchi fazaga fazalarni ajratuvchi yuza orqali o'tishini

belgilaydi. Moddalarning bir faza ichida tarqalishi moddalarning berilishi deb yuritiladi. Moddalarning berilish intensivligi koeffitsient β orqali ifodalanadi. Moddalarni o'tkazish protsessining tezligi esa koeffitsient K bilan belgilanadi.

Fazalarni ajratuvchi yuza qo'zg'aluvchan va qo'zg'almas bo'ladi. Gazg'suyuqlik (absorbtsiya), bu—suyuqlik (haydash), suyuqlik'g'suyuqlik (ekstraktsiyalash) sistemalarida boradigan modda almashinish protsesslaridagi fazalarni ajratuvchi yuza qo'zg'aluvchan bo'ladi. Qattiq faza ishtiroki bilan boradigan protsesslarda (adsorbtsiya, quritish, ekstraktsiyalash, kristallanish) fazalarni ajratuvchi yuza qo'zg'almas bo'ladi.

Modda almashinish protsesslarining tezligi asosan molekulyar diffuziyaga bog'liq bo'lgani uchun, ko'pincha bunday protsesslar diffuziya protseslari deb ham yuritiladi. Bir fazadan ikkinchi fazaga o'tayotgan moddaning miqdori fazalarni ajratuvchi yuzaga va harakatlantiruvchi kuchga (kontsentratsiyalarning o'rtacha farqiga) proporsional bo'ladi.

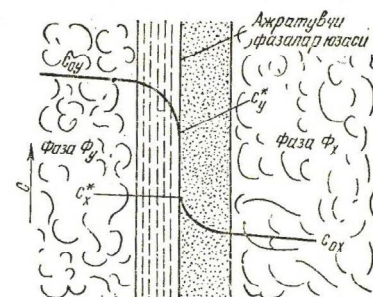
Fazalar tarkibi quyidagicha ifodalanadi: 1) hajmiy kontsentratsiya bilan bu miqdor berilgan moddaning (fazaning) hajm birligiga to'g'ri keladigan soni (kg yoki $\text{kmol}\cdot\text{m}^{-3}$ hisobida), ya'ni kg/m^3 yoki kmol/m^3 ; 2) massaviy yoki $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$ ulushlar bilan bu miqdor berilgan modda massasini butun faza massasiga nisbati orqali; 3) nisbiy kontsentratsiyalar bilan, tarqaluvchi modda massasining modda almashinish protsessida o'zgarmay qoladigan tashuvchi inert komponent massasiga nisbati orqali belgilanadi.

Modda o'tkazish protsessi

Moddaning bir fazadan ikkinchi fazaga ajratuvchi yuza orqali o'tish protsessi *modda o'tkazish* protsessi deb ataladi. Modda o'tkazish murakkab protsess bo'lib, fazalarni ajratuvchi yuzaning ikki tomonida yuz berayotgan modda berish protsesslaridan tashkil topgan bo'ladi. 22.1-rasmda suyuqlik va gaz (bug') yoki ikki suyuqlik o'rtasidagi modda o'tkazish protsessini tushuntiruvchi sxema ko'rsatilgan. Fazalar bir-biriga nisbatan ma'lum tezlikda, ya'ni turbulent rejimda harakat qiladi va qo'zg'aluvchan ajratuvchi yuzaga ega.

Tarqaluvchi modda (masalan ammiak) gaz fazasidan (F_u) suyuqlik fazasiga (F_x) o'tadi. Masalan, gaz fazasi sifatida ammiakning havo bilan aralashmasini, suyuq faza sifatida esa suvni olamiz. Gaz fazasida tarqaluvchi modda kontsentratsiyasi muvozanat kontsentratsiyasidan yuqori. F_u fazaning markazidan ajratuvchi yuzaga va ajratuvchi yuzadan F_x fazaning markaziga ammiak modda berish protsessi orqali o'tadi. Modda o'tkazish protsessiga ajratuvchi yuza ham qarshilik ko'rsatadi.

Modda o'tkazish protsessi har bir fazadagi turbulent oqimning strukturasi bog'liq. Gidrodinamikadan ma'lumki, turbulent oqimda qattiq yuza ustida chegara qatlam hosil bo'ladi. Har bir fazada ikkita zona bor: fazaning yadrosi (yoki fazaning asosiy massasi) va fazaning chegarasidagi yupqa chegara qatlam. Fazaning yadrosida modda asosan turbulent pul'satsiyalar yordamida tarqaladi va tarqaluvchi moddaning kontsentratsiyasi (S_{ou} va S_{ox}) amaliy jihatdan o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi. Chegara qatlamda turbulent rejim asta-sekin so'nib boradi, natijada ajratuvchi yuzaga yaqinlashgan sari kontsentratsiya o'zgarib boradi. Ajratuvchi



22.1-rasm. Modda o'tkazish protsessida fazalarda kontsentratsiyaning taqsimlanishi.

yuzaning o'zida moddaning tarqalishi juda sekinlashadi, chunki moddaning o'tishi faqat molekulyar diffuziyaning tezligiga bog'liq bo'lib qoladi. Fazalar o'rtasidagi ishqalanish va suyuq faza chegarasidagi sirt taranglik kuchlari ta'sirida ajratuvchi yuza yaqinida kontsentratsiya keskin, taxminan to'g'ri chiziq bo'yicha o'zgaradi.

SHunday qilib, turbulent oqimda fazaning markazidan fazalarni ajratuvchi chegaragacha (yoki teskari yo'nalishda) moddaning berilishi parallel ravishda molekulyar va turbulent diffuziyalar yordamida amalga oshiriladi, biroq fazaning asosiy massasida moddaning berilish turbulent diffuziya yo'li bilan boradi. Chegara qatlamda esa moddaning berilishi molekulyar diffuziyaning tezligiga bog'liq. Demak, moddaning bir fazadan ikkinchi fazaga o'tish protsessini tezlatish uchun chegara qatlam qalinligini kamaytirish va oqimning turbulentlik darajasini (ma'lum chegaragacha) ko'paytirish lozim. Oqimning turbulentlik darajasini ko'paytirish uchun fazaning tezligini oshirish (ma'lum chegaragacha) zarur bo'lsa, chegara qatlam qalinligini kamaytirish uchun esa tashqi kuchlardan (masalan, texnikaviy usulda aralashtirish, ultratovush, pulsatsiya yoki vibratsiya bilan tebranish, elektromagnit maydon va hokazodan) foydalanish kerak.

Bir fazadan ikkinchi fazaga vaqt birligi ichida o'tgan moddaning massasi M ni aniqlash uchun modda o'tkazishning asosiy tenglamasidan foydalaniladi:

$$M = K_y \cdot F \cdot (y - y^*) \quad , \quad (22.1)$$

$$M = K_x \cdot F \cdot (x^* - x) \quad , \quad (22.2)$$

bu yerda u^* , x^* - berilgan fazadagi muvozanat kontsentratsiyalari; u, x - fazalardagi ish kontsentratsiyalar; K_u, K_x - gaz yoki suyuqlik kontsentratsiyalari orqali ifodalangan modda o'tkazish koeffitsientlari; F - fazalarning kontakt yuzasi.

Muvozanat kontsentratsiyalarni apparatning ishlash paytida o'lchab bo'lmaydi, ularning qiymatlari spravochniklardan olinadi.

Bu tenglamalarda protsessning harakatlantiruvchi kuchi sifatida ish va muvozanat kontsentratsiyalar (yoki aksincha) orasidagi farqdan foydalaniladi. Kontsentratsiyalarning bu farqi sistemaning muvozanat holatdan qancha uzoqligini bildiradi.

Fazalar ajratuvchi yuza bo'ylab harakat qilganda ularning kontsentratsiyalari o'zgaradi, natijada protsessning harakatlantiruvchi kuchi ham o'zgaradi. SHu sababli modda o'tkazishning asosiy tenglamasiga o'rtacha harakatlantiruvchi kuch tushunchasi (Δu_o yoki Δx_o) kiritiladi:

$$M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_y \quad , \quad (22.3)$$

$$M = K_x \cdot F \cdot \Delta x_x \quad . \quad (22.4)$$

Modda o'tkazish koeffitsientlari (K_u yoki K_x) vaqt birligi ichida fazalarning kontakt yuzasi birligidan, protsessning harakatlantiruvchi kuchi birga teng bo'lganda, bir fazadan ikkinchi fazaga o'tgan moddaning massasini bildiradi.

Fizik ma'nosi bo'yicha modda berish β va modda o'tkazish K koeffitsientlari o'rtasida farq bor, biroq ikkala koeffitsient ham bir xil o'lchov birliklariga ega:

$$\text{m/s, kg/(m}^2 \cdot \text{s), kg/[m}^2 \cdot \text{s(mol} \cdot \text{ulushlar)], s/m.}$$

(22.3) va (22.4) tenglamalar yordamida fazalarning kontakt yuzasi F va u orqali apparatning asosiy o'lchamlari aniqlanadi. M ning qiymati moddiy balans tenglamasidan topiladi yoki hisoblab chiqariladi. Modda o'tkazish koeffitsienti va o'rtacha harakatlantiruvchi kuch qiymatlari tegishli tenglamalar yordamida aniqlaniladi.

Modda o'tkazish va modda berish koeffitsientlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun fazalarni ajratuvchi yuzada muvozanat holat o'rnatilgan deb faraz qilinadi. Bu hol fazalarni ajratuvchi chegaradan moddaning o'tishiga qarshilik yo'q degan ma'noni bildiradi. Natijada fazaviy qarshiliklarning additivlik qoidasi kelib chiqadi. Bu qoidaga asosan K va β o'rtasida quyidagi bog'liqliklar bor:

$$\frac{1}{K_y} = \frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}, \quad (22.5)$$

$$\frac{1}{K_x} = \frac{1}{\beta_x} + \frac{1}{\beta_y \cdot m}. \quad (22.6)$$

bu yerda m -muvozanat chizig'i qiymati burchagining tangensi.

Bu tenglamalarning chap tomonlari moddaning bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishi uchun umumiy qarshilikni, o'ng tomonlari esa fazalardagi modda berish protsesslari qarshiliklarining yig'indisini bildiradi. SHu sababli (22.5) va (22.6) ifodalar fazaviy diffuziya qarshiliklarining additivlik tenglamalari deb yuritiladi.

Har bir faza diffuziya qarshiligining ulushi gidrodinamik sharoitga, muhitdagi diffuziya koeffitsientlarining qiymatiga hamda muvozanat shartlariga bog'liq. Ayrim sharoitlarda biror fazaning diffuziya qarshiligi ikkinchisiga nisbatan ancha kam bo'lishi mumkin. Masalan, F_x fazaning qarshiligi ancha kam bo'lsa, bu holda modda berish koeffitsienti β_x ning qiymati ancha katta bo'ladi, o'z navbatida fazaning diffuziya qarshiligi $1/\beta_x$ juda kichik bo'ladi. (22.5) tenglamadagi m/β_x (m ning berilgan qiymati bo'yicha) nisbatning qiymati juda kichik. F_x fazadagi diffuziya qarshiligini hisobga olmasdan quyidagi ifodaga erishamiz: $K_u \approx \beta_u$. Bu sharoitda modda o'tkazish protsessining tezligi F_u fazaning qarshiligi orqali aniqlaniladi.

Aksincha, masalan, F_u fazaning qarshiligi kam bo'lsa β_u ning qiymati juda katta, $1/\beta_u$ m ning qiymati esa ancha kichik bo'ladi. Bunda (22.6) tenglamadagi modda o'tkazish koeffitsienti K_x modda berish koeffitsienti β_x ga bog'liq bo'lib qoladi. Demak, $K_x \approx \beta_x$. Bu ikkinchi misolda modda o'tkazish protsessining tezligi F_x fazaning qarshiligi orqali topiladi.

Ko'pincha sharoitlarda fazalarning kontakt yuzasi F ni aniqlash qiyin. SHu sababli modda berish va modda o'tkazish koeffitsientlarini apparatning ish hajmi V ga nisbatan olish qulay hisoblanadi. Apparatning ish hajmi bilan fazalarning kontakt yuzasi o'rtasida quyidagi bog'liqlik bor:

$$V = \frac{F}{a};$$

bu yerda a -fazalarning solishtirma kontakt yuzasi, bu apparatning ish hajmi birligiga nisbatan olingan yuza, m^2/m^3 .

Modda berish va modda o'tkazish tenglamasidagi F ning o'rniga aV ni qo'yib quyidagilarni olamiz:

$$M = \beta_y aV(y - y_u) = \beta_{yV} \cdot V \cdot (y - y_u), \quad (22.7)$$

$$M = \beta_x aV(x_u - x) = \beta_{xV} \cdot V \cdot (x_u - x), \quad (22.8)$$

$$M = K_y aV(y - y^*) = K_{yV} \cdot V \cdot (y - y^*), \quad (22.9)$$

$$M = K_x a V (x^* - x) = K_{xV} \cdot V \cdot (x^* - x), \quad (22.10)$$

bu yerda $\beta_{yV} = \beta_y \cdot a$ va $\beta_{xV} = \beta_x \cdot a$ -modda berishning hajmiy koeffitsientlari;
 $K_{yV} = K_y \cdot a$ va $K_{xV} = K_x \cdot a$ -modda o'tkazishning hajmiy koeffitsientlari.

Agar vaqt birligi ichida tarqalayotgan moddaning massasi kg/s, protsessning harakatlantiruvchi kuchi esa kg/m³ hisobida o'lchansa, u holda modda berish va modda o'tkazishning hajmiy koeffitsientlari quyidagicha ifodalanadi:

$$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = [\text{c}^{-1}].$$

β_{uV} va β_{xV} ning qiymatlari tegishli kriterial tenglamalar orqali topiladi. Oxirgi tenglamalar (22.5) – (22.10) yordamida apparatning ish hajmi V topiladi, u orqali modda almashinish apparatining asosiy o'lchamlarini aniqlash mumkin.

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Modda almashinish jarayonini tushuntirib bering.
2. Modda o'tkazish protsessiga oqim tartibining ta'siri.
3. Modda o'tkazish va modda berish koeffitsientlari.
4. Fazalarning kontakt yuzasi.
5. CHegara qatlamida yuz beradigan jarayonlar.

5-ilova

Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyixalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyihasini bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

6-ilova

Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi

1. Kojux trubali issiqlik almashinish apparatlarini tuzilishi.
2. Ikki yo'lli va ko'p yo'lli apparatlarning farqi.
3. U simon trubali apparatlar.
4. Elementli issiqlik almashinish apparatlari.
- 5.

12-Ma'ruza	Mexanik jarayonlar. Qattiq jismlarni maydalash.
------------	--

(ma'ruza-2 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Maydalash usullari. 2. Jag'li maydalagich konstruksiyasi. 3. Jag'li maydalagich xisobi.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Jag'li va konusli maydalagichlar	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada modda almashinish jarayonlarini bilan tanishtiradi.	Talabalar moddalarning o'zaro almashinuvi, ya'ni diffuziya jarayoni bilan tanishadi.
Bir fazadan ikkinchi fazaga o'tgan modda miqdori to'g'risida ma'lumot beradi.	Talabalar diffuziya va modda almashinuv to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi.
Fazalarni ajratuvchi yuza xaqida ma'lumot beradi	Talabalar modda berish va modda o'tkazish koeffitsientlari to'g'risida ma'lumotga ega bo'ladilar.
Modda berish va modda o'tkazish tenglamasidagi kattaliklarni tushuntiradi.	Talabalar modda berish va modda o'tkazish tenglamasidan xajmiy koeffitsientlar haqidagi ma'lumotga ega bo'ladilar
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, bumerang texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoada ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Modda almashinish jarayonlari xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni	Tinglaydilar. Tinglaydilar.

	faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar beradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova) 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi. (6-ilova).	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-ilova

Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi

Talabalar ikki guruhga bo'linadi. Har qaysi guruhga mustaqil tayyorlanish uchun modda o'tkazish jarayoni, tarqaluvchi moddalar, fazalar, modda o'tkazish jarayoni, modda o'tkazish yuzasi, modda berish jarayoni, adativlik tenglamalari, modda berish va modda o'tkazish xajmiy koeffitsientlarini xisoblash qonuniyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tayyorlanishga vaqt va mavzu beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng 1 guruhdan 5, 6 ta talaba 2 guruhdagi 5, 6 talaba bilan o'rin almashadi va har qaysi guruhda talabalar orasida bilim almashish jarayoni ketadi.

Qurilish materiallarini maydalash quyidagicha amalga oshiriladi:



a) mexanik usulda maydalash, bunda Qurilish materiallari maydalashgichni xarakatdagi detallari yordamida maydalanadi (yoki xarakatdagi detal va qo'zgalmas statika):

b) portlatish usulida maydalash, bunda Qurilish material bo'laklari gaz bosimining keskin pasayishi yoki uchqun razryadi ta'siri ostida suvda portlash ta'siri natijasida (elektrogidravlik xodisa) darz (sinik) ketgan yerlaridan maydalaniladi:

v) elektrotermik maydalash, bunda materiallar tokning yuqori chastotasi yordamida ayni bir joyni chizdirish natijasida maydalaniladi:

Qurilish materiallari sanoatida asosan mexanik usulda maydalovchi maydalagichlar qo'llaniladi va ular quyidagi asosiy tiplarga bo'linadi.



a) jag'li maydalagichlar- bunda materiallar xarakatsiz 1 va xarakatlanuvchi 2 jag'lar orasida maydalanadi, bu vaqtda xarakatlanuvchi jag'lar oddiy yoki murakkab shaklda xarakatlanishi mumkin, birinchi holatda material maydalanishi ezilish hisobiga bo'lsa, ikkinchidan esa ezilish ishqalanish hisobiga amalga oshiriladi;

b) konusli maydalagichlar- bunda Qurilish materiallari xarakatsiz 1 va xarakatlanuvchi 2 konuslar orasida maydalanadi, xarakatlanuvchi konus xarakatsizligiga nisbatan eksentrik holatda aylanadi;

v) barabanli maydalagichlar- bunda Qurilish materiallari ikki bir- biriga qarama-qarshi xarakat qiluvchi 1- va 2- barabanlar orasida yoki aylanuvchi baraban va qo'zgalmas baraban orasida maydalanadi;

g) urib maydalovchi maydalagichlar- bunda Qurilish materiallari asosan korpus 2 ichida joylashgan bir yoki ikki aylanuvchi rotorlar 1 dinamik kuchlari ta'sirida maydalanadi;

d) ezib maydalagichlar- binda Qurilish materiallari aylanuvchi katok 1 va xarakatlanuvchi (yoki xarakatsiz) idish 2 orasida ezilish va ishqalanish natijasida maydalanadi.

2. JAG'LI MAYDALAGICHLAR

Maydalagichlarning konstruksiyasi. Asosan hozirda materiallarni birinchi bor qayta ishlash uchun, Qurilish materiallari sanoatida jag'li maydalagichlar keng qo'llaniladi.

Jag'li maydalagichlarning asosiy parametiri uning yuklash va yuk tushirish kisimlaridir. Masalan: SM-888-1500 x 2100 x 180 markali jag'li maydalagichning yuklash qismini o'lchamlari kengligi 1500 mm, uzunligi 2100 mm, yuk tushirish qismi kengligi 180 mm(jag'ning eng katta ochilgan xolda) uzunligi 2100 mm, yuklash qismining kengligi yuklanayotgan materialning eng yuqori kattaligining belgilaydi. Yuklanayotgan materialning o'lchami yuklash qismining kengligining 0,8-0,85 qismiga teng bo'lishi kerak. Yuklash qismining uzunligi bir vaqtda yuklayotgan material miqdorini va ish unumdorligini belgilaydi.

Ish jarayoniga qarab jag'li maydalagichlar 2 tipga bo'linadi:

- 1) Xarakatdagi jag'i oddiy xarakatlanuvchi jag'li maydalagichlar:
- 2) Xarakatdagi jag'i murakkab xarakat qiluvchi jag'li maydalagichlar.

Maydalagich quyidagicha ishlaydi. Aylanish xarakat elektrodvigateldan tasmali uzatma orqali shkiv –maxovikga uzatiladi. Maydalagichni ishga tushirishga katta og'irlikdagi xarakatdagi qism kiyinlashtiradi. Keyingi vaqtlarda katta xajmdagi maydalagichlar ketma- ket ishga tushuvchi poganali ishga tushirish mexanizmlariga ega. SHkiv- maxovik aylangandan so'ng, friktsion mufta orqali maydoni ekssetrik valga, so'ngra ikkinchi friktsion mufta orqali ikkinchi maxovikga uzatiladi. Bu holatda maydalagichning to'la ishga tushish vaqti 50-60 s ni tashkil qiladi.

Ektsetrik valni aylanishi natijasida vertikal yo'nalishi bo'yicha shatun ilgari lanma va qayta xarakat qiladi.

Shtok (tirsak)ni yuqoriga xarakat qilishi natijasida asos devorlari xam, qo'zg'almas asosining orqa devoriga tayanib (tayanch yoki sozlash mexanizimi orqali) ishchi yurish qiladi.

Maydalagich kamerasiga tushirilgan Qurilish materiallari natijada maydalaniladi. Tirsakning pastga xarakatlanishida salt yurish amalga oshiriladi. Elektrodvigitelning salt yurishidagi energiyasi yukli gildiraklarda yigiladi va xarakatdagi jag'ga ishchi yurish vaqtida uzatiladi. Xarakatdagi jag' salt yurishi vaqtida uz og'irlik kuchi va birikturuvchi purjina uskunasi ta'sirida ung tarafga chekinadi.

3. Hisob qismi asoslari.

Jag'li maydalagichlarda Qurilish materiallarini maydalash xarakatidagi va xarakatsiz jag'lar orasidagi burchak ma'lum bir kattalikdan oshmasagina mumkindir.

Maydalagichning parametrlarini hisoblash sxemasi quyidagilarga bo'linadi: a)qamrash burchagini aniqlash ; v)eksetsentrik burchak tezligi va ish unumdorligini aniqlash ; g)quvvatni aniqlash.

Qamrash burchagi chegaradan oshishi bilan maydalanayotgan material yuqoriga kirib chiqarib yuboriladi. Boshqa tarafdin,qamrash burchagining chegara qiymatlarini yutish uchun jag'li maydalagichga ta'sir etuvchi kuchlarni kurib chiqamiz.

Maydalagichning ishlashida jag'lar orasidagi burchak α xarakat yo'nalishida uzgaradi (kattalashadi). Burchakning uzgarishi jag'larning yakinlashishi va uzoqlashishi davrida juda kamdir,shuning uchun bu farqni hisobga olmaymiz, va qamrash burchagini eng katta qiymatini (jag'larning yaqinlashgan holatda) qabul qilamiz.

Xarakatdagi jag'ning chapga xarakatlanishida M massali bo'lakga G og'irlik kuchi, R,-jag'ning t sikimi kuchi, t xarakatdagi jag'ning material bilan ishqalanish kuchi, T, R,-xarakatsiz jag'ning material bilan ishqalanish kuchlari ishtirok etadi.

Og'irlik kuchi Q-ni olmaymiz, chunki boshqa kuchlarga nisbatan juda kichikdir

Ishqalanish kuchi shunday ko'rinishga ega,

$$T = f P$$

f-materialning ishqalanish koefitsienti.

P- material birligiga ta'sir etuvchi kuchlar,N

$$2 f$$

$$\tan \alpha = \frac{2 f}{1-f}$$

$$1-f$$

Ishqalanish koefitsenti f ni ishqalanish burchagi tangensi bilan almashtiramiz va quyidagini olamiz.

$$2 \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{2 \tan \alpha}{1-\tan^2 \alpha}$$

$$1-\tan^2 \alpha$$

$$\alpha = 2 \text{ ga teng}$$

$$\alpha = 2 \quad (1)$$

Demak, jag'larning yaqinlashgan holatida qamrash burchagi bo'lgan α ikkilangan ishqalanish burchagidan kichik bo'lishi kerak ($\alpha < 2$). Bu holatda, maydalanayotgan material bo'laklarini yuqoriga yuborish holati yuqoladi.

Tosh materiallarining nisbatan ishqalanish koefitsenti $f=0,3$, bunda amaliyotda qamrash burchagini 18-20 gradus oraligida qabul qilinadi, chunki bunda eng kichik ishqalanish koefitsentiga to'g'ri keladi. Maydalash darajasini oshirish uchun yuk tushirish qismi kengligi qisqartirilsa, qamrash burchagi kattalashadi. Bundan xulosa shuki, yuk tushirish qismini kamrash burchagi yuqoridagi chegaradan oshmagan holatgacha kamaytirish mumkin. Maydalagichning ish jarayonida bo'laklar yuqoriga uchib chikib ketishi ham mumkin. Bo'laklar turli ko'rinishda joylashgan holatda bo'lsa, bunda α burchagi ikkilangan ishqalanish burchagidan katta bo'ladi.

Ektsentiriali valning burchak tezligini aniqlash.

Ektsentrali valning burchak tezligini aniqlashda, natijaviy mahsulot uz og'irlik kuchi ostida maydalagichning yuk tushirish qismi orqali tushib ketadi deb qabul qilamiz.

Bunda material bulagining balandligiga ega bo'lgan qismi tushadi maydalash kamerasi tushish og'irligi balandligi bo'lgandagi jag'ning to'la qaytish masofasiga tengdir

$$n = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{gtg\alpha}{2s}}; \quad \omega = \pi \sqrt{\frac{gtg\alpha}{2s}}; \quad (2) \text{ va } (3)$$

Yuqoridagi formulalarga ma'lum qiymatlarni quygandan so'ng:

$$\omega = \frac{3.14\sqrt{9.81 \cdot 0.3443}}{\sqrt{2s}} = \frac{4}{\sqrt{s}}$$

yoki

$$n = \frac{0.65}{\sqrt{s}}$$

Bu tengliklarda materialning maydalagich devoriga bo'lgan ishqalanish kuchlari hisobiga olingan, shuning uchun olingan w va n qiymatlarini 5-10 % ga kamaytirish taklif etiladi.

Ish unumdorligini aniqlash

Ish unumdorligini yuqorida ko'rsatilgan shartlar asosida aniqlaymiz. Yani eksetsentrikli valning 1 marotaba aylanishida amalga oshadi. Maydalagichdan tushayotgan materialning kesim yuzasi quyidagi tenglik orqali aniqlanadi.

$$F = \frac{A+S+a}{2} \quad h = \frac{2A+S}{2} \quad h \quad (6)$$

A-jag'larning yaqinlashgan holatidagi tushirish qismining kengligi, m:

S-xarakatdagi jag'ning qaytish masofasi, m:

h-tushayotgan material prizmasining balandligi, m:

$$F = \frac{2A+S}{2} = \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad \text{bo'ladi (7)}$$

Tushayotgan material prizmasi xajmi quyidagi tenglik bilan aniqlanadi.

$$V = \frac{2A+S}{2} = \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (8)$$

L-yuk tushirish qismining uzunligi m,

Ish unumdorlik quyidagi tenglik par bilan aniqlanadi.

$$Q_v = V \cdot n \cdot k, \text{ m/s (9)}$$

$$Q_r = V \cdot n \cdot k \cdot R \text{ kg/s (10)}$$

n-eksetsentrikli valning aylanish soni, ayl/s.

k-materiallarning govaklik koef, $k=0.25 - 0.7$

R- materiallarning xajmiy og'irligi, kg/m

Yuk tushirish davrida maydalagichdan o'lchamlari $d_{\min} = a$

va $d_{\max} = a+s$ bo'lgan bo'laklar tushadi, bunda tushayotgan bo'laklar-

ning urta o'lchami quyidagicha aniqlanadi.

$$d_{sr} = \frac{a+a+s}{2} = \frac{2a+s}{2} \quad (11)$$

(11) va (8) tengliklarni (9) va (10) ga qo'ysak

$$Q_v = \frac{L \cdot S \cdot d_{sr} \cdot n \cdot k}{tga} \quad (12)$$

$$Q_r = \frac{L \cdot S \cdot d_{sr} \cdot n \cdot k \cdot P}{tga} \quad (13)$$

0,65

Agarda $a=19$ bo'lsa, $tga=0,3443$ van $=$ ----- ni hisobga olsak

S

$$Q_v = 1,9 \text{ dsr.l.k s} \quad (12)$$

$$Q_r = 1,9 \text{ dsr.l.k p s} \quad (13)$$

SHunday qilib, qamrash burchagi $a=19$ bo'lganda jag'li maydalagich uchun eng qulay bo'ladi. Qamrash burchagini oshirish maydalagich ish unumdorligini kamaytiradi, kamaytirish esa ish unumdorligiga katta ta'sir ko'rsatmaydi, lekin maydalash darajasini kamaytiradi.

Elektrodvigitel' quvvatini aniqlash.

Maydalagich elektro dvigiteli quvvati quyidagi tenglik bilan aniqlanadi.

$$N = \frac{A \cdot k_3 \cdot h}{n} \quad (14)$$

A-bajarilgan ish, DJ

k -vaqtinchalik zuriqishlarni hisobga oluvchi. koef.-k =1,5

n -eksetsentrik valni aylanishlar soni, ayl/c

n -foydali ish koefitsenti. =0,75.

Ba'zi bir uzgarishlarni (14)tenglikga kiritish natijasida quyidagi emperik tenglikni olamiz:

-oddiy xarakatlanuvchi jag'li maydalagich uchun,vt:

$$N=66.10. L.H.S.n \quad (15)$$

murakkab xarakatlanuvchi jag'li maydalagich uchun,vt:

$$N=66.10. L.H.S.r \quad (16)$$

L-yuklash qismi uzunligi, m:

H-maydalash kamerasi balandligi, m:

S-jag'ning qaytish uzunligi, m:

r-ekstsentrik val eksetsentritsiteli,m:

Mavzu bo'yicha nazorat savollari.

1. Maydalash usullarini tushuntiring.
2. Mexanik maydalovchi uskunalarni tushuntiring.
3. Jag'li maydalagichlar qanday turlarga bo'linadi?
4. Maydalash uchun sarf bo'lgan ish qanday aniqlanadi?
5. Jag'li maydalagichning ish unumdorligi qanday aniqlanadi?

13-Ma'ruza	Mexanik jarayonlar. Aralashtirgichlar
-------------------	--

(ma'ruza-2 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 66 ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1.Qorishtirgichlar haqida umumiy tushuncha. 2.Gravatasion aralashtirgichlar. 3.Majburiy siljituvchi aralashtirgichlar
O'quv mashg'ulotining maqsadi: aralashtirgich uskunalarini turlari va ularni xisoblash	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada namlik va quritish jarayoni bilan tanishtiradi.	Talabalar moddalarning namligini aniqlash va quritish jarayoni bilan tanishadi.
Bir fazadan ikkinchi fazaga o'tgan modda miqdori xo'llanish erkin namlik to'g'risida ma'lumot beradi.	Talabalar modda almashinuvi materialni xo'llanishi, erkin va bo'kish namlik to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi.
Namlikni bug'latish usullari, quritish jarayoni xaqida ma'lumot beradi	Talabalar modda berish va modda o'tkazish usuli orqali jismlardagi namlikni aniqlash ma'lumotiga ega bo'ladilar.
Quritish jarayoni kinetikasi va quritish apparatlarining xisoblash usullarini tushuntiradi.	Talabalar quritish jarayoni kinetikasini chizish, quritish tezligi va davri xamda quritkichlarning nazariy xisobi haqidagi ma'lumotga ega bo'ladilar
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, bumerang texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoada ishlash.

O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Quritish jarayonlari va uskunalari, ularni xisoblash xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Tinglaydilar. Tinglaydilar. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar beradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova)	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-ilova

Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi

Talabalar ikki guruhga bo'linadi. Har qaysi guruhga mustaqil tayyorlanish uchun adsorbtsiya, desorbtsiyalanish, xo'llanish, erkin namlik, bo'kish namligi, namlikni mexanik usulida kamaytirish, moddalarni namligini foiz xisobida aniqlash, namlikning berilishi, namlikning siljishi, quritish jarayoni, konvektik quritish tezligi va davri, quritish jarayoni kinetikasi, quritish apparatlarining xisobi, hamda issiqlikning sarflanishini xisoblash qonuniyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tayyorlanishga vaqt va mavzu beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng 1 guruhdan 5, 6 ta talaba 2 guruhdagi 5, 6 talaba bilan o'rin almashadi va har qaysi guruhda talabadar orasida bilim almashish jarayoni ketadi.

GRAVATASION QORISHTIRGICHLAR

Materiallarni aralashtirish uchun "qorishtiruvchi" deb nomlanadigan mashinalar ishlatiladi. Aralashtirilayotgan materialni fizik xossasiga ko'ra

plastik, quruq va xo'l materiallar uchun aralashtirgichlar qo'llaniladi. Ish xarakteriga ko'ra aralashtirgichlar davriy va uzluksiz ishlaydiganlarga bo'linadi. Davriy ishlaydigan mashinalarda materiallarni qorishtirish alohida idishlarda bo'ladi. Hamma elementlar retsept bo'yicha yuklanadi va ma'lum bir vaqt mobaynida aralashtiriladi, keyin qorishma idishdan tushiriladi. Uzluksiz ishlaydigan mashinalarda elementlar idishga uzluksiz solinadi va qorishma ham uzluksiz tushiriladi.

Materialni aralashtirish usuli bo'yicha qorishtirgichlar erkin tushganda aralashtiradigan gravatasion va majburiy aralashtiradigan mashinalarga bo'linadi. Birinchi qorishtirgichlarda materiallar ma'lum bir balandlikka ko'tariladi, keyin aralashgan holatda og'irlik kuchi ta'sirida to'kiladi, ikkinchi qorishtirgichlarda materialga mashinaning ishchi organlari ta'sir etadi.

Aralashtirgichlar quyidagi belgilari bilan turlanadi:

- Xarakat prinsipi bo'yicha – uzlukli va uzluksiz xarakatlanadigan bo'lib, ular gravatasion va majburiy aralashtirgichlarga bo'linadi.
- O'z navbatida majburiy aralashtirgichlar –rotorli, parakli va trubolent turlarga bo'linadi.
- Aralashtiruvchi idishning formasi bo'yicha – silindr, konusli, tog'arasimon, chashkali.
- Xarakatlanish usuli bo'yicha – stasionar, ko'chirib yuriluvchi va xarakatlanadigan.

Uzluksiz xarakatlanadigan beton aralashtirgichlarni ish unumdorligi – 5, 15, 18, 30, 35, 60, va 120 m³ / s bo'ladi.

Gravatasion beton aralashtirgichlar konstruksiyasi.

Komponentlar baraban ichki yuzasiga maxkamlangan paraklar va baraban aralishi natijasida xosil bo'ladigan og'irlik kuchi ta'sirida aralashadi.

Uzluksiz xarakatlanadigan aralashtirgichlarda vint liniyasi bo'ylab joylashgan paraklar aralashmani tushirish tuguni tomonga uzluksiz surib boradi.

Uzluqli xarakatlanadigan aralashtirgichlarda aralashma noksimon yoki ikki konusli barbanlarda ular ichiga o'rnatilgan parraklar va og'irlik kuchi yordamida aralashtiriladi.

Avtobeton aralashtirgichlar har-xil markadagi avtomobillar ramasiga o'rnatiladi. Ikki konusli barabanli aralashtirgich, barabanni xarakatga keltiruvchi uzatma va suv uchun bakdan tashkil topadi.

Gravatasion materiallarni erkin tushishda davriy ishlaydigan beton qorishtirgich 26-rasmda ko'rsatilgan. Qorishtirgichni ishlash vaqtida qorishma elementlari miqdolagichdan aylanayotgan barabanga yuklanadi. Material parraklar yordamida 48 gradus burchakka ko'tariladi va bunda aralashgan holda pastga sochiladi. Barabanni yuklanish vaqti 10-15 sekundni tashkil qiladi. Aralashish vaqti beton qorishmasining qattiqligiga bog'liq va u 60 dan 150s. gacha bo'lgan chegarada bo'ladi. Aralashtirish tugagandan keyin yuklanish teshigi pnevmotsilindr bilan qorishtiruvchi barabandan chetga olinadi. Pnevmtsilindr aylanayotgan barabanni egadi va beton qorishmasi og'irlik kuchlari ta'sirida transportirovka qurilmalariga yuklanadi. Beton qorishmasini barabandan yuklanish vaqti 10-15s. ni tashkil etadi. Beton qorishtirgichni ishlab chiqarish samaradaorligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi.

Gravatasion aralashtirgichlarni asosiy parametrlarini xisoblash.

Uzluksiz xarakatlanadigan gravatatsion beton qorishtirgichlarni xajmiy ish unumdorligi:

$$Q_0 = 0.001 * V / t \quad (\text{yoki } Q_0 = 3.6 * V / t) \quad \text{m}^3 / \text{s}$$

Bu yerda V – aralashtirgichni pasport xajmi, L.

Gravatasion aralashtirgichlar- 65, 165, 330, 500, 800, 1000, 1600, 2000, 3000 L. Qorishma aralashtirgicilar- 65 – 2000 L gacha bo'ladi.

Majburiy rotorli xajmiy aralashtirgichlar- 8, 65, 250, 330, 500, 650, 800, 1000, 2000 va 3000 L bo'ladi.

t – bitta siklning davomiyligi. Bu o'z navbatida; t1- yuklash davomiyligi, t2 – aralashtirish davomiyligi, t3 – tushirish davomiyligi, t4 – aralashtirgichni oldingi xolatiga keltirish davomiyligi.

t1, t3, t4- aralashtirgichni konstruktiv xususiyatiga bog'liq bo'ladi.

t2 – texnologik xolatdan kelib chiqib 60 ... 120 s qabul qilinadi.

Barabanni aylantiradigan elektrodvigatelni umumiy xisobiy quvvati quyudagiga teng **buladi**.

$$N = (N_1 + N_2) / (1000 * \eta), \text{ kvt}$$

Bunda $N_1 = W_0 * R * \Omega$, vt –roliklarda xosil bo'ladigan qarshilikni engadigan quvvat, vt.

W₀ – roliklar qarshiligi,

R – barban bandjasini radiusi, m.

$R = R + b$, - ichki radius va devor qalinligi.

$N_2 = M * \Omega$, vt – materialni aralashtirishga ketadigan quvvat, vt.

η - uzatmani foydali ish koeffisienti, 0.76 ... 0.96.

Mavzu bo'yicha nazorat savollari.

1. Qanday mashinalarga aralashtiruvshi uskunalar deb nomlanadi?
2. Materiallarni aralashtirish usuli bo'yicha qanday turlarga bulinadi?
3. Aralashtirgichlar qanday belgilari bo'yicha turlanadi?
4. Gravatatsion aralashtirgichlarni qanday ishlaydi?
5. Gravatatsion aralashtirgichlarni ish unumdorligi qanday aniqlanadi?
6. Gravatatsion aralashtirgichni quvvati qanday aniqlanadi?

14-Ma'ruza	Quritish jarayonlari va uskunalari, ularni xisoblash
-------------------	---

(ma'ruza-2 soat)

1.1. Ma'ruzani olib borish texnologiyasi

<i>O'quv soati: 2 soat</i>	Talabalar soni: 25ta
<i>O'quv mashg'uloti shakli</i>	Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirish bo'yicha amaliy ish.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sorbtsiyalanish va desorbtsiyalanish nima? 2. Xo'llanish namligi, erkin namlik va bo'kish namlik. 3. Namlikni bug'lanishi va siljishi. 4. Quritish tezligi va davrlari. 5. Quritish apparatlari.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Quritish jarayonlari va uskunalari, ularni xisoblash	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i>
Ma'ruzada namlik va quritish jarayoni bilan tanishtiradi.	Talabalar moddalarning namligini aniqlash va quritish jarayoni bilan tanishadi.
Bir fazadan ikkinchi fazaga o'tgan modda miqdori xo'llanish erkin namlik to'g'risida ma'lumot beradi.	Talabalar modda almashinuvi materialni xo'llanishi, erkin va bo'kish namlik to'g'risida ma'lumotga ega bo'lishadi.
Namlikni bug'latish usullari, quritish jarayoni xaqida ma'lumot beradi	Talabalar modda berish va modda o'tkazish usuli orqali jismlardagi namlikni aniqlash ma'lumotiga ega bo'ladilar.
Quritish jarayoni kinetikasi va quritish apparatlarining xisoblash usullarini tushuntiradi.	Talabalar quritish jarayoni kinetikasini chizish, quritish tezligi va davri xamda quritkichlarning nazariy xisobi haqidagi ma'lumotga ega bo'ladilar

O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blits-so'rov, bumerang texnikasi.
O'qitish shakllari	Jamoada ishlash.
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruhlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	Og'zaki savollar, test savollari.

Quritish jarayonlari va uskunalari, ularni xisoblash xaqida tushuncha berish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 min)	1.1. O'quv mashg'ulotini mavzusi, rejasi va o'quv faoliyati natijalarini tushuntiradi. 1.2. Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi.(1-ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi. (2-ilova).	Tinglaydilar. Tinglaydilar. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 min)	2.1. Ma'ruza o'qiydi (3-ilova). 2.2. Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi. (4-ilova)	Tinglaydilar va yozadilar. Tinglaydilar va javob beradilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar beradi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. (5-ilova)	Savollar beradilar. Tinglaydilar va yozadilar. Yozadilar.

1-ilova

Bumerang usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi

Talabalar ikki guruhga bo'linadi. Har qaysi guruhga mustaqil tayyorlanish uchun adsorbtsiya, desorbtsiyalanish, xo'llanish, erkin namlik, bo'kish namligi, namlikni mexanik usulida kamaytirish, moddalarni namligini foiz xisobida aniqlash, namlikning berilishi, namlikning siljishi, quritish jarayoni, konvektik quritish tezligi va davri, quritish jarayoni kinetikasi, quritish apparatlarining xisobi, hamda issiqlikning sarflanishini xisoblash qonuniyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar bo'yicha tayyorlanishga vaqt va mavzu beriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng 1 guruhdan 5, 6 ta talaba 2 guruhdagi 5, 6 talaba bilan o'rin almashadi va har qaysi guruhda talabadar orasida bilim almashish jarayoni ketadi.

Mavzuni jonlashtirish uchun savollar beradi

1. Entalpiya nima?
2. Gisterezis hodisasini tushutirib bering.
3. Quritish protsessi qanday kechadi.
4. Namlikni quritishni fizika-ximiyaviy yo'li.
5. Gigroskopik namlik nima?

Ma'ruza

Quritish protsessining muvozanati

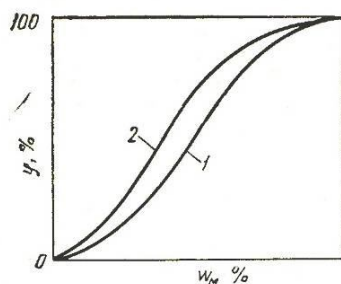
Qattiq material va nam havo o'zaro ta'sir ettirilganda asosan ikki xil protsess sodir bo'ladi: 1) quritish (materialdan namlikning desorbtsiyalanishi, agar $R_m > R_h$); 2) namlanish (namlikning material tomonidan sorbtsiyalanishi, agar $R_m < R_q$; bu yerda R_m - bug'ning material yuzasidagi partzial bosimi, R_h - bug'ning havo yoki gazdagi partzial bosimi).

Quritish paytida R_m ning qiymati kamayadi va $R_m = R_h$ chegarasiga yaqinlashib boradi. Bunday holat dinamik muvozanat holati deb ataladi, materialning bu muvozanat holatiga to'g'ri kelgan namligi muvozanat namlik deyiladi.

Materialning muvozanat namligi W_m suv bug'ining material ustidagi partzial bosimiga yoki unga proporsional bo'lgan havoning nisbiy namligiga bog'liq va u tajriba yo'li bilan topiladi. $W_m = f(\varphi)$ funktsiya o'zgarmas temperatura sharoitida aniqlanadi, shu sababli u izotermani tashkil qiladi. 23.1- rasmda 1- egri chiziq nam materialni quritish protsessi uchun hosil qilingan va u *desorbtsiyalanish izotermasi* deb ataladi. 2-egri chiziq esa quruq materialni namlash uchun hosil qilingan, u *sorbtsiyalanish izotermasi* deyiladi.

Sorbtsiyalanish izotermasi desorbtsiyalanish izotermasining ustida joylashgan bo'ladi. 1- va 2- egri chiziqning bir-biridan farqi *gisterezis* deb ataladi.

Gisterezis hodidasidan shu xulosasi kelib chiqadiki, bir xil qiymatga ega bo'lgan muvozanat namlikka erishish uchun havoning nisbiy namligi materialni namlash protsessida uni quritishdagiga nisbatan katta bo'lishi zarur. Gisterezisning hosil bo'lishiga asosiy sabab – quritilgan materialning kapillyarlariga havo kirib, bu havoning kapillyarlar devorlarida sorbtsiyalanishidir.



23.1-rasm. Material namligi bilan havoning nisbiy namligining o'zaro bog'liqligi: 1-desorbtsiya izotermasi; 2-yutilish

Natijada material qaytadan namlanganda uning namlik bilan ho'llanish darajasi kamayadi va havoni kapillyarlardan siqib chiqarish uchun suv bug'ining katta partzial bosimi (yoki katta nisbiy namlik φ) kerak bo'ladi. Quritish protsessining mexanizmi ma'lum darajada namlikning material bilan bog'lanish turiga bog'liq.

Quritish paytida namlikning material bilan bog'lanishi buziladi. P.A. Rebinder tomonidan namlikning material bilan ta'sirining uch (ximiyaviy, fizik-ximiyaviy, fizik-mexanik) turi taklif qilingan.

Ximiyaviy usulda material namlik bilan ta'sirlashganda juda mustahkam va ma'lum nisbatlarda birikma hosil bo'ladi.

izotermasi.

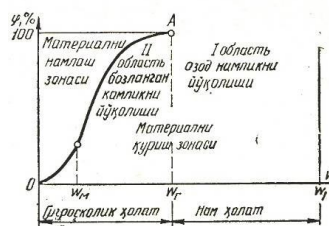
Bu namlikni materialdan ajratish uchun yuqori temperaturalar ta'sirida qizdirish yoki ximiyaviy reaksiya yo'li bilan ta'sir qilish kerak. Quritish protsessida bunday namlikni materialdan chiqarish mumkin emas.

Quritish protsessida odatda materialdan fizik-ximiyaviy va fizik mexanik usullar bilan ta'sirlashgan namliklar ajratib chiqariladi. Mexanik usul bilan birikkan namlik materialdan juda tez chiqib ketadi. Bunday namlik moddaning kapillyarlarida va uning yuzasida joylashgan bo'ladi. Mexanik usul bilan birikkan namlik o'z navbatida ikki xil bo'ladi: makrokapillyarlarning namligi (kapillyarlarning o'rtacha radiusi $r_{o,r} > 10^{-5} sm$ dan katta); mikrokapillyarlarning namligi ($r_{o,r} < 10^{-5} sm$). Modda yuzasidagi joylashgan namlik ho'llanish namligi deb yuritiladi. Mexanik birikkan namlik erkin namlik deb ataladi va bunday namlikni materialdan mexanik usullar (masalan, siqish) yordamida ajratish mumkin.

Fizik-ximiyaviy yo'l bilan birikkan namlik ikki turga (adsorbtsion va osmotik birikkan namliklarga) bo'linadi. Adsorbtsion namlik materialning yuzasida va uning g'ovaklarida, molekulalarning kuch maydoni ta'sirida mustahkam birikkan bo'ladi.

Osmotik birikkan namlik bo'kish namligi deb ham ataladi, bu namlik materiallarning to'qimalarida osmotik kuchlar ta'sirida bog'langan bo'ladi.

Adsorbtsion namlikni materialdan ajratish uchun bo'kish namligini ajratishga nisbatan bir oz katta energiya talab qilinadi. Kolloid va polimer materiallarda adsorbtsion va osmotik usul bilan birikkan namlik mavjud bo'ladi. Material tarkibida fizik-ximiyaviy yo'l bilan ushlab turilgan namlik bog'langan namlik deb yuritiladi.



23.2-rasm. Quritish protsessida material namligining o'zgarishi.

23.2 –rasmda quritish payidagi material namligining o'zgarishi ko'rsatilgan. Namlik W_1 dan W_r gacha o'zgarganda material o'zida erkin namlikni tutadi. Bu I sohada material nam holatda bo'ladi. I sohada materialdan erkin namlik ajratib chiqariladi. Namlik W_r dan W_m gacha o'zgarganda material o'zida bog'langan namlikni ushlaydi. II sohada material gigroskopik holatda bo'ladi. A nuqta gigroskopik nuqta deb ataladi va bu nuqtaga to'g'ri kelgan namlik gigroskopik namlik W_r deyiladi. A nuqta $\varphi=100\%$ ga to'g'ri keladi. II sohada materialdan bog'langan namlik ajratib chiqariladi.

Gigroskopik namlik W_r materialdagi erkin va bog'langan namliklar chegarasiga to'g'ri keladi. Materialdan erkin namlikni ajratib chiqarish uchun har qanday nisbiy namlikdagi (faqat $\varphi < 100$) havodan foydalanish mumkin. Bog'langan namlikni materialdan chiqarish uchun kerakli miqdordagi nisbiy namlikka ega bo'lgan havo ishlatish zarur. Bunda faqat materialning namligi muvozanat namlik W_m dan katta bo'lishi kerak. Materialning zarur bo'lgan oxirgi namligiga qarab havoning nisbiy namligi tanlanadi. 23.2-rasmda materialni quritish mumkin bo'lgan zona shtrixlab ko'rsatilgan. Muvozanat namligi egri chizig'ining tepasidagi zonada materialni faqat namlash mumkin, bu zonada materialni quritish mumkin emas.

Quritish protsessining kinetikasi

Materiallarni quritish protsessida namlikni yo'qotish murakkab protsesslardan hisoblanadi. Avval namlik materialning ichki qismlaridan uning yuzasiga tarqaladi, so'ngra namlik material yuzasidan bug'lanib qurituvchi agent (havo) tarkibiga o'tadi va quritkichdan tashqariga chiqib ketadi. Material tarkibidan namlikning bug'lanib chiqish intensivligi m material yuzasi birligi F dan vaqt birligi ichida bug'langan namlikning miqdori bilan o'lchanadi:

$$m = \frac{W}{F \cdot \tau} ; \quad (24.1)$$

bu yerda W -quritish paytida materialdan ajralib chiqqan namlik massasi; τ -quritishning umumiy vaqti.

Namlikning bug'lanish intensivligi nam material va atrof-muhit o'rtasidagi issiqlik va modda almashinish mexanizmiga bog'liq. Bu mexanizm juda murakkab bo'lib, ikki bosqichdan iborat; a) namlikning material ichida siljishi; b) material yuzasidan namlikning bug'lanishi.

Namlikning material yuzasidan bug'lanishi. Bu protsess asosan bug'ning qattiq material yuzasidan havoning chegara qatlami orqali diffuziya yo'li bilan o'tishidan iborat. Materialning yuzasidan namlikning bug'lanish yo'li bilan havo oqimiga o'tishi tashqi diffuziya deb ataladi. Tashqi diffuziya yordamida namlikning taxminan 90 protsenti tarqaladi. Material yuzasidan atrof-muhitga namlik bug' holatida o'tadi. Tashqi diffuziyaning harakatlantiruvchi kuchi material yuzasidagi va atrof-muhitdagi kontsentratsiyalar yoki partsial bosimlar ayirmasi $R_m - R_h$ bilan ifodalanadi.

Diffuziya oqimidan tashqari namlik termodiffuziya yo'li bilan ham tarqaladi. Termodiffuziya hodisasi chegara qatlamda temperaturalar ayirmasining ta'siri natijasida yuz beradi. Konvektiv quritish protsessi nisbatan past temperaturalarda olib borilsa, termodiffuziya orqali tarqalgan namlikning miqdori juda kichik bo'ladi.

Quritish tezligi o'zgarmas bo'lgan birinchi davrda materialning namligi gigroskopik namlikdan katta bo'ladi, material yuzasidagi bug' esa to'yingan bo'ladi ($R_m = R_T$). Bu davrda namlik materialning yuzasiga uning ichki qismlaridan katta tezlik bilan siljiydi. Material yuzasidan namlikning berilishi quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$m = \beta(P_T - P_x) \frac{760}{B} ; \quad (24.2)$$

bu yerda: β -modda berish (yoki namlik berish) koeffitsienti; R_T -material yuzasidagi to'yingan bug'ning partsial bosimi; R_h -bug'ning havodagi partsial bosimi; V - barometrik bosim.

(24.2) tenglamadagi R_T , R_h va V kattaliklar Pa (paskal) yoki mm simob ustuni hisobida o'lchanadi.

Namlik berish koeffitsienti β ning qiymati havoning tezligiga, qurituvchi agentning material yuzasini aylanib o'tish sharoitiga, materialning shakli va uning o'lchamiga, quritish temperaturasiga va boshqa parametrlarga bog'liq. Bu koeffitsient tegishli kriterial tenglamalar yordamida topiladi.

Namlikning material ichida siljishi. Materialning tashqi yuzasidan namlikning bug'lanishi natijasida material ichida namlik gradienti paydo bo'ladi, bu

gradient ta'sirida materialning ichki qatlamlaridan uning yuzasiga qarab namlikning bunday harakati ichki diffuziya deb ataladi. Quritishning birinchi davrida (quritish tezligi o'zgarmas bo'lganda) material ichidagi namlikning o'zgarishi katta bo'ladi, bunda quritish tezligiga asosan material yuzasidan namlikning bug'lanish tezligi (ya'ni tashqi diffuziya) ta'sir qiladi. Biroq material yuzasidagi namlik kamayib borib gigroskopik namlikka yetganda va undan keyin ham kamayishi davom etsa, ya'ni quritishning ikkinchi davrida protsessning tezligiga asosan ichki diffuziya ta'sir qiladi. Quritishning ikkinchi davrida protsessning tezligi doim kamayib boradi.

Quritishning birinchi davrida material ichidagi namlik (kapilyarlardagi namlik va osmotik birikkan namlik) suyuqlik ko'rinishida tarqaladi. Ikkinchi davrning boshlanishi, ya'ni quritish tezligining bir me'yorda kamayishida material yuzasining ayrim joylarida har xil shakldagi chuqur zonalar paydo bo'ladi va materialning ichida bug'lanish yuz beradi. Bunda kapilyarlardagi namlik va adsorbtion birikkan namlikning bir qismi materialning ichida bug' holida siljiydi.

Keyinchalik materialning yuza qatlami to'la qurib bo'lgandan so'ng, bug'lanishning tashqi yuzasi borgan sari materialning geometrik yuzasidan kamayib ketadi. Bunday sharoitda namlikning ichki diffuziya yordamida siljishining ahamiyati ortadi. Ikkinchi davrning quritish tezligi turlicha kamayadigan bosqichda material bilan mustahkam bog'langan adsorbtion namlik qattiq fazalar ichida faqat bug' holida tarqaladi.

Namlikning qattiq material ichida tarqalish hodisasi namlik o'tkazuvchanlik deb ataladi. Namlik o'tkazuvchanlikning intensivligi yoki namlik oqimining zichligi namlik konsentratsiyasi gradientiga proporsionaldir:

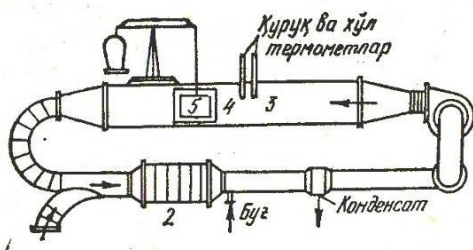
$$m = -D_m \frac{\partial c}{\partial n}; \quad (24.3)$$

bu yerda D_m -namlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

Bu ifodaning o'ng tomonidagi minus ishora namlikning konsentratsiyasi katta bo'lgan qatlamdan konsentratsiyasi kichik bo'lgan qatlamga qarab siljishini ko'rsatadi.

Namlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti D_m ning (m^2 /soat) fizik ma'nosi namlikning materialdagi ichki diffuziya koeffitsientini ifodalaydi va issiqlik o'tkazish protsesslaridagi temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsientiga o'xshaydi. Namlik o'tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati namlikning material bilan birikish turiga, quritish temperaturasiga, materialning namligiga bog'liq bo'lib, faqat tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Quritishning ayrim turlarida (masalan, kontakt, radiatsiyalash yoki dielektrik usullar ishlatilganda) material qatlamida namlik gradientidan tashqari, biror qiymatga ega bo'lgan temperatura gradienti ham paydo bo'ladi. Temperatura gradienti ta'sirida material ichida issiqlik oqimiga parallel bo'lgan namlik oqimi hosil bo'ladi.



24.1-rasm. Laboratoriya qurilmasining sxemasi:

1-ventilyator; 2-elektir isitkich; 3-ho'l termometr; 4-quruq termometr; 5-taroz.

Bu hodisa issiqlik ta'sirida namlik o'tkazuvchanlik deb ataladi. Issiqlik ta'sirida namlik o'tkazuvchanlik bilan namlikning o'tish tezligi issiqlik yordamida namlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti δ orqali belgilanadi. Namlik va temperatura gradientlari ta'sirida materialning ichidan o'tayotgan namlik oqimlari bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Konvektiv quritish protsessiga issiqlik ta'sirida namlik o'tkazuvchanlik hodisasining ahamiyati sezilarli emas.

Quritish tezligi va davrlari. Quritish apparatlarini hisoblash va loyihalash uchun quritish tezligi u cheksiz qisqa vaqt $d\tau$ davomida material namligining kamayishi dW orqali aniqlanadi:

$$u = \frac{dW}{d\tau} .$$

Quritish tezligi tajriba yo'li bilan laboratoriya qurilmalarida topiladi (24.1-rasm). Bu qurilma ventilyator, elektir isitkich, quritish kamerasi va tarozidan tashkil topgan. Elektir isitkichda qizdirilgan havo ventilyator yordamida quritish kamerasiga beriladi. Kameraning eshikchasi orqali nam material tarozining bir pallasiga joylashtiriladi.

Quritish protsessi davomida materialning massasi (yoki namligi) kamayib boradi. Olingan tajriba natijalari asosida quritish egri chizig'i chiziladi. Quritkichdan quruq va ho'l termometrlar yordamida havoning nisbiy namligi aniqlanadi.

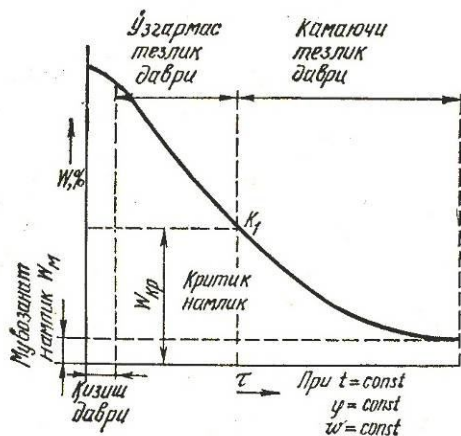
Material namligi W ning vaqt davomi τ da havo parametrlari o'zgarmas bo'lganda ($t=const$, $\varphi=const$, $\omega=const$) olingan grafik bog'liqligi *quritish egri chizig'i* deb yuritiladi (24.2-rasm).

Quritish protsessining boshlanishida namlik ajralib chiqishi bilan birga material qiziydi. Bu davr qisqa vaqtni tashkil etadi, quritish protsessi egri chiziq bo'yicha o'zgaradi. Materialning qizishi tamom bo'lganidan so'ng quritish protsessi to'g'ri chiziq bo'yicha ketadi. Bu davrda quritish protsessi o'zgarmas tezlikka ega bo'ladi. Bu davr K_1 nuqtada tamom bo'ladi, bu nuqtaga materialning kritik namligi W_{kr} to'g'ri keladi.

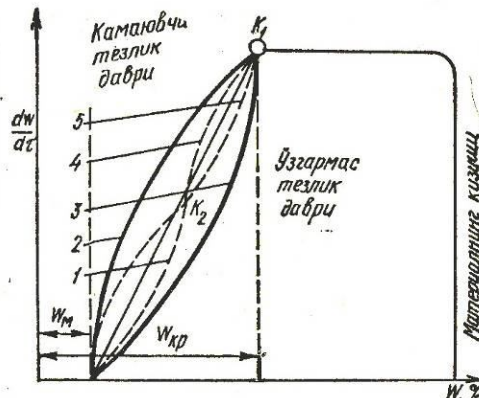
Birinchi davrda erkin namlik ajralib chiqadi. K_1 nuqtadan so'ng quritishning ikkinchi davri boshlanadi, bu davrda material tarkibidan birikkan namlik ajralib chiqadi. II davrda quritish tezligi doim kamayib boradi, materialning namligi esa muvozanat namlikka yaqinlashadi. Quritish protsessini muvozanat namlikka qadar davom ettirish mumkin.

Quritish egri chizig'i hosil qilinadi. Egri chiziqning istalgan nuqtasiga o'tkazilgan urinma og'ish burchagining tangensi quritish tezligini ($dW/d\tau$) tashkil qiladi (24.3-rasm). Gorizonttal o'qqa material namligining qiymati (% hisobida), vertikal o'qqa esa quritish tezligi $dW/d\tau$ ning qiymati (masalan, $\frac{\%}{\text{мин}}$) qo'yiladi.

I davrda quritish tezligi gorizontaal to'g'ri chiziq bo'ladi, chunki bu davrda quritish tezligi o'zgarmas qiymatga ega.



24.2-rasm. Material namligining vaqt davomida o'zgarishi.



24.3-rasm. Quritish tezligining egri chizig'i.

II davrda quritish tezligining chizig'i materialning turiga va namlikning material bilan birikish turiga ko'ra har xil ko'rinishga ega bo'ladi. Bu davrda quritish tezligi doim kamayib boradi.

24.3-rasmda turli materiallar uchun quritish tezligining egri chiziqlari keltirilgan. Hamma egri chiziqlar muvozanat namlikka to'g'ri kelgan nuqtaga kelganda tugaydi. Quritish tezligi egri chiziqlarining ayrimlarida ikkinchi kritik nuqta (K_2) mavjud bo'ladi. Bu kritik nuqta materialning shunday namligiga to'g'ri keladiki, bunda materialdan namlikning siljish xarakteri o'zgaradi. Ko'pincha bu nuqta (K_2) adsorbtsion namlik ajralib chiqishining boshlanishiga to'g'ri keladi.

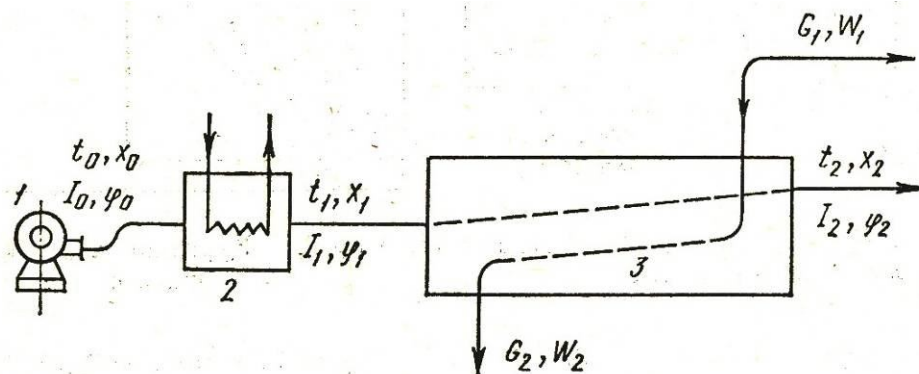
Quritish va quritish tezligi egri chiziqlaridan shu narsa ko'rinib turibdiki, quritish protsessi ikki davrga bo'linar ekan. Tadqiqotlar natijasida shu narsa ma'lum bo'ldiki, birinchi davrda quritish tezligi o'zgarmas bo'lsa, ikkinchi davrda esa quritish tezligi doim kamayib boradi.

Birinchi davrda quritish tezligi asosan tashqi diffuziyaga bog'liq bo'ladi. Bu davrda qurituvchi agentning tezligi va uning parametrlari (nisbiy namlik, temperatura) hisoblash ishlarida katta ahamiyatga ega. Materialning ichida namlikning diffuziyalanish tezligi katta qiymatga ega bo'ladi, biroq bu holat namlikning material yuzasidan berilish tezligini belgilamaydi.

Ikkinchi davrda ancha murakkab protsess sodir bo'ladi. Bu davrda bog'langan namlik ajrala boshlaydi. Quritish tezligi asosan material ichidagi namlikning tarqalish tezligiga bog'liq. SHu sababli ikkinchi davrda quritish tezligiga material tarkibi bilan bog'liq bo'lgan parametrlar (quritilayotgan materialning shakli va o'lchamlari; materialning namligi, materialning namlik o'tkazuvchanligi) ta'sir ko'rsatadi. Quritish tezligiga havo oqimining tezligi va uning parametrlari ham bir oz ta'sir qilishi mumkin.

Quritish apparatlarining hisobi

Quritkichlarning nazariy hisobi. 25.1-rasmda quritish qurilmasining sxemasi ko'rsatilgan. Bu qurilma ventilyator, isitkich (kalorifer) va quritish kamerasidan iborat. Isitkichga kirayotgan havoning parametrlarini I_0 , t_0 , φ_0 , x_0 bilan belgilaymiz. Isitkichda havo t_1 temperaturagacha qizdiriladi, bunda uning namlik saqlashi o'zgarmaydi ($x_0=x_1$), nisbiy namligi kamayadi (φ_1), entalpiyasi ortadi (I_1).



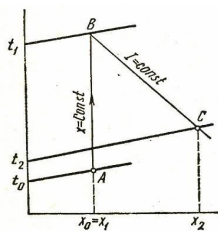
25.1-rasm. Quritish qurilmasi.

SHu parametrlar bilan qizigan havo quritish kamerasiga kiradi. Quritish kamerasida havoga qo'shimcha issiqlik berilmaydi va havo o'zidagi issiqlikni yo'qotmaydi deb qabul qilamiz. Bu protsess nazariy quritish deb ataladi. Havo orqali materialga berilgan issiqlik miqdori namlikning materialdan bug'lanishi uchun sarflanadi va hosil bo'lgan suv bug'i orqali materialdan qaytadi deb qabul qilinadi. Nazariy quritishda havoning entalpiyasi o'zgarmay qoladi ($I = const$).

Quritkichdan chiqayotgan havoning parametrlari t_2 , ϕ_2 , I_2 , x_2 , biroq $I_2 = I_1$; $x_2 > x_1$; $t_2 < t_1$; $\phi_2 > \phi_1$. Sxemadan ko'rinib turibdiki, nam materilning massasi G_1 (kg/soat), uning namligi W_1 (%), qurigan materialning massasi G_2 (kg/soat) va uning namligi W_2 (%).

25.2-rasmda quritish protsessii $I-x$ diagrammasida tasvirlangan. Isitkichdagi havoning t_0 temperaturadan t_1 temperaturagacha qizdirish protsessi AB chiziq bilan ifodalangan. VS chiziq esa quritish kamerasida sodir bo'ladigan protsessni ko'rsatadi. Quritish kamerasidan chiqayotgan havoning holati S nuqta bilan belgilanadi.

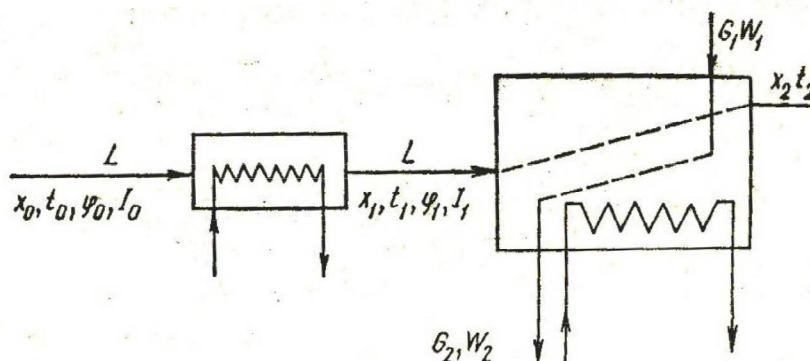
Diagramma yordamida (25.2-rasm) 1kg namlikni bug'latish uchun zarur bo'lgan havo sarfi l (kg) va issiqlik sarfi q (kJ) ni aniqlash mumkin:



25.2-rasm. Quritish protsessining diagrammada ifodalaniishi.

I-x

$$l = \frac{1}{x_2 - x_1} = \frac{1}{x_2 - x_0} ; \quad (25.1)$$



25.3-rasm. Quritish kamerasida havoni qo'shimcha qizdirish usuli bilan materiallarni quritish.

$$q = l(I_1 - I_0) = \frac{I_1 - I_0}{x_2 - x_1} . \quad (25.2)$$

Real quritkichning moddiy va issiqlik balanslari. Real quritkichlardagi protsess nazariy quritishdagi protsessdan shu bilan farq qiladiki, bunda $I_2 \neq I_1$ bo'ladi. Bunga sabab shuki, real quritkichlarda issiqlikning bir qismi atrof-muhitga yo'qoladi. Ayrim paytlarda quritish kamerasiga qo'shimcha issiqlik kiritiladi (25.3-rasm).

Uzluksiz ishlaydigan quritkichning moddiy balansini tuzish uchun quyidagi belgilarni qabul qilamiz: G_1 -nam materialning massasi, kg/soat; W_1 -uning namligi, %; G_2 -quruq materialning massasi, kg/soat; W_2 -uning namligi, %; W -bug'langan namlik miqdori, kg/soat; L -havoning sarfi (quruq havo hisobida), kg/soat.

Moddani kirishi (kg/soat): 1) havo L ; 2) havo tarkibidagi namlik Lx_0 ; 3) nam material G_1 .

Moddani chiqishi (kg/soat): 1) havo L ; 2) havo tarkibidagi namlik Lx_2 ; 3) qurigan material G_2 .

Moddiy balans tenglamasini tuzamiz:

$$L + Lx_0 + G_1 = L + Lx_2 + G_2 .$$

$$\text{Bundan } G_1 - G_2 = Lx_2 - Lx_0 = L(x_2 - x_0) ,$$

$$\text{yoki } W = L(x_2 - x_0) .$$

$$\text{Bu yerda } L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{W}{x_2 - x_1} . \quad (25.3)$$

Quritish protsessi uchun quruq moddalar bo'yicha ushbu balans tenglamasini tuzish mumkin:

$$\frac{G_1(100 - W_1)}{100} = \frac{G_2(100 - W_2)}{100} .$$

Bu so'nggi ifodadan quritish oxiridagi materialning massasini aniqlaymiz:

$$G_2 = G_1 \left(\frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right) .$$

Bug'langan namlikning (yoki materialdan chiqarilgan suvning) miqdorini quyidagi tenglama orqali ham topish mumkin:

$$W = G_1 - G_2 = G_1 - G_1 \left(\frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right) ,$$

yoki

$$W = G_1 \left[1 - \frac{100 - W_1}{100 - W_2} \right] = G_1 \left(\frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} \right) .$$

Moddiy balans asosida real quritkichning issiqlik balansini tuzamiz.

Issiqlikning kirishi (kJ/soat); 1) havo bilan $LI_1 = LI_0 + Q_n$ (bu yerda: LI_0 -isitkichga kirgan havoning issiqligi, Q_n -isitkichda havoning bergan issiqligi); 2) material bilan $G_1 c_1 \theta_1$ (bu yerda: c_1 -nam materialning issiqlik sig'imi, θ_1 -materialning dastlabki temperaturasi); 3) transport qurilmalari bilan $G_{tr} s_{tr} \theta'_{tr}$ (bu

yerda: G_{tr} -transport qurilmalarining massasi, str - transport qurilmalari materialining issiqlik sig'imi, θ'_{tr} - transport qurilmalarining dastlabki temperaturasi); 4) quritish kamerasiga kiritilgan qo'shimcha issiqlik q_k .

Issiqlikning sarflanishi (kJ/soat): 1) quritkichdan chiqayotgan havo bilan LI_2 ; 2) quritilgan material bilan $G_2 c_2 \theta_2$; 3) transport qurilmalari bilan $G_{tr} \cdot str \cdot \theta'_{tr}$; 4) issiqlikning atrof-muhitga yo'qolishi $Q_{\dot{H}}$.

Issiqlik balansini tuzamiz:

$$LI_1 + G_1 c_1 \theta_1 + G_{TP} c_{TP} \theta'_{TP} + q_k = LI_2 + G_2 c_2 \theta_2 + G_{TP} c_{TP} \theta''_{TP} + Q_{\dot{H}} \quad (25.4)$$

bundan

$$L(I_2 - I_1) = G_1 c_1 \theta_1 + G_{TP} c_{TP} \theta'_{TP} + q_k - G_2 c_2 \theta_2 - G_{TP} c_{TP} \theta''_{TP} + Q_{\dot{H}},$$

$$\text{yoki } L(I_2 - I_1) = \sum Q. \quad (25.5)$$

Oxirgi tenglamaning o'ng va chap tomonlarini W ga bo'lib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\frac{L}{W}(I_2 - I_1) = \frac{\sum Q}{W}.$$

$$\frac{\sum Q}{W} = \Delta \quad \text{deb belgilaymiz,} \quad \frac{L}{W} = l \quad \text{bo'lgani uchun}$$

$$l(I_2 - I_1) = \Delta \quad (25.6)$$

yoki

$$I_2 = I_1 + \frac{\Delta}{l}. \quad (25.7)$$

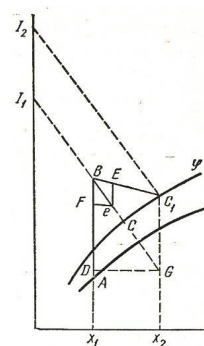
Tenglamaga kiritilgan Δ kattalik quritish kamerasi ichidagi kiritilgan va sarflangan issiqliklar ayirmasining 1 kg bug'langan namlikka nisbatini belgilaydi. Bu yerda asosiy kaloriferda isitilgan havo bilan kirgan va chiqqan issiqliklar hisobga olinmaydi. Ko'pincha Δ quritish kamerasining ichki balansi deb ataladi.

(25.7) tenglamadan ko'rinib turibdiki, Δ ning ishorasiga ko'ra I_2 ning qiymati I_1 ning qiymatidan katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Agar $\Delta=0$ bo'lsa, u holda $I_2=I_1$.

Real quritkichdagi protsessni diagrammada tasvirlash. Nazariy quritishlarda $\Delta=0$ bo'lsa, real quritkichlarda esa $\Delta \neq 0$. Ikki xil sharoit bo'lishi mumkin: a) $\Delta > 0$; b) $\Delta < 0$.

Avval) $\Delta > 0$ bo'lgan sharoit uchun $I-x$ diagrammada quritish chizig'ining shaklini ko'ramiz. Berilgan shartlar bo'yicha dastlab nazariy quritishning chizig'i SV ni tuzamiz.

Quritish kamerasiga qo'shimcha issiqlik kiritilganda ($\Delta > 0$), real quritkichning chizig'i V nuqtadan boshlanib, $I_1 = \text{const}$ chizig'ining yuqorisidan o'tadi (25.4-rasm). Real protsessning oxirgi nuqtasi S_1 nazariy protsessga tegishli bo'lgan $\phi = \text{const}$ chiziqda yotadi. VS_1 chiziqni tuzish uchun (14.14) va (25.6)



tenglamalarini o'zaro solishtirib, quyidagi ifodani olamiz:

$$\Delta = \frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_1} \quad (25.8)$$

25.4-rasm. Nazariy quritkichni grafik usulda hisoblash ($\Delta > 0$).

Bu ifoda, agar Δ ning qiymati ma'lum bo'lsa, VS_1 chiziqning o'rnini topishga yordam beradi. Buning uchun VS chiziqning ustida ixtiyoriy olingan e nuqtadan eF gorizont va eE vertikal chizig'ini o'tkazamiz. S nuqtadan G_1G vertikal chiziqni to VS chiziqning davomi bilan G nuqtada kesishguncha davom ettiramiz. BEe va VS_1G ; FBe va DBG uchburchaklarning o'xshashligidan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\frac{C_1G}{Ee} = \frac{DG}{eF} ,$$

biroq $S_1G = (I_2 - I_1) M_i$ va $DG = (x_2 - x_1) M_x$;

bu yerda M_i va M_x – entalpiya va namlik saqlashning masshtablari.

Bu tenglamadan quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\frac{(I_2 - I_1) M_i}{Ee} = \frac{(x_2 - x_1) \cdot M_x}{eF} .$$

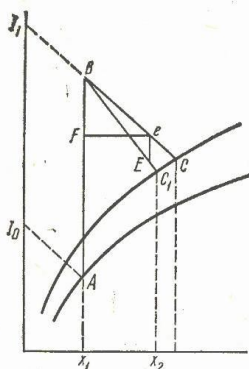
yoki

$$Ee = \frac{(I_2 - I_1) \cdot M_i}{(x_2 - x_1) \cdot M_x} \cdot eF = \frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_1} eF \cdot n ,$$

bu yerda $n = \frac{M_i}{M_x}$; biroq $\frac{I_2 - I_1}{x_2 - x_1} = \Delta$, natijada $Ee = \Delta n F \cdot e$.

(25.9)

SHunday qilib, $\Delta > 0$ bo'lgan sharoitda VS_1 chiziqning hosil qilishni ko'rib chiqamiz. Quritishning berilgan shartlari bo'yicha avval nazariy quritish chizig'ini tuzamiz. VS chiziqda olingan e nuqtadan eF kesmasini o'tkazamiz. eF kesmaning uzunligini (mm hisobida) o'lchaymiz va (25.9) formula bo'yicha eF kesmaning uzunligini (mm hisobida) aniqlaymiz. eE kesmaning qiymatini diagrammaga joylashtiramiz, so'ngra V va eE nuqtalar orqali real quritkich chizig'ini o'tkazamiz.



25.5-rasm. Haqiqiy quritkichni foydalaniladi. grafik usulda hisoblash ($\Delta < 0$).

Agar $\Delta > 0$ bo'lsa, ya'ni quritkichda issiqlikning yo'qolishi mavjud bo'lsa, real quritkichning chizig'ini tuzish oldingi misoldan (ya'ni $\Delta > 0$ bo'lgandagidan) farq qilmaydi. Faqat eE kesma nuqtadan pastga qarab chiziladi. $\Delta > 0$ bo'lgan sharoit uchun real quritkichda protsessni o'tkazish 25.10-rasmda ko'rsatilgan.

Havo va issiqlikning solishtirma sarflarini topishda (25.1) va (25.2) tenglamalardan

4-ilova

Ma'ruzani mustahkamlash uchun savollar beradi

1. Quritish qurilmasini tuzilishini tushuntirib bering.
2. Real quritkichning moddiy va issiqlik balanslari.
3. Issiqlikning kirishi.

4. Issiqlikning sarflanishi.
5. Real quritkichdagi protsessni diogrammasi
6. Havo va issiqlikning sarflarini topish.
7. Materialning muvozanat namligi.
8. Namlikning yuzadan bug'lanishi.
9. Namlikni material ichida siljishi.
10. Quritish protsessi tezligi qachon kamayadi.
11. Quritishning tezligi va davrlari.

5-ilova

Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi

1. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining asosiy jarayon va qurilmalarini xisoblash va loyixalash. O'quv qo'llanma. Toshkent – 2000 y.
2. Kavetsskiy G.D., Vasil'ev B.V. «Protsessy i apparaty ximicheskoy texnologii». – M. Kolos. 1999g.
3. Borsh I.M., Vosnesenskiy V.A. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» – Kiev «Oliy maktab» 2001 y.
4. Maxkamov S.M., Turobov M.T. «Apparatlar va jarayonlar qurilish materiallarni texnologiyasida» fanidan kurs loyihasini bajarishga uslubiy qo'llanma.
5. Burov Yu.S. «Texnologiya stroitel'nykh materialov i izdeliy» M. 1972g.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI.

NAMANGAN MUXANDISLIK QURILISH INSTITUTI
«QURILISH MATERIALLARI VA BUYUMLARI» kafedresi

«Qurilish materialla
fanidan



»paratlar »

AMALIY
MASHG'ULOTLAR UCHUN

USLUBIY KO'RSATMA

*5340500 «Qurilish materiallari va buyumlari»,
bakalavr ta'lim yo'nalishi uchun*

Namangan -2022 y

Qurilish materiallari texnologiyasida jarayon apparatlar fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatma **5340500 – Qurilish materiallari, buyumlari va konstuktsiyalarini ishlab chiqarish** ta'lim yo'nalishi uchun mo'ljallangan.

Mualliflar

dots.B.Dedaxanov
O'qituvchi B Sharopov

Taqrizchi:

D.I.Alimdjanova
Toshkent kimyo
texnologiyalari
instituti dotsenti

Uslubiy ko'rsatma **«Qurilish materiallari, buyumlari va konstuktsiyalarini ishlab chiqarish»** kafedrasining 20___yil №__sonli yig'ilishida muhokama qilingan va institut ilmiy – metodik kengashiga ko'rib chiqish uchun tavsiya qilingan.

Institut ilmiy – metodik kengashining 20___yil___dagi № __sonli yig'ilishida ko'rib chiqilgan va foydalanish uchun tavsiya qilingan.

1-mavzu: Tinch xolda turgan suyuqlikning xarakteristikalari.

Reja:

1. Hidrostatik bosim.
2. Suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar

Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi asosiy kuchlardan biri gidrostatik bosimdir. Uni tushuntirish (plakat asosida). Gidrostatik bosim deb yuzaga ta'sir qiluvchi kuchga aytiladi:

$$R_{sf} = \frac{F}{S} \left[\frac{N}{m^2} \right] \quad (1)$$

$$R = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{F}{S} \quad (2)$$

Bu yerda P-bosim, F-yuzaga ta'sir etuvchi kuch, S-yuza.

Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari

1. Solishtirma og'irlik. Suyuqlikning xajm birligiga teng miqdorining og'irligi suyuqlikning solishtirma og'irligi deyiladi:

$$\gamma = \frac{G}{V} \left[\frac{N}{m^3} \right] \quad (3)$$

Bu yerda G-og'irlik, V –xajm.

Solishtirma og'irlik xajmi avvaldan ma'lum bo'lgan turli idishlardan suyuqliklarini og'irliklarini o'lchash bilan yoki arsometrar yordamida aniqlanadi. Solishtirma og'irlik bosim va temperaturalarga bog'liq bo'lib, ular o'rtasidagi munosabat ideal gazlar uchun quyidag icha

$$\gamma = \frac{R}{RT}; \quad (4)$$

R-gaz doimiysi, R-bosim, T-temperatura.

2. Solishtirma xajm. Suyuqlikning og'irlik birligidagi miqdorining xajmi solishtirma xajm deyiladi va xajmni og'irlikka bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$\vartheta = \frac{V}{G} \left[\frac{m^3}{N} \right] \quad (5)$$

$$\vartheta = \frac{1}{\rho}; \quad P\vartheta$$

3. Zichlik. Suyuqlikning xajm birligiga to'g'ri kelgan tinch xolatdagi massasi uning zichligi deb ataladi:

$$\rho = \frac{M}{V}; \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

4. Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi. Suyuqlikning xarorati o'zgarishi bilan xajmi o'zgarish suyuqlikning issiqlikdan kengayishi deyiladi va temperatura koeffitsienti bilan ifodalanadi.

$$\beta = \frac{1}{V_{ts}} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} \left[\frac{1}{grad} \right]$$

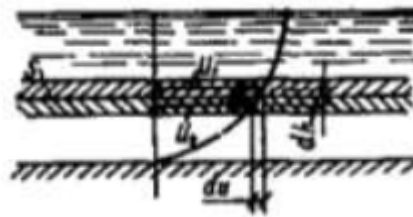
$$\Delta t = t - 1 \quad \Delta V = V - V_{ts}$$

5. Suyuqliklarning siqilishi. Suyuqlikning siqilishini xisobga oli uchun xajmiy siqilish koeffitsent degan tushuncha kiritiladi. Birlik xajmidagi suyuqlikning bosimini bir birlikka oshirganda kamaygan miqdori xajmiy siqilish koeffitsenti deyiladi.

$$\beta_\rho = \frac{1}{V_{ts}} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta \rho} \left[\frac{m^3}{N} \right] \left[\frac{1}{Pa} \right] \quad \Delta V - o'zgargan xajm.$$

$$\Delta \rho = \rho - \rho_\beta$$

6. Suyuqlikning qovushqoqligi. Suyuqlikning qovushqoqlik xossasi suyuqlik xarakatga kelgan paytda namayon bo'ladi.



1-rasm. Suyuqlik yopishqoqligi

Suyuqlikning qovushqoqligi deb uning zarrachalari o'zaro nisbiy siljishlariga qarshilik ko'rsatish qobiliyatiga aytiladi (plakattan tushuntiriladi)

$$T = \pm S \mu \frac{du}{dy}$$

$$\tau = \frac{T}{S} = \mu \frac{du}{dy} \quad [PaS]$$

$$\mu = \tau \frac{du}{dy}$$

$$1 \text{ Pas} = 0,102 \frac{kg \cdot s}{m^2} = 10 \text{ Puaz}$$

μ -qovushqoqlikning dinamik koeffitsenti; $\mu = \nu \cdot \rho$

$\nu = \frac{\mu}{\rho}$ -qovushqoqlikning kinematik koeffitsenti

$$1 \text{ st} = 1 \frac{1 \text{ sm}^2}{\text{S}} = \frac{\nu - [St] - \text{stoks}}{s} = \frac{1,10^{-4} \text{ m}^2}{s} : 1 \text{ st} = 100 \text{ sst} \quad (10)$$

Nazorat uchun savollar.

1. Hidravlika nimani o'rganadi.
2. Hidravlikaning tarixiy rivojlanishi.
3. Hidromashinalar va gidropnevmayuritmalar faning tutgan o'rni.
4. Suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar
5. Suyuqliklarda bosim

6. Suyuqlikning solishtirma og'irligi, zichligi?
7. Suyuqlikning issiqlikdan kengayishi.
8. Suyuqliklarning siqiluvchanligi
9. Suyuqliklarning qovushqoqligi

2-mavzu: Suyuqlikning xarakati, tezlik va sarfini aniqlash

Reja:

1. Suyuqliklarning xarakati
2. Reynol'ds tajribasi.

Tabiatda suyuqliklarning xarakati ikki xil tartibda bo'ladi:

- a) *laminar xarakat*;
- b) turbulent xarakat

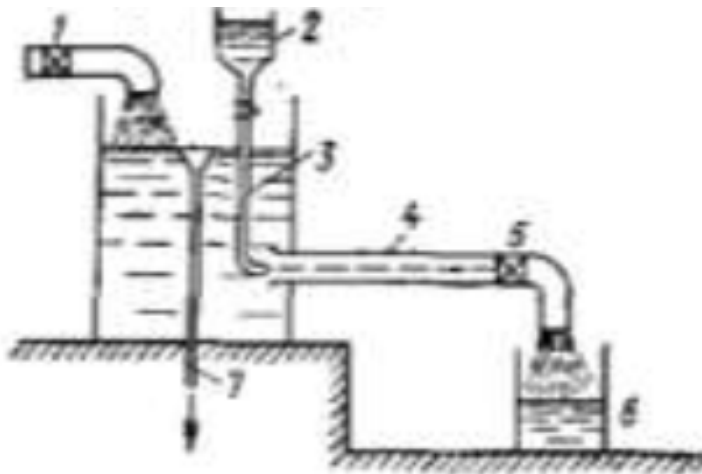
Laminar xarakatda suyuqlik oqimli alohida qatlam bo'lib xarakat qiladi yoki suyuqlik zarrachalarining xarakat troektoriyalari o'zaro kesishmaydi ("lamina"-so'zi lotincha qatlam demakdir).

Turbulent xarakatda suyuqlikning alohida oqimchali xarakat buziladi, barcha oqimchalar o'zaro aralashib ketadi ("turbulentus"-suzi lotincha uyurmali demakdir).

1983 yilda ingliz fizigi Osbori Reynol'de tabiatda suyuqliklarning ikki xil tartibida xarakatlanishini ko'rsatuvchi tajribasining natijasini o'zining asarida namoyon etdi.

Reynol'dsning o'z tadqiqotida qo'llagan qurilmasi hozirgi davricha suyuqlikning ikki xil xarakat tartibini namoish qilishda qo'llaniladi. (Reynol'ds qurilmasi plakatdan va laboratoriya qurilmasida tushuntiriladi).

Reynol'ds tajribasida uncha katta bo'lmagan tezlikda shisha trubada rangli suyuqlik alohida qatlam bo'lib harakat qiladi. Asta-sekin tezlik oshishi bilan rangli suyuqlik shisha trubadagi suyuqlikda to'lqinlana boshlaydi, tezlikning oshira borsak ran butun shisha truba bo'ylab qoplanadi. Biz ko'rgan birinchi xol laminar xarakat, ikkinchi laminardan trubolentga o'tish oralig'i, uchunchisi esa turbulent xarakat bo'ladi.



1-rasm. Reynol'ds qurilmasi.

Reynol'ds soni va kritik tezlik

Reynol'ds o'zining tajribasining analiz qilib quyidagi o'lchovsiz kriteriyasini kiritdi:

$$Re = \frac{Vd}{\nu} \quad (1)$$

bu yerda V –suyuqlikning o'rtacha tezligi;

d -trubaning ichki diametri;

ν - suyuqlikning kinematik yopishqoqlik koeffitsenti.

(1) dan ko'rinyapdiki Reynol'ds soni suyuqlikning xarakat tezligiga, truba diametriga va suyuqlik trubaga bog'liq ekan. Reynol'ds soni ma'lum qiymatidan kichik bo'lsa suyuqlik xarakati laminar, katta bo'lsa turbulent bo'ladi. Bu qiymat kritik Reynol'ds soni deyiladi bu 2320 teng deb olingan $Re_{kr} = 2320$

Tajriba va (1) formuladan ko'rinadiki truba diametri va suyuqlik yopishqoqligi o'zgarish bo'lganda, suyuqlikning o'zgarishi bilan turdan ikkinchisiga almashinadi. Bu suyuqlik xarakat tartibini almashtirgan tezlik kritik tezlik deyiladi:

$$V_{kr} = \frac{\nu Re_{kr}}{d} \quad (2)$$

(2) Formula ko'pincha quyidagicha yoziladi:

$$Re_{kr} = \frac{V_{kr}d}{\nu} \quad (3)$$

$$V_{kr} = \frac{2320 \cdot \nu}{d} \quad (4)$$

Truba diametri o'rnida gidravlik radius oladigan bo'lsak: $R = \frac{w}{x}$

TSilindrik truba uchun $R = \frac{\pi d^2}{4} : \pi d = \frac{d}{4}$ yoki $d = 4R$

$$\text{u xolda } V_{kr} = \frac{2320 \cdot \nu}{d} = \frac{2320 \cdot \nu}{4R} = \frac{580 \cdot \nu}{R}$$

Agar $Re \leq 2320$ bo'lsa laminar xarakat $Re > 2320$ bo'lsa turbulent xarakat $2320 < Re < 100000$ bo'lgan oraliq kvadratik qarshilik sohagacha bo'lgan oraliq deyiladi.

Agar $Re > 100000$ bo'lsa –bu oraliq kvadratik qarshilik sohasi deyiladi. Notsilindrik trubalar Iva o'zanlarda Reynol'ds soni quyidagicha o'lchanadi.

$$Re = \frac{V d_{ekv}}{\nu} = \frac{4VR}{\nu} d_{ekv} \text{-ekivalent diametr, } d_{ekv} = 4R: R\text{-gidravlik radius}$$

Nazorat uchun savollar:

1. Mexanik modellashtirish.
2. Matematik modellashtirish
3. Gidrodinamik o'xshashlik kriteriyasi.
4. Suyuqlikning laminar xarakati.
5. Suyuqlikning trubulent harakati.
6. Reynol'ds soni.

7. Kritik tezlik.
8. Modellastirish nima va uning turlari.
9. Suyuqlikning xarakat tartibi.
10. Laminar xarakat tartibi.
11. Turbulent xarakat qanday bo'ladi.
12. Reynol'ds soni va kritik tezlik qanday topiladisiy turlari .

3- mavzu: Porshinli nasoslarni xisoblash

Reja:

1. Nasos turlari.
2. Markazdan qochma nasos.

Kimyo va oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyalarida ishlatiladigan nasoslarning asosiy turlari: markazdan qochma, porshenli va propellerli (o'qli) nasoslardir.

Bu tipdagi qurilmalarni loyihalashda belgilangan sarfda suyuqlikni nasos yordamida uzatish uchun zarur napor va quvvatni aniqlash masalasini yechish kerak. Ushbu, ya'ni napor va quvvat topilgandan so'ng aniq bir nasos tanlanadi.

Suyuqlikni uzatish uchun sarflanayotgan foydali quvvat quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N_f = \rho \cdot gHQ \quad (1)$$

bu yerda Q -suyuqlik sarfi, m^3/c : H nasos napori, m

Nasosning o'qidagi quvvat quyidagi tenglama bilan topiladi:

$$N_s = \frac{N_f}{\eta_n} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{\eta_n} \quad (2)$$

Nasosning napori esa ushbu formula yordamida hisoblanadi:

$$N = \frac{r_2 - r_1}{\rho \cdot g} \cdot H_g + h_{yo'q} \quad (3)$$

bu yerda r_2, r_1 suyuqlikning nasosga kirishidagi va chiqishidagi bosimi, Pa; H_g suyuqlikni geometrik ko'tarilish balandligi m; $h_{yo'q}$ -so'rish va xaydash trubalaridagi yo'qotilishlarning yig'indisi, m.

Dvigatel' iste'mol qiladigan quvvat nasos o'qidagi quvvatdan ortiqroq bo'ladi, chunki quvvatning bir qismi elektr dvigatel'ning o'qidagi va elektr dvigatel'dan mexanik energiya nasosga berilayotganda sarf bo'ladi,

$$N_{dv} = \frac{N_c}{\eta_{dv}\eta_{uz}} = \frac{N_f}{\eta_n\eta_{dv}\eta_{uz}} \quad (4)$$

Agarda nasosning f.i.k. noma'lum bo'lsa, unda quyidagi berilayotgan taxminiy f.i.k. son qiymatlari bilan ish tutsa bo'ladi:

Nasos	Markazdan qochma	propellerli	porshenli
f.i.k.	0.4-0.7(kichik va o'rta sarf)	0,7-0,9	0,65-0,85
f.i.k.	0,7-0,9 (katta sarfli)		

Agarda dvigatelning f.i.k. no'malum bo'lsa, nominal quvvatiga qarab f.i.k ni tanlasa bo'ladi:

N_{dv}	0,4 ÷ 1	1 ÷ 3	3 ÷ 10	10 ÷ 30	30 ÷ 100	100 ÷ 200
kVt						
η_{dv}	0,7 ÷ 0,78	0,78 ÷ 0,83	0,83 ÷ 0,87	0,87 ÷ 0,9	0,9 ÷ 0,92	0,92 ÷ 0,94

Agarda $N_{dv} > 200$ kVt bo'lsa, dvigatel f.i.k. 0,94 ga teng bo'ladi

Texnologik sxemaga nasosni o'rnatish paytida shuni nazarda tutish kerakki, surish balandligi quyidagi formuladan olingan son qiymatidan katta bo'lishi mumkin emas:

$$N_c \leq \frac{p_1}{\rho g} - \left(\frac{\rho}{\rho g} + \frac{w_c^2}{2g} + h_{c_{yo'q}} + h_{zax} \right)$$

Bu yerda p_1 ishchi temperaturada uzatilayotgan suyuqlikning to'yingan bug'i bosimi, Pa; w_c surish trubasidagi suyuqlikning tezligi, m/s; $h_{c_{yo'q}}$ so'rish trubasida naporning yo'qotilishi, m; h_{zax} kavitatsiya hodisasini bartaraf qilish uchun napor zahirasi, m.

Markazdan qochma nasoslar uchun

$$h_{zax} = 0,3 \cdot (Q \cdot n^2)^{2,3}$$

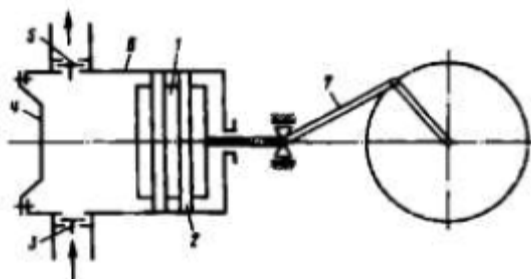
bu yerda n valning aylanish chastotasi, s^{-1}

Porshenli nasoslar uchun

$$h = 1,2 \cdot \frac{l}{g} \cdot \frac{f_1}{f_2} \cdot \frac{u^2}{r}$$

bu yerda l — so'rish trubasidagi suyuqlikning balandligi, m; f_1 va f_2 porshen va trubalarning ko'ndalang kesim yuzasi m^2 ; u aylanishning doira bo'ylab tezligi, s^{-1} ; r — krivoship radiusi, m.

Porshenli nasoslar plunjer yoki porshenni tsilindrda ilgarlama qaytma harakati yordamida suyuqlikni siqib chiqarish printsipiga asoslangan. Porshenni o'ng tomonga qilgan harakatidan keyin, tsilindrning chap qismida havoni siyraklanishi sodir bo'lib so'rish klapani ochiladi va so'rish quvuri orqali suyuqlik tsilindrda tortib olinadi. Porshen chap surilganda so'rish klapani berkilib, uzatish klapani ochiladi va suyuqlik haydash quvuri orqali uzatila boshlaydi.



1-rasm. Bir tomonlama harakatlanuvchi, gorizontal porshenli nasos sxemasi

Porshen krivoship-shatunli mexanizm yordamida harakatga keltiriladi Porshen tsilindrda zichlovchi halqalar yordamida siqib turiladi. Porshenli nasoslar uzatmasi turiga qarab, bevosita ulanuvchi va uzatmali bo'ladi.

Bevosita ulangan nasoslar bug' nasoslar yordamida harakatlanadi, bunda nasos porshen bilan bitta shtokda joylashgan bo'ladi. Uzatmali nasoslar elektr yuritkich

yordamida harakatga keltiriladi. Nasoslar krivoship aylanish chastotasiga qarab, sekin aylanadigan ($n = 45 \dots 60 \text{ min}^{-1}$), o'rtacha ($n = 60 \dots 120 \text{ min}^{-1}$) va tez aylanadigan ($n = 120 \dots 180 \text{ min}^{-1}$)larga bo'linadi.

Porshenli nasta'sir eoslar vertikal va gorizontal bo'lishi mumkin.

Yuqori bosimli nasoslar 100 Mpa gacha bo'lgan bosimni ta'minlab bersa, yuqori mahsuldorlik nasos esa, soatiga 60 m^3 suyuqlik haydab beradi.

Porshenli nasoslar uchun so'rish va uzatish jarayoni davriy bo'lib, suyuqlikni uzatish bir tekis amalga oshmaydi.

Notekis uzatishni bartaraf etish uchun ko'p tomonlama ta'sir etuvchi nasoslar qo'llaniladi.

Nazorat uchun savollar

1. Porshenli nasoslar turlari
2. Porshenli nasoslar plunjer

4-mavzu:Kompressor va uning ishlash prinsiplari

Reja:

1. Kompressor turlari
2. Kompressor va uning ishlash prinsiplari

Kompressor - bu siqilgan havo yoki gazni pompalash uchun mo'ljallangan qurilma. Pnevmatik vositaning ishlashini, sovutish moslamasining yopiq zanjirda aylanishini va bosimni turli idishlarga quyilishini ta'minlash uchun ishlatiladi. Ushbu uskuna tibbiyotda, sanoatda va uy xo'jaligida keng qo'llaniladi. Uning mavjudligi sizga keng ko'lamli harakatlarni amalga oshirishga imkon beradi.

Tuzulishi va tarkibiy qismlari:



Компрессор - bu avtomatik rejimda ishlaydigan havo pompasi. Havoni yoki gazni haddan tashqari bosim bilan ta'minlaydi. Qurilma elektr motoridan yoki ichki yonish dvigatelidan ishlashi mumkin. Superchargerning dizayni ko'pincha nafaqat nasosni, balki nasos bosimi uchun maxsus metall qabul qiluvchini ham o'z ichiga oladi.

Printsipiga ko'ra qurilma quyidagicha bo'lishi mumkin:

- **Vintli**
- **Pistonli(Porshen)**
- **Membranali**

Shuningdek, havoni pompalaydigan yana bir nechta texnologik turlar mavjud, ammo ular ishlab chiqarishning yuqori narxi yoki past samaradorlik tufayli kamdan-kam hollarda qo'llaniladi.

Vintli

Vint - bu sanoat ob'ektlarida ishlatiladigan qimmat tuzilma. Go'sht maydalagich vintining printsipti bo'yicha havo yoki boshqa gazni tortib oladigan maxsus vintga asoslanadi. Havoni yanada samarali olish uchun u puflagich ichidagi moy bilan aralashiriladi. Olingan aralashma bosim ostida etkazib beriladi, shundan so'ng u filtrlanadi va tozalangan havo uskunaga beriladi. Kimyoviy va farmakologik sohalarda, shuningdek, mikropartikullarsiz toza havo muhim bo'lgan stomatologik

klinikalarda ishlatiladigan



q
yog'li tuzilmalar mavjud.

immat

Vintli konstruksiyasi juda ishonchli, ammo buzilish bo'lsa, ta'mirlash xarajatlari jihozning o'zi narxining yarmiga yetishi mumkin. Qurilma bunday kamchilikka ega bo'lsa-da, ammo uning afzalliklari juda katta:

- Kam shovqin.
- Minimal issiqlik.
- Samaradorlik deyarli 98% ga yetadi.
- Kam quvvat sarfi.

Pistonli(Porshen)

Piston dizayni yanada arzonroq, shuning uchun aksariyat kompressorlar aniq uning printsiipi bo'yicha ishlab chiqariladi. Bu dvigatel bo'lib, porshen aylanganda, oqimni siqish xonasiga singdiradi va keyinchalik kontaktlarning zanglashiga olib boradi. Qabul qilish joyida joylashgan maxsus valf havо kirishni kirish orqali oldini oladi. Pistonli qurilmalar kamroq ishonchli, ammo sotib olish va ularga xizmat



emas



Agar biz pistonli dizaynini vintli bilan solishtirsak, u har jihatdan yo'qotadi, hajmi va narxi bundan mustasno. Shuni ta'kidlash kerakki, bu ikki tur orasidagi narx farqi shunchalik kattaki, piston varianti uning kamchiliklariga qaramay tanlanadi:

- Shovqin darajasi yuqori.

- Kam samaradorlik.
- Doimiy qizib ketish.
- Ish joyida tebranish.
- Tez-tez uzilishlar.

Membranali

Membranali kompressor, dastlabki ikki turdan farqli o'laroq, sanoat korxonalarida turli xil gazlar bilan ishlashda ishlatiladi. Kundalik hayotda bunday dizaynni sovutish moslamalarida va mini-havo cho'tkalarida topish mumkin. Sotuvda juda kamdan-kam hollarda ushbu turdagi oddiy uy zaryadlovchi qurilmalarini ko'rishingiz mumkin. Ularning harakatlar printsipi shundan iboratki, dvigatelning tebranish harakati natijasida gazlarni siqib chiqaradigan va dekompressiyalashadigan, egiluvchan membranalar chayqalib, ularning yuqori bosim ostida uzatilishini ta'minlaydi. Ushbu dizayn juda muvaffaqiyatli. Bu bir qator afzalliklarga ega:

- Ixcham o'lcham.
- Yuqori bosimni yaratish.
- Mexanik qattiq moddalar aralashmasini qo'shmaslik.
- Texnik xizmat soddaligi
- Gaz isini oldini olish uchun mustahkam korpus.



Ushbu afzalliklarga qaramay, ushbu tur, garchi murakkab va qimmat bo'lmasa-da, membranani vaqti-vaqti bilan almashtirishni talab qiladi, bu esa moslashuvchanlikni yo'qotadi, ayniqsa agressiv gazlar bilan ishlaganda. Shuni ham ta'kidlash kerakki, sanoat mashinalari nisbatan kichik o'lchamlarga ega bo'lsa ham, ularning tanasi qalin devorli po'latdan yasalgan bo'lib, bu jihozlarning og'irligiga sezilarli ta'sir qiladi.



Maqsadga ko'ra compressor turlari

Kompressorlar nafaqat harakatlar printsipli, balki maqsadga muvofiqligi bilan ham farqlanadi. Ushbu mezonga ko'ra ular quyidagi turlarga bo'linadi.

- **Gazli**
- **Havoli**
- **Aylanma**

Gazli toza gazlarni va ularning aralashmalarini quyish uchun ishlatiladi. Ular ballonlarni kislorod, vodorod va boshqa moddalar bilan to'ldirish uchun gaz quyish shoxobchalarida o'rnatiladi. Ular havo bilan ishlash uchun mo'ljallanmagan va ba'zi bir portlovchi gazlar bilan ishlashda xavfli bo'lishi mumkin bo'lgan elektr uchqunining paydo bo'lishiga to'sqinlik qiluvchi maxsus dizaynga ega.

Havo kompressori eng keng tarqalgan. Buni avtomobillarni ta'mirlash ustaxonalarida va shinomontajda topish mumkin. Bu avtomobil g'ildiraklarini xavo bilan ta'minlaydigan, shuningdek, rasmlarni bo'yash uchun ishlatiladigan purkagichga siqilgan havoni etkazib beradigan uskuna. Quruvchilar va avtomexaniklar tomonidan ishlatiladigan pnevmatik vositalar havo zaryadlovchisidan ishlaydi.

Aylanma kompressorlar tor maqsadga mo'ljallangan turli xil bo'lib, ularning asosiy vazifasi havo yoki gazni yopiq kontur bo'yicha uzluksiz ta'minlashdir. Bunday qurilmada xavo baki yo'q. Ko'pincha, bunday qurilmalar sovutish uskunalarida freon yoki boshqa sovutish moslamasini aylantirish uchun ishlatiladi. Ko'pincha ushbu maqsadlar uchun membran dizayni qo'llaniladi.

Uy yoki ish uchun qaysi kompressorni tanlash

Uy sharoitida foydalanish uchun, avtoulavlarni ta'mirlash ustaxonalarida yoki qurilish muammolarini hal qilish uchun, asosan, saqlash qabul qilgichli havo pistonli kompressorlar tanlanadi. Ular chidamlilik jihatidan po'lat konstruktsiyalardan past bo'lishiga qaramay, ular nisbatan arzon va engil. Xususiyl maqsadlar uchun

ishlatiladigan modellarning aksariyati osonginaavtomobil tanasiga joylashtirilishi mumkin.



Kompressorni tanlashda uning ishlash xususiyatlariga e'tibor berish kerak:

- Xavo sig' imiga
- Samaradorlik
- Quvvati

- Bosim
- Shovqin darajasi

Xavo sig'imi hajmiga kelsak, u qurilmaning ishlatilishiga qarab alohida tanlanadi. Agar uskuna faqat g'ildiraklarni haydash va oddiy nodir bo'yoq ishlari uchun ishlatilishi rejalashtirilgan bo'lsa, unda 24 litr sig'im yetarli bo'ladi. Agar kompressor katta hajmdagi bo'yash ishlari uchun professional ravishda ishlatilsa, berilgan bosimni ushlab turish juda muhim bo'lsa, 50 l va undan yuqori bo'lgan xavo baki bilan jihozlarni tanlash yaxshidir. Ushbu qoida pnevmatik qurilish yoki sanitariya-tesisat uskunalarini ulash uchun amal qiladi. Aks holda, bir necha soniya ishlagandan so'ng bakdan nasos tomonidan to'plangan havo chiqadi, bu faqat asbob uchun zarur bo'lgan bosimni tiklaganingizdan so'ng ishlashni davom ettirishga imkon beradi.



Muhim omil - bu samaradorlik. Agar u baland bo'lsa, unda hatto kichik sg'imli agregat ham professional vazifalarni bajarish uchun juda mos keladi. Qulay ishlashi uchun 150 l / min dan past uskunani olmang.

Kompressor qanchalik kuchli bo'lsa, shuncha yaxshi bo'ladi. Shuni yodda tutish kerakki, ushbu ko'rsatkichning oshishi bilan shovqin darajasi ham oshadi. Uy qurilmasi uchun eng maqbul quvvat 1,5 kVt. Agar xavo sig'im hajmi 50 litr va undan ko'p bo'lsa va asbob-uskunalar professional vazifalarni bajarish uchun ishlatilsa, 2-2,5 kVt quvvatga ega qurilmaga ustunlik berish yaxshidir. Albatta, bu ortiqcha mahsuldor bo'lmaydi, lekin narx va samaradorlik nisbati bo'yicha bu variant maqbuldir.

Bosimga kelsak, uy kompressorlarining aksariyati 8 barni pompalayapti. Bu deyarli har qanday vazifani bajarish uchun etarli. Masalan, kompressorni bo'yoq uchun ishlatish uchun, chiqish bosimi 4-6 bargacha o'rnatiladi, pnevmatik vositalar uchun ham xuddi shunday. Xo'sh, agar siz ushbu qurilmani faqat g'ildiraklarni haydash uchun ishlatsangiz, unda yo'lovchilar tashish uchun bosimni 3 bargacha ko'tarish imkoniyati bo'lgan kompressor kifoya qiladi. Bundan tashqari, tanlashda, qurilma qanchalik

kuchli bo'lsa, shunchalik balandroq, balandroq va og'irroq bo'lishiga e'tibor berish kerak. Xaridni amalga oshirayotganda, siz ishlashni ta'qib qilmasligingiz kerak, aks holda jihoz oldida turgan maqsadlarga tayanishingiz kerak.

Bosimga ko'ra ular quyidagilarni ajratadilar:

Vakuum kompressorlari, gaz puflagichlari - atmosferadan past yoki undan yuqori bosimli gazni so'radigan mashinalar. Puflagichlar va xavopuflagichlar, ventilyator singari, gaz oqimini yaratadilar, ammo ba'zida 200 kPa (2 atm) gacha 10-100 kPa (0,1 ... 1 atm) ortiqcha bosimga erishish imkoniyatini ta'minlaydi. Puflagichlar so'rish rejimida vakuum xosil qiladi, qoida tariqasida 10..50 kPa, ba'zi hollarda 90 kPa gacha va past vakuum nasosi sifatida ishlaydi ;

- ☼ 0,15 dan 1,2 MPa gacha bo'lgan bosimda gazni quyish uchun mo'ljallangan past bosimli kompressorlar;
- ☼ o'rta bosimli kompressorlar - 1,2 dan 10 MPa gacha;
- ☼ yuqori bosimli kompressorlar - 10 dan 100 MPa gacha.
- ☼ 100 MPa dan yuqori gazni siqish uchun mo'ljallangan ultra yuqori bosimli kompressorlar.

Kompressorning ishlash muddatini qanday uzaytirish mumkin

Uskunaning iloji boricha uzoq vaqt ishlashi uchun unga oddiy parvarish kerak. Avvalo, ish tugagandan so'ng qabul qiluvchini bosim ostida qoldirish tavsiya etilmaydi. Buning uchun AOK qilingan havoni puflang, bu gazli qistirmalar va kranlarning xizmat muddatini oshiradi.



Vahti-vaqti bilan, ayniqsa sovuq havoda, bug 'chiqadigan kondensatni to'kish uchun xavo bakining pastki qismidagi maxsus drenaj teshigini ochish kerak. Bu, ayniqsa, kompressor bo'yash uchun ishlatilsa juda muhimdir. Aks holda, havo bilan birga undan suv tomchilari chiqib ketadi. Xavo bakida namlik yo'qligi korroziyadan ishonchli himoya qiladi. Zanglagan mayda zarrachalar filtrlovchi uskunalarini tezda to'ldirib qo'yadi, bu esa ish

samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi Kondensatsiya sezilarli darajada oshganda, tebranish paytida bak ichida xarakterli siqilish ovozi hosil bo'ladi. Kompressorning saqlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadigan yana bir muhim omil - bu qizib ketish. Piston dizayni mukammal emas, shuning uchun qurilma ishlayotganda kuchli ishqalanish hosil bo'ladi, bu esa qurilmaning ishlaydigan qismlarini isitadi. Kuchli qizib ketish juda muhim bo'lishi mumkin, shuning uchun siz tanaffuslar bilan ish joyini almashtirishingiz kerak. Membran va vintli konstruktsiyalar sovuqqa sezgir, shuning uchun ularni nol haroratda yoqmaslik yaxshiroqdir.

Maqolani internet ma'lumotlari asosida **Atham Mirsodiqov** tayyorladi.

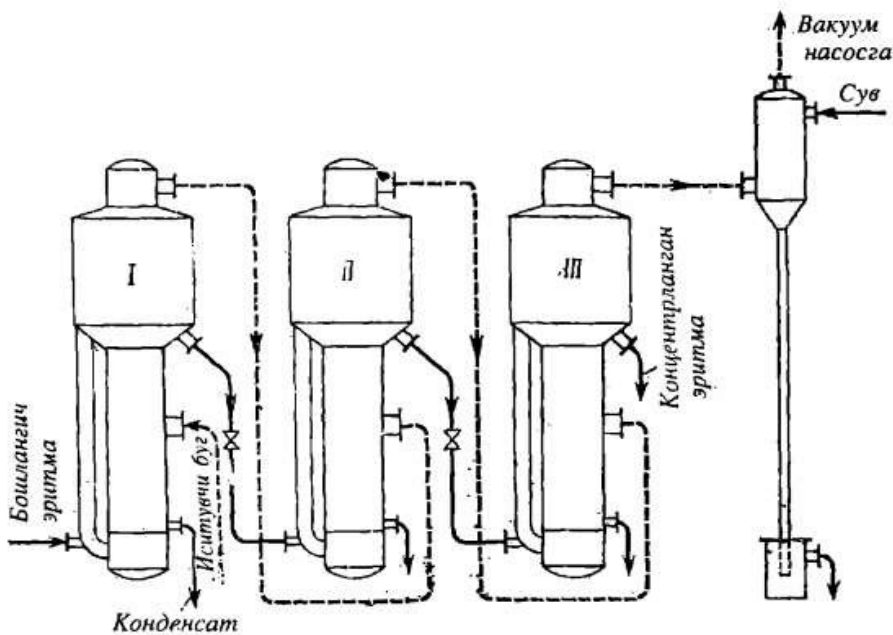


5-mavzu: Modda almashish jarayonining xisoblash.

Reja:

1. Modda almashish
2. Uch korpusli bug'latish qurilmasini xisoblash

Masala: NaNO_3 ning 12% li suvli eritmasining 5 t/soat sarfda kontsentratsiyalash uchun uch korpusli tabiiy tsirkulyatsiya qurilmasi hichoblab chiqilsin (rasm 1). Eritmaning oxirgi kontsentratsiyasi 40% (mass.). Bug'lanish qurilmasida qaynash



temperaturasi isitilgan eritma bug'latish uchun uzatiladi. To'yingan isituvchi suv bug'ining absolyut bosimi $4 \text{ kg} \cdot \text{k} / \text{sm}^2$ ga tengdir

1-rasm. Uch korpusli bug'latish qurilmasining sxemasi.

Echish:

1) Uchala qurilmalarda bug'lanayotgan erituvchining umumiy miqdori:

$$W = G \cdot \left(1 - \frac{X_{bosh}}{X_{ox}}\right) = \frac{5000}{3600} \cdot \left(1 - \frac{12}{40}\right) = 3500 \frac{\text{kg}}{\text{ch}} = 0,97 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

2) Har bir korpusga yuklamani taqsimlash.

Nazariy tahlil va sanoatdagi ko'p yillik natijalar asosida, har bir korpusdagi ikkilamchi bug'ning miqdorini aniqlaymiz.

$$W_1 \quad W_2 \quad W_3 = 1,0 \quad 1,1 \quad 1,2$$

Xar bir korpusda xosil bo'lgan ikkilamchi bug' miqdorini topamiz:

$$\text{1-korpusda} \quad W_1 = \frac{3500 \cdot 1}{3600 \cdot (1 + 1,1 + 1,2)} = 0,295 \text{ kg/s}$$

$$\text{2-korpusda} \quad W_2 = \frac{3500 \cdot 1,1}{3600 \cdot (1 + 1,1 + 1,2)} = 0,324 \text{ kg/s}$$

$$\text{3-korpusda} \quad W_3 = \frac{3500 \cdot 1,2}{3600 \cdot (1 + 1,1 + 1,2)} = 0,351 \text{ kg/s}$$

$$\text{Jami:} \quad W = 0,97 \text{ kg/s}$$

3) Korpuslar bo'yicha eritmaning kontsentratsiyasini hisoblash eritmaning boshlang'ich kontsentratsiyasi x_{bosh} . Birinchi korpusdan ikkinchi kirayotgan eritmaning

miqdori:

$$G_1 = G_{bosh} - W_1 = \frac{5000}{3600} - 0,295 = 1,09 \text{ kg/s}$$

Konsentratsiyasi esa,

$$x_1 = \frac{G_{bosh} \cdot x_{bosh}}{G_{bosh} - x_{bosh}} = \frac{1,39 \cdot 12}{1,39 - 0,295} = 15,2\%$$

Ikkinchi korpusdan uchinchisiga kirayotgan eritma miqdori:

$$G_1 = G_{bosh} - W_1 - W_2 = 1,39 - 0,295 - 0,324 = 0,77 \text{ kg/s}$$

konsentratsiyasi esa,

$$x_1 = \frac{G_{bosh} \cdot x_{bosh}}{G_{bosh} - x_{bosh}} = \frac{1,39 \cdot 12}{1,39 - 0,295} = 15,2\%$$

Uchinchi korpusdan chiqayotgan eritma miqdori,

$$G_2 = G_{bosh} - W_1 - W_2 = 1,39 - 0,295 - 0,324 = 0,77 \text{ kg/s}$$

konsentratsiyasi esa,

$$x_1 = \frac{1,39 \cdot 12}{0,77} = 21,6\%$$

4) Korpuslar bo'yicha isituvchi bug' bosimining taqsimlanishi.

Birinchi korpus va barometrik kondensatorlardagi isituvchi bug' bosimlarining farqi.

$$\Delta r = 4,0 - 0,2 = 3,8 \text{ kgk/sm}^2$$

Dastlab, ushbu bosimlar farqini korpusla o'rtasida barobar taqsimlaymiz, ya'ni

$$\Delta r = \frac{3,8}{3} = 1,27 \text{ kgk/sm}^2$$

Bunda korpusdagi absolyut bosim quyidagicha bo'ladi:

3-korpusda $r_3 = 0,2 \text{ kg} \cdot \text{k/sm}^2$ (berilgan)

2-korpusda $r_2 = 0,2 + 1,27 = 1,47 \text{ kg} \cdot \text{k/sm}^2$

1-korpusda $r_1 = 1,47 + 1,27 = 2,74 \text{ kg} \cdot \text{k/sm}^2$

Isituvchi bug' bosimi:

$$r = 2,74 + 1,27 = 4 \text{ kg} \cdot \text{k/sm}^2$$

Jadvaldan, korpuslarda qabul qilingan bosimlar uchun suvning to'yingan bug'i temperaturalari va solishtirma bug' hosil qilish issiqliklarini topamiz.

Korpuslar	To'yingan bug' temperaturasi, °S	Solishtirma bug' hosil qilish issiqligi
1-korpusda	129,4	2179
2-korpusda	110,1	2234
3-korpusda	59,7	2357
Isituvchi bug'	148	2241

Ushbu temperaturalar, korpuslar bo'yicha ikkilamchi bug'lar kondentsaiyalanish temperaturalari bo'ladi.

5. Korpuslar bo'yicha temperaturaning pasayishini hismoblash.

a) temperatura depressiyasidan.

Ilovadagi 21-jadvaldan atmosfera bosimida eritmalarni qaynash temperaturasi topiladi.

Korpuslar	NaNO_3 Konsentrlangan	Qaynash temperaturasi, °S	Depressiya, °S yoki K
-----------	-----------------------------------	------------------------------	--------------------------

1-korpusda	15.2	102	2,0
2-korpusda	21.6	103	3,0
3-korpusda	40.0	107	7,0

Uch korpus bo'yicha deprissiya

$$\Delta t_{\partial \text{ep}r} = 2 + 3 + 7 = 12^{\circ}\text{S}$$

b) Hidrostatik effekt deprissiyasi

20°C temperaturada NaNO_3 eritmaning zichligi tanlanadi

NaNO_3 kontsenratsiyasi, %	15,2	21,6	40,0
Zichlik, kg/m^3	1098	1156	1317

Trubalardagi eritmalarning optimal sathda qaynashini hisoblaymiz:

1-korpusda

$$N_{\text{opt}m} = [0,026 + 0,0014 \cdot (\rho_{\text{er}} - \rho_{\text{su}v})] \cdot N_{\text{mr}} =$$

$$= [0,026 + 0,0014 \cdot (1098 - 1000)] \cdot 4 = 1,589 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{ur}} = r + 0,5 \rho_{\text{er}} \pm H_{\text{opt}m} = 2,74 + \frac{0,5 \cdot 1098 \cdot 9,8 \cdot 1,589}{9 \cdot 10^4}$$

$$= 2,827 \text{ kgk}/\text{sm}^2$$

$$p_1 = 2,14 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2} \partial a \quad t_{\text{kay}} = 129,4^{\circ}\text{S}$$

$$p_1 = 2,827 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2} \partial a \quad t_{\text{kay}} = 130,6^{\circ}\text{S}$$

$$\Delta t_{g \text{ ef}} = 130,6 - 129,4 = 1,2^{\circ}\text{S}$$

2-korpusda

$$N_{\text{opt}m} = [0,026 + 0,0014 \cdot (1156 - 1000)] \cdot 4 = 1,91 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{ur}} = 1,47 + \frac{0,5 \cdot 1156 \cdot 9,8 \cdot 1,91}{9 \cdot 10^4} = 2,827 \text{ kgk}/\text{sm}^2$$

$$p_1 = 1,47 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2} \partial a \quad t_{\text{kay}} = 59,7^{\circ}\text{S}$$

$$p_1 = 1,580 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2} \partial a \quad t_{\text{kay}} = 112,3^{\circ}\text{S}$$

$$\Delta t_{g \text{ ef}} = 112,3 - 110,1 = 2,2^{\circ}\text{S}$$

3-korpusda

$$N_{\text{opt}m} = [0,026 + 0,0014 \cdot (1317 - 1000)] \cdot 4 = 2,81 \text{ m}$$

$$\rho_{\text{ur}} = 0,20 + \frac{0,5 \cdot 1317 \cdot 9,8 \cdot 2,81}{9 \cdot 10^4} = 0,385 \text{ kgk}/\text{sm}^2$$

$$p_1 = 0,20 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2} \partial a \quad t_{\text{kay}} = 59,7^{\circ}\text{S}$$

$$p_1 = 0,385 \frac{\text{kgk}}{\text{sm}^2} \partial a \quad t_{\text{kay}} = 74,4^{\circ}\text{S}$$

$$\Delta t_{g \text{ ef}} = 74,4 - 59,7 = 14,7^{\circ}\text{S}$$

Jami:

$$\sum \Delta t_{g \text{ ef}} = 1,2 + 2,2 + 14,7 = 18,1^{\circ}\text{S}$$

6-mavzu: Membranali jarayon

Reja:

1. Membrana orqali modda almashinish haqida umumiy tushuncha.
2. Membranalarning asosiy turlari

Xalq xo'jaligining ko'pchilik sohalarida suyuq va gazzimon aralashmalarni ajratish uchun haydash, rektifikatsiya, ekstraksiya, adsorbsiya va boshqa usullardan foydalaniladi. Biroq aralashmalarni ajratishda eng universal usul hisoblangan membranali usulni qo'llash yaxshi samara berishi mumkin. Bu usulning mohiyati yarim o'tkazuvchan membranalar orqali modda o'tkazish jarayonini tashkil etishdan iborat.

Hozirgi paytda membranali usul turli maqsadlar uchun ishlatilmoqda:

- 1) kimyo va neft kimyosi sanoatida-azeotrop aralashmalarni ajratish, eritmalarini tozalash va quyiqlashtirish, eritmalaridagi tarkibida kichik molekulali komponentlarni ushlagan yuqori molekulali birikmalarni tozalash yoki ajratib olish va hokazo;
- 2) biotexnologiya va tibbiyot sanoatida-biologik faol moddalar, voksinalar, fermentlar va shu kabi boshqa birikmalarni ajratish va tozalash;
- 3) oziq-ovqat sanoatida meva va sabzavot sharbatlari, sutni quyiqlashtirish, yuqori sifatli qandni olish va hokazo.

Membranali jarayonlar, ayniqsa suv va suvli eritmalarini qayta ishlash hamda oqava suvlarni tozalashda keng qo'llanilmoqda.

Keyingi yillari membranali jarayonlar gaz aralashmalarini ajratishda ham ishlatilmoqda. Masalan, avodan kislorodni ajratib olish, kislorod bilan to'yingan havoni olish, tabiiy gazdan geliy va SO_2 ni ajratib olish kabi jarayonlarga membranali usulni qo'llash yaxshi samara bermoqda. Sanoatning turli sohalarida qo'llanilayotgan ajratishning membranali usullari quyidagi turlarga bo'linadi: teskari osmos, ultrafiltrlash, mikrofiltrlash, dializ, elektrodializ, membrana orqali bug'latish, membranali distillash, elektroosmofiltrlash, membrana yordamida gazlarni ajratish. Ushbu jarayonlarning barchasida ajralayotgan aralashma yarim o'tkazuvchan membrana bilan kontaktda bo'ladi.

Harakatlantiruvchi kuchning turiga ko'ra membranali jarayonlar quyidagicha sinflanadi:

- 1) harakatlantiruvchi kuch sifatida bosim gradienti ishlatilganda *baro-membranal*i jarayonlar (teskari osmos, manofiltrlash, ultrafiltrlash, mikrofiltrlash);
- 2) harakatlantiruvchi kuch sifatida konsentratsiya gradienti qabul *qilinganda*. *Diffuzion-membranal*i jarayonlar (dializ, membrana orqali bug'lanish, membrana yordamida gazlarni ajratish va boshqalar);
- 3) harakatlantiruvchi kuch sifatida elektr potentsiali qo'llanilganda *elektromembranal*i jarayonlar (elektrodializ, elektroosmos va boshqalar);

4) harakatlantiruvchi kuch — harorat gradienti bo'lsa *termo-membranali jarayonlar* (membranali distillash va boshqalar).

Ba'zi bir membranali jarayonlarda ikki yoki uch xil harakatlantiruvchi kuchlar birga bo'lishi mumkin.

Membranadan o'tgan mahsulot *permeat* deb ataladi, ajralayotgan aralashmaning membrana oldida qolgan qismi *retant* (ayrim paytlarda konsentrat) deb yuritiladi.

Membranalarning asosiy turlari

Yarim o'tkazuvchan to'siqlar (membranalar) suyuq yoki gaz aralashmalari tarkibidagi tegishli komponentlarni o'tkazish qobiliyatiga ega bo'ladi. Membranalar quyidagi **asosiy talablarga javob** berishlari kerak: yuqori darajadagi ajratuvchanlik (tanlovchanlik); yuqori solishtirma ish unumi (o'tkazuvchanlik); ajralayotgan muhit ta'siriga kimyoviy bardoshlik ko'rsatish; mexanik jihatdan mustahkamlik; ishlatish paytida asosiy xossalarini o'zgartirmaslik.

Membranalarni tayyorlash uchun turli polimerlar (sellyulozaning asetatlari, poliamidlar, polisulfon va boshqalar), sopol, shisha, metallardan tayyorlangan falga va boshqa materiallar ishlatiladi. Mexanik

jihatdan mustahkamligi bo'yicha membranalar quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) zichlanuvchi (polimerdan tayyorlangan) membranalar;
- 2) qattiq strukturali membranalar;
- 3) g'ovakli membranalar;
- 4) g'ovaksiz (diffuzion) membranalar.

G'ovakli membranalar, ayniqsa teskari osmos, mikrofilmtrlash va ultrafilmtrlash jarayonlarida keng qo'llanilmoqda. Diffuzion membranalar odatda gazlar va suyuq aralashmalarni membrana orqali bug'latish va dializ usullari bilan ajratish uchun ishlatiladi. Diffuzion membranalarning amaliy jihatdan g'ovaklari bo'lmaydi. Bunday membranalardan erituvchi va erigan moddalar konsentratsiya gradienti (molekulyar diffuziya) ta'sirida o'tadi. Membranali qurilmaning turiga ko'ra, g'ovakli va diffuzion membranalar plastinaga o'xshash, quvursimon yoki ichi bo'sh tolalar (diametri 20-100 mkm, devorining qalinligi 10-50 mkm) ko'rinishida tayyorlanadi. Membranalarni turli shaklga ega bo'lgan g'ovakli tashuvchilarning ustiga joylashtirgan holatda (kompozitli membranalar) ham tayyorlash mumkin.

Membranali jarayonlarning fizik-kimyoviy asoslari

Eng muhim membranali jarayonlarning fizik-kimyoviy mohiyatlarini tushuntirib beramiz.

Teskari osmos.

Ushbu jarayonda eritmalarni osmotik bosimdan katta bo'lgan bosim membrana orqali filtrlashdan iborat; bunda membrana erituvchini o'tkazib, o'zida erigan moddalarning molekulari yoki ionlarini ushlab qoladi. Ushbu jarayonning asosini osmos hodisasi ya'ni erituvchining yarim o'tkazuvchi membrana orqali o'z-o'zidan muvozanat yuz berguncha eritmaga o'tishi Eritmalarning osmotik bosimi bir necha o'n egapaskalga teng bo'lishi mumkin. Agar eritmaga osmotik bosimdan yuqori bo'lgan bosim ta'sir etilsa erituvchining teskari yo'nalishdagi harakati, ya'ni

erituvchining membrana orqali suv tomonga o'tishi (teskari osmos hodisasi) yuz beradi. Teskari osmos jarayonining harakatlantiruvchi kuchi ish bosimi va osmotik bosim qiymatlarining farqiga teng:

Ultrafiltrlash.

Yuqori va kichik molekulali birikmalar eritmalarini ajratish hamda yuqori molekulali birikmalarni fraksiyalarga ajratish va quyuqlashtirish jarayonlari ultrafiltrlash deb yuritiladi. Bunday jarayonlar membrananing ikki tomonidagi bosimlar farqining ta'siri natijasida yuz beradi. Ultrafiltrlash erigan komponentlarning molekulyar massalari erituvchining molekulyar massasidan ancha katta bo'lgan sistemalarni ajratish uchun qo'llaniladi. Odatda ultrafiltrlash jarayoni nisbatan kichik bosimlarda (0,2-1,0 MPa) olib boriladi.

Mikrofiltrlash.

Agar membranali jarayon eritmada yirik kolloid zarrachalarni yoki muallaq holatida bo'lgan kichik zarrachalarni (o'lchami 0,1-10 mkm atrofida bo'lgan) ajratish uchun mo'ljallangan bo'lsa, mikrofiltrlash deb ataladi. Ushbu jarayon ham membrananing ikki tomonidagi bosimlar farqi ta'sirida boradi. Mikrofiltrlash ish bosimi ancha kichik qiymatga (megapaskalning o'ndan yoki yuzdan biri) teng bo'lgan holatda olib boriladi. Mikrofiltrlash jarayoni elektronika, tibbiyot, kimyo, mikrobiologiya kabi sohalarda keng qo'llanilib, nafis suspenziyalarni (masalan, latekslar) quyuqlashtirish, turli eritmalarini tindirish (muallaq holatidagi zarrachalarni ajratish), oqova va tabiiy suvlarni tozalash uchun ishlatilmoqda.

Membranali distillash.

Ushbu jarayon polimer yoki qattiq strukturali materialdan tayyorlangan g'ovakli membrana qatlamida hosil qilingan harorat gradienti ta'sirida yuz beradi. 30-70°C gacha isitilgan dastlabki eritma mikrog'ovakli gidrofob membrananing bir tomoniga beriladi. Membrananing ikkinchi tomonidan esa kam isitilgan (sovuq) erituvchi (odatda suv) harakat qiladi. Membrana gidrofobli va g'ovaklarning o'lchami ancha kichik (bir mikrometr va undan ham kam) bo'lganligi sababli, suyuq faza membrana g'ovaklariga kirmaydi. Issiq eritma yuzasidan bug` membrananing g'ovaklariga kiradi, u yerda havo qatlami orqali diffuziya yo'li bilan o'tadi va sovuq suyuqlik yuzasida kondensatsiyalanadi. Bunday sharoitda g'ovaklarda bo'shliq paydo bo'lib, bug`lanish jarayonini tezlatadi va natijada jarayonning samaradorligi oshadi. Membranali distillash yo'li bilan quyidagi vazifalari hal qilish maqsadga muvofiq bo'ladi: elektrolitlarning suvli eritmalarini quyuqlashtirish va chuchuklashtirish; dengiz suvini chuchuklashtirish; tibbiyot maqsadlari uchun o'ta toza suv olish; bug` qozonlari uchun toza suv olish va hokazo. Membranali distillash jarayoni amaliy jihatdan atmosfera bosimi ostida

boradi, shu sababdan ushbu jarayonni amalga oshirishga mo'ljallangan qurilmalar arzon polimer materiallaridan tayyorlaniladi.

Membranali qurilmalar

Sanoatda ishlatiladigan membranali qurilmalar bir qator talablarga javob berishlari kerak:

membrananing qurilma hajm birligiga to'g'ri kelgan qiymati katta; qurilmani yig'ish va montaj qilish oson; suyuqlik membrana yuzasidan katta tezlik bilan harakat qilishi; qurilmadagi bosim farqi imkon boricha kichik; mexanik jihatdan mustahkam va hokazo. Lekin barcha talablarga mos bo'lgan qurilmani loyihalash mumkin emas, albatta. Shu sababdan aniq bir jarayon uchun membranali qurilmaning eng maqbul konstruksiyasi tanlab olinadi.

Membranali qurilmalar asosan 4 turga bo'linadi:

- 1) membranali elementlari tekis bo'lgan **qurilmalar**;
 - 2) membranalari quvursimon bo'lgan qurilmalar;
 - 3) membranalari o'ram holatida bo'lgan qurilmalar;
 - 4) membranalari ichi bo'sh tolalardan tashkil topgan qurilmalar.
- Membranali qurilmalarning ayrim turlari bilan tanishib chiqamiz.

Tekis membranali qurilmalar.

Bunday qurilmalarning asosini tekis yuzali membranadan tayyorlangan elementlar tashkil etadi. Ushbu elementlar tekis g'ovaksimon materialning ikki tomoniga joylashtiriladi.

Ikkita qo'shni membranali elementlarning oralig'idagi masofa (kanal) kichik bo'lib, 0,5-5 mm ni tashkil etadi. Ushbu membranalararo kanal bo'yicha dastlabki eritma harakat qiladi. Ajralayotgan eritma birin-ketin barcha membranalararo kanallardan o'tib, quyuvlashib qurilmadan chiqib ketadi. Ushbu eritmaning membranadan g'ovaksimon qolipga o'tgan bir qismi permeat (filtrat) ni tashkil etadi. Membranali elementlar turli shaklga ega bo'lishi mumkin: dumaloq (elliptik); to'g'riburchakli; kvadrat.

34.2-rasmda membranali elementi elliptik shaklda tayyorlangan qurilmaning sxemasi berilgan. Ushbu uskuna elliptik shakldagi membranali elementlar 2 paketidan iborat bo'lib, ikkita dumaloq flaneslar 1 oralig'ida joylashgan.

Flaneslar yo'naltiruvchi shtangalar 3 yordamida bir-biri bilan birlashtirilgan. Membranali elementlar ikki tomoniga membranalar 7 joylashtirilgan tayanch plastinalaridan 4 iborat. Tayanch plastinalari va membranalardagi teshiklar ikki xil halqalar 6-va 7 yordamida zich qilib biriktiriladi. Ajralayotgan eritmani membranalararo kanalga berish va uni uzatish uchun halqalarda radial yo'nalish bo'yicha ariqchalar ko'zda tutilgan. Eritmani seksiyalarga tarqatish maqsadida tegishli membranali elementdagi teshik yopib qo'yuvchi pona 8 yordamida yopib turiladi. Permeat har bir membranali elementdan egiluvchan kapillyar shlanga 9 bilan alohida ajratib olinib, umumiy kollektorga 10 tushadi.

Quvursimon membranali qurilmalar.

Bunday qurilmalarning asosini g'ovaksimon quvurning ichki yoki tashqi yuzasiga mikrog'ovakli material bilan birga joylashtirilgan yarim o'tkazuvchi **membrana** tashkil etadi. Mikrog'ovakli material ajralayotgan eritmaning ish bosimi ta'sirida membranani quvurning kanallariga bosib kirgizishining oldini olishga xizmat qiladi. Quvursimon elementli qurilmalar ichida membranasi quvur ichida joylashgan turlari ko'p tarqalgan. Bunday qurilmalarning afzalliklari: qobig'ining yo'qligi sababli uni tayyorlash uchun material kam sarflanadi; teshikli kanalning uzunligi kam bo'lganligi uchun permeat oqimiga bo'lgan gidravlik qarshilikning qiymati kichik; membrananing ishlashi uchun yaxshi gidrodinamik shart-sharoitlar yaratilgan; membrana elementlarini mexanik usul bilan tozalash imkoniyati mavjud; quvursimon membrana elementlarini qurilma ichiga joylashtirish qulay; qurilmaning zichligi ishonchli. Bunday qurilmalar bir qator kamchiliklardan ham xoli emas: qurilmadagi membrananing solishtirma yuzasi kichik (60-200 mV_m³); g'ovakli qolipning ichki yuzasini yuqori aniqlik bilan tayyorlash va mexanik qayta ishlash kerak bo'ladi; membranani tayyorlash jarayonini nazorat qilib turish imkoniyati yo'q. Membranalari quvursimon bo'lgan qurilmalar cho'kma hosil qiluvchi eritmalarni ultrafiltrlash va mikrofiltrlash usullari bilan ajratish hamda tarkibida ko'p miqdorda tuzni ushlagan suvlarni teskari osmos usuli bilan chuchukla dshtirish maqsadlari uchun keng qo'llanilmoqda.

7-Mavzu: Issiqlik berish va o'tkazuvchanligi xisobi.

Reja:

1. Issiqlik berish koeffitsenti.
2. Issiqlik tashuvchi agenti.

Issiqlik berish koeffitsientlarini aniq xisoblash uchun formulalarni tanlash issiqlik almashinish xarakteriga (agregat xolati o'zgarmaganda, qaynash davrida yoki kondensatsiyalangan paytda), tanlangan issiqlik almashinish yuzasi turiga (tekis, trubali, qirrali va h.), konstruktsiya turiga (kojux-trubali, zmeevikli, burama, truba ichida trubali, U-simon trubali va h.) va issiqlik tashuvchi agentlarning oqish rejimiga bogliqdir. U umumiy xolda, issiqlik berish koeffitsientini aniqlash uchun kriterial formula quyidagi ko'rinishga ega:

$$Nu = f(Re, Pr, Gr, G_1, G_2) \quad (1)$$

bu yerda G_1, G_2 —geometrik o'xshashlik.

Hisoblashning birinchi bosqichida α va K koeffitsientlar noma'lum bo'lgani uchun ularning taxminiy son qiymatlarini belgilab olamiz. So'ng esa, hisoblar oxirida, dastlabki qabul qilingan parametrlar to'g'riligi tekshiriladi.

Quyida issiqlik berish koeffitsientini hisoblashda ko'p quldaniladigan tenglamalar keltirilgan.

1. Dumaloq kundalang kesimli to'g'ri truba yoki kanallarda, issiqlik tashuvchi agentlarning agregat holati o'zgarmasdan turbulent ($Re \geq 10000$) rejimda oqishi paytida ushbu formulani qo'llash mumkin:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_0}\right)^{0,25} \quad (2)$$

bu yerda Pr_0 Prandtl kriteriysi, truba devorining temperaturasida hisoblangan.

Issiqlik tashuvchi agentlar tezliklarining tahminiy qiymatlari 1 jadvalda keltirilgan.

Re va Nu kriteriyalarni hisoblashda aniqlovchi geometrik o'lchov vazifasini ekvivalent dirametrlar bajaradi, ya'ni

$$l = d_0 = \frac{4 \cdot f}{P} \quad (3)$$

bu yerda f oqimning ko'ndalang kesim yuzasi; P oqim kesimining to'la perimetri.

Issiqlik tashuvchi agentning fizik xossalarini hisoblashda aniqlovchi temperatura sifatida gaz yoki suyuqlikning o'rtacha temperaturasi xizmat qiladi.

1-jadval

Isitgich kanallarida issiqlik tashuvchi agentning majburiy harakatida tavsiya etiladigan tezliklar w qiymatlari

Muhit	Harakat sharoiti	$w, m/s$
Qovushoqligi kam suyuqlik (benzin, kerosin, suv va h)	haydash yo'lida	1-3
	so'rish yo'lida	0,8-1,2
Qovushoq suyuqlik (engil va og'ir moylar, tuzlar va eritmalar)	haydash yo'lida	0,5 1,0
	so'rish yo'lida	0,2-0,8
Kam va o'rta qovushoqli suyuqlik	O'zi oqish	0,1-0,5
Katta naporli gaz	Kompressorning haydash yo'lida	15-30
Kichik naporli gaz	Ventilyator va gaz quvurining haydash yo'lida	5 15
Toza gaz, atmosfera bosimida	Gaz quvuri	12-16
CHangli gaz, atmosfera bosimida	Gaz quvuri	6-10
Gaz, tabiiy tortilishda	Gaz quvuri	2-4
Suv bug'i		
O'ta to'yingan		30-75
Quruq, to'yingan	----	100-200
To'yingan bug'lar (uglevodorodlar)	Bosim, MPa	
	0,005 0,02	60-70
	0,02 0,05	40-60
	0,05 0,1	20-40
	0,1	10-25

(2) formula quyidagi oraliqda qo'llansa bo'ladi:

$$Re = 10^4 \div 5 \cdot 10^6; \quad Pr = 0,6 \div 10; \quad L/d \geq 50$$

Zmeevikli truba uchun α ni topish uchun (2) da aniqlangan α ning qiymatini ushbu tuzatish koeffitsientga ko'paytiriladi:

$$\alpha_{tm} = \alpha \left(1 + 3,54 \cdot \frac{d}{D} \right) \quad (4)$$

bu yerda d zmeevik trubasining ichki diametri; D zmeevik o'raining diametri.

2. O'tish rejimida ($2300 < Re < 10000$ va $Gr \cdot Pr < 8 \cdot 10^5$) issiqlikning berilishi uchun aniq formula bo'lmaganligi sababli quyidagi tahminiy kriterial tenglamadan foydalanish mumkin:

$$Nu = 0,008 \cdot Re^{0.9} \cdot Pr^{0.43} \quad (5)$$

2 – jadval

Issiqlik o'tkazish koeffitsinti K ning tahminiy qiymatlari
($Vt/m^2 \cdot K$)

Issiqlik almashinish turi	Majburiy harakat uchun	Erkin harakat uchun
Gazdan gazga	10-40	4-12
Gazdan suyuqlikga	10-60	6-20
Kondensatsiyalanayotgan bug'dan gazga	10-60	6-12
Suyuqlikdan suyuqlikka:		
Suv uchun	800-1700	140-340
Uglevodorod, moylar uchun	120-270	30-60
Kondensatsiyalanayotgan suv bug'idan suvga	800-3500	300-1200
Kondensatsiyalanayotgan suv bug'idan organik suyuqlikga	120-340	60-170
Kondensatsiyalanayotgan organik suyuqlik bug'idan suvga	300-800	230-460
Kondensatsiyalanayotgan suv bug'idan to'ynayotgan suvga	-	300-2500

3 – jadval

Issiqlik tashuvchi agent	$\frac{1}{r_{ifl}}$
Suv ifloslangan	1400-1860
o'rtacha sifatli	1860-2900
yaxshi sifatli	2900-5800
dtstillangan	11600
Havo	2800
Neft mahsulotdari, moy, sovituvchi agent bug'i	2900
Neft xom ashyosi	1160
Organik suyuqlik, suyuq sovuq eltgichlar	5800
Tarkibida moy bor suv bug'i	5800
Organik suyuqlik bug'lari	11600

Segment to'siqli kojux-trubali issiqlik almashinish qurilmalari trubalararo bo'shlig'idan suyuqlik oqib o'tayotgan paytida issiqlik berish koeffitsienti quyidagi tenglamalar orqali aniqlanishi mumkin:

$Re \geq 10000$ bo'lganda

$$Nu = 0,24 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr^{0.4} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_B}\right)^{0.25} \quad (6)$$

$Re < 10000$

$$Nu = 0,34 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_g} \right)^{0,25} \quad (7)$$

(6) va (7) tenglamalarda aniqlovchi geometrik o'lcham qilib trubaning tashqi diametri qabul qilinadi.

8-mavzu: Massa almashinish qurilmalarining asosiy o'lchamlarini hisoblash

Massa almashinish qurilmalarini texnologik hisoblash ularning asosiy o'lchamlari: qurilma unumdorligini xarakterlovchi – diametr va unda ro'y berayotgan jarayon intensivligini ifodalovchi – ishchi balandliklar aniqlanishi zarur.

Qurilma diametri. Ushbu parametрни hisoblash uchun suyuqlik sarfi tenglamasidan foydalaniladi:

$$V = Fw_0$$

bu erda V – fazaning hajmiy sarfi; w_0 – fazaning sohta tezligi; F - qurilma ko'ndalang kesimining yuzasi.

Dumaloq ko'ndalang kesim yuzasi $F = \pi D^2 / 4$. Demak:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} w_0$$

Bundan qurilmaning diametri:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi w_0}}$$

Odatda, V kattalik berilgan bo'ladi va qurilma diametrini aniqlash uchun tegishli fazaning sohta tezligini tanlash zarur. Faza tezligini tanlash quyidagi talablar asosida amalga oshiriladi: suyuqlik oqimining tezligi ortishi bilan massa o'tkazish koeffitsienti ko'payadi; suyuqlik tezligi ortishi bilan qurilmaning gidravlik qarshiligi ham oshadi; gidravlik qarshilik ortishi bilan jarayonni o'tkazish uchun zarur energiya sarfi ko'payadi. Shuning uchun gaz yoki suyuqlikning optimal tezligini topish texnik-iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir. Lekin, amaliyotda sohta tezlikni hisoblab chiqish va uning maksimal qiymatini topish bilan chegaralinadi.

Qurilma balandligi. Massa almashinish qurilmasining balandligi jarayonda ishtirok etuvchi fazalar to'qnashuvchi uzluksiz yoki pog'onali bo'lishiga qarab aniqlanishi mumkin.

Uzluksiz to'qnashishli qurilmaning balandligi. Fazalari uzluksiz to'qnashuvda bo'lgan qurilmalarda uning balandligi hajmiy massa o'tkazish koeffitsienti orqali ifodalangan massa o'tkazish formulasi asosida hisoblash mumkin:

$$M = K_y \cdot a \cdot V \cdot \Delta y_{yp}$$

yoki

$$M = K_x \cdot a \cdot V \cdot \Delta x_{yp}$$

Qurilmaning ishchi hajmi:

$$V = FH$$

bu erda F - qurilma ko'ndalang kesimi yuzasi, m; N - qurilmaning ishchi balandligi, m.

Agar, V ning qiymatini (5.63) ga qo'yib, tenglamani N ga nisbatan echsak, qurilmaning balandligini topamiz:

$$H = \frac{M}{K_y \cdot a \cdot F \cdot \Delta y_{yp}}$$

yoki

$$H = \frac{M}{K_x \cdot a \cdot F \cdot \Delta x_{yp}}$$

tenglamadan N ni aniqlashda solishtirma yuza a va massa o'tkazishning sirtiy koeffitsienti (K_u yoki K_x) ni yoki ushbu kattaliklarning ko'paytmasi bo'lmish hajmiy massa o'tkazish koeffitsienti K_V ni bilish kerak. Qurilmaning ishchi balandligini aniqlashda o'tkazish birligi soni yordamida ham topish mumkin, ya'ni:

$$H = h_{oy} \cdot n_{oy}$$

yoki

$$H = h_{ox} \cdot n_{ox}$$

Pog'onali to'qnashishli qurilmaning balandligi. Bunday turdagi qurilmalarning, shu jumladan, tarelkali kolonnalarning balandligi hajmiy massa o'tkazish koeffitsienti orqali ifodalanadi.

Lekin, K_V ni aniqlash uchun kerakli harakatchan faza hajmini topish juda qiyin. Shunday uchun, N ni hisoblashda qurilma pog'onalarining soni analitik yoki grafik usulda topilishi mumkin. Qurilmaning ishchi balandligi pog'onalarning haqiqiy soni orqali aniqlanishi mumkin:

$$H = n_x \cdot h$$

bu yerda h — pog'onalar orasidagi masofa.

Pog'onalar sonini aniqlashning analitik usuli. n - pog'onali, qarama-qarshi yo'nalishli, kolonnali qurilmada massa almashinish jarayonini ko'rib chiqamiz. Kolonna tarelkasiga u_{n-1} konstantriyali G gaz faza va x_{n+1} konstantriyali L suyuq faza uzatilmoqda.

Massa almashinish natijasida gaz fazaning konstantriyasi u_n miqdorgacha pasaysa, suyuq fazaniki x_n miqdorgacha ko'payadi. Tarelkadan chiqib ketayotgan gaz u_n va undan oqib tushayotgan suyuqlik x_n tarkiblarining muvozanat holati konstantriyalari muvozanat chizig'ida V nuqta bilan ifodalanadi.

Nazariy pog'onada gaz fazasi konstantriyasining o'zgarishiga A_1V vertikal chiziq to'g'ri keladi. Suyuq fazada konstantriyaning x_n dan x_{n+1} gacha o'zgarishi VA_2 gorizental chiziq bilan ifodalanadi. Shunday qilib, A_1VA_2 "pog'ona" nazariy tarelkada ikkala fazalar konstantriyalarining o'zgarishini tasvirlaydi. Kolonnali qurilmalarda nazariy tarelkalar sonini aniqlash uchun boshlang'ich va oxirgi konstantriyalar oraligida ketma-ket shunday "pog'onalar" quriladi. Haqiqiy tarelkalar sonini topish uchun qurilmaning f.i.k. dan foydalaniladi. Ushbu koeffitsient haqiqiy tarelkadagi

massa almashinish jarayonining real kinetikasini hisobga oladi va tarelkalar tuzilishiga qarab $\eta = 0,5 \dots 0,8$ oralikda bo'ladi. F.i.k. hisobga olingan hollarda, tarelkalar haqiqiy soni ushbu nisbatdan topiladi:

$$n_x = \frac{\eta_H}{\eta}$$

bu erda η_n - tarelkalar haqiqiy soni; η -f.i.k. Tarelkalar f.i.k. uning tuzilishiga, gaz va suyuqliklarning fizik – kimyoviy xossalriga, hamda oqimlar gidrodinamikasiga bog'liqdir. Shuni nazarda tutish kerakki, nazariy tarelkalar soni yordamida qurilma balandligini aniqlash tahminiy usul bo'lib hisoblanadi. Bundan, faqat massa o'tkazish koeffitsienti yoki f.i.k. ning ishonchli qiymatlari bo'lmagan holatlarda foydalanish mumkin.

Ko'pincha, massa almashinish jarayonlarida muvozanat holatiga erishib bo'lmaydi. Shuning uchun, haqiqiy to'qnashish pog'onalarini aniqlash bu jarayonlarda asosiy masaladir.

Pog'onaning samaradorligi fazaning pog'onadagi konstantriyalar o'zgarishini shu fazaning pog'onaga kirishdagi harakatga keltiruvchi kuchi nisbati bilan belgilanadi. n - pog'ona tarelkasidagi konstantriyaning o'zgarishi $u_{n-1} - u_n$ farq bilan, suyuqlikni ideal aralashtirish paytidagi harakatga keltiruvchi kuch esa, $u_{n-1} - u_{nr}$ farq bilan ifodalanadi. Unda, pog'onalarining samaradorligi yoki f.i.k. quyidagicha hisoblanadi:

$$E_y = \frac{y_{n-1} - y_n}{y_{n-1} - y_{np}}$$

Qurilma balandligi esa ushbu nisbatdan topiladi:

$$H = \frac{n_x \cdot h_x}{\eta}$$

$y > y_p$ bo'lganda, n - tarelka uchun harakatga keltiruvchi kuch quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta y_{yp} = \frac{(y_{n-1} - y_{np}) - (y_n - y_{np})}{\ln \frac{y_{n-1} - y_{np}}{y_n - y_{np}}} = \frac{y_{n-1} - y_n}{\ln \frac{y_{n-1} - y_{np}}{y_n - y_{np}}}$$

O'tkazish birligining soni esa,

$$m_y = \ln \frac{y_{n-1} - y_{np}}{y_n - y_{np}}$$

bundan

$$e^{m_y} = \frac{y_{n-1} - y_{np}}{y_n - y_{np}}$$

Pog`onali to`qnashishli qurilmaning balandligi. Bunday turdagi qurilmalarning, shu jumladan, tarelkalkolonnalarning balandligi hajmiy massa o`tkazish koeffitsienti orqali ifodalanadi.

Lekin, K_V ni aniqlash uchun kerakli harakatchan faza hajmini topish juda qiyin. Shunday uchun, N ni hisoblashda qurilma pog`onalarining soni analitik yoki grafik usulda topilishi mumkin.

Qurilmaning ishchi balandligi pog`onalarining haqiqiy soni orqali aniqlanishi mumkin:

$$H = n_x \cdot h$$

bu erda h – pog`onalar orasidagi masofa.

Pog`onalar sonini aniqlashning analitik usuli. n - pog`onali, qarama-qarshi yo`nalishli, kolonnali qurilmada massa almashinish jarayonini ko`rib chiqamiz .

Kolonna tarelkasiga u_{n-1} konstantrastiyali G gaz faza va x_{n+1} konstantrastiyali L suyuq faza uzatilmoqda.

Massa almashinish natijasida gaz fazaning konstantrastiyasi u_n miqdorgacha pasaysa, suyuq fazaniki x_n miqdorgacha ko`payadi. Tarelkadan chiqib ketayotgan gaz u_n va undan oqib tushayotgan suyuqlik x_n tarkiblarining muvozanat holati konstantrastiyalari muvozanat chizig`ida V nuqta bilan ifodalanadi (5.11-rasm).

Nazariy pog`onada gaz fazasi konstantrastiyasining o`zgarishiga A_1V vertikal chiziq to`g`ri keladi. Suyuq fazada konstantrastiyaning x_n dan x_{n+1} gacha o`zgarishi VA_2 gorizontaal chiziq bilan ifodalanadi.

Shunday qilib, A_1VA_2 “pog`ona” nazariy tarelkada ikkala fazalar konstantrastiyalarining o`zgarishini tasvirlaydi. Kolonnali qurilmalarda nazariy tarelkalar sonini aniqlash uchun boshlang`ich va oxirgi konstantrastiyalar oraligida ketma-ket shunday “pog`onalar” quriladi.

Haqiqiy tarelkalar sonini topish uchun qurilmaning f.i.k. dan foydalaniladi. Ushbu koeffitsient haqiqiy tarelkadagi massa almashinish jarayonining real kinetikasini hisobga oladi va tarelkalar tuzilishiga qarab $\eta=0,5...0,8$ oralikda bo`ladi.

F.i.k. hisobga olingan hollarda, tarelkalarining haqiqiy soni ushbu nisbatdan topiladi:

bu yerda η - tarelkalarining haqiqiy soni; η - f.i.k.

Tarelkalar f.i.k. uning tuzilishiga, gaz va suyuqliklarning fizik – kimyoviy xossalariga, hamda oqimlar gidrodinamikasiga bog`liqdir.

Shuni nazarda tutish kerakki, nazariy tarelkalar soni yordamida qurilma balandligini aniqlash tahminiy usul bo`lib hisoblanadi. Bundan, faqat massa o`tkazish koeffitsienti yoki f.i.k. ning ishonchli qiymatlari bo`lmagan holatlarda foydalanish mumkin.

Ko'pincha, massa almashinish jarayonlarida muvozanat holatiga erishib bo'lmaydi. Shuning uchun, haqiqiy to'qnashish pog'onalarini aniqlash bu jarayonlarda asosiy masaladir.

Pog'onaning samaradorligi fazaning pog'onadagi konstantriyalar o'zgarishini shu fazaning pog'onaga kirishdagi harakatga keltiruvchi kuchi nisbati bilan belgilanadi.

n - pog'ona tarelkasidagi konstantriyaning o'zgarishi $u_{n-1}-u_n$ farq bilan (5.11v-rasm, A_1V kesma), suyuqlikni ideal aralashtirish paytidagi harakatga keltiruvchi kuch esa, $u_{n-1}-u_{nr}$ (5.11v-rasm, A_1S kesma) farq bilan ifodalanadi.

Unda, pog'onalarning samaradorligi yoki f.i.k. quyidagicha hisoblanadi:

9-mavzu: Absorberlarni hisoblash

Absorberlarni hisoblashda quyidagi parametrlar aniqlanadi: absorbent sarfi, qurilmaning diametri, balandligi va gidravlik qarshiligi. Buning uchun esa quyidagi parametrlar ma'lum yoki berilgan bo'lishi kerak: gaz sarfi, gaz aralashmaning tarkibi, boshlang'ich va oxirgi konstantriyalari, absorbentdagi gazning boshlang'ich konstantriyasi.

Absorbentning sarfi moddiy balans tenglamasi (5.7) dan topiladi.

Absorberning gidravlik qarshiligi qurilmaning konstruktiviyasi va uning gidrodinamik rejimiga bog'liq. Odatda gidravlik qarshilik gazning optimal tezligi bo'yicha hisoblanadi, u esa o'z navbatida texnik-iqtisodiy hisoblashlar asosida aniqlanadi.

Absorber diametri gazning chiziqli tezligiga binoan (5.2) tenglamadan hisoblanadi.

Absorber balandligi esa, massa o'tkazishning modifikastiyalashgan tenglamasi (5.65) dan topish mumkin.

Yupqa qatlamli va nasadkali absorberlarni hisoblash sxemalari bir xildir.

Yupqa qatlamli absorberlarni hisoblashda gidravlik qarshilik Darsi - Veysbax tenglamasidan aniqlanadi:

$$\Delta p = \lambda \frac{H}{d_s} \frac{\rho w_H^2}{2}$$

bu erda λ - gidravlik qarshilik koeffitsienti; N - yupqa qatlam oqib tushayotgan yuzaning balandligi, m; d_e - gaz harakatlanayotgan kanalning ekvivalent diametri, m; $w_n = w + w_{yp}$ - gazning nisbiy tezligi, m/s; w_{ur} - yupqa qatlam harakatining o'rtacha tezligi, m/s; ρ - gaz zichligi, kg/m³.

Yupqa qatlam harakatining o'rtacha tezligi w_{ur} tenglamadan aniqlanadi.

Gidravlik qarshilik koeffitsienti, gaz va yupqa qatlamlar, Reynolds kriteriyining qiymatiga bogʻliq.

Suyuqlik yupqa qatlamining harakat rejimini aniqlovchi Reynolds kriteriyasi (5.88a) tenglamadan topiladi.

Trubali absorberlar diametri gazning sarfi va tezligi orqali (truba ichki diametrini maʼlum qiymatiga teng deb qabul qilinadi) aniqlash mumkin.

$$n = \frac{G}{0,785wd^2 \rho_f}$$

Trubalar soni maʼlum boʻlsa, ular orasidagi masofa $t = (1,25 \dots 1,5) \cdot dt$ va trubaning qalinligi δ ni aniqlab, absorberning diametri sekundli sarf tenglamasidan aniqlanadi. Trubalar balandligi hamma trubalarning ichki yuzalari orqali aniqlanadi:

$$H = \frac{F_m}{n \cdot \pi \cdot d_{uv}}$$

bu erda: $F_m = n\pi d_{ich} \cdot H$. rubalar soni maʼlum boʻlsa, ular orasidagi masofa $t = (1,25 \dots 1,5) \cdot dt$ va trubaning qalinligi δ ni aniqlab, absorberning diametri sekundli sarf tenglamasidan aniqlanadi.

Trubalar balandligi hamma trubalarning ichki yuzalari orqali aniqlanadi:

Modifikastiyalashgan massa oʻtkazish tenglamasi (5.63) ni hisobga olsak:

$$H = \frac{\mu}{n\pi d_{uv} \cdot K_{yv} \cdot \Delta y_{yp}}$$

Gaz fazasidagi massa berish koeffitsientini hisoblash uchun quyidagi kriterial tenglama taklif etiladi:

bu erda Re_G - gaz oqimi uchun Reynolds kriteriyasi; Pr_{DG} - gaz uchun Prandtl kriteriyasi.

Ushbu tenglamada aniqlovchi oʻlcham sifatida gaz oqimi harakatlanayotgan kanalning ekvivalent diametri qoʻllaniladi.

bu erda Re_s – suyuqlik yupqa qatlami uchun Reynolds kriteriysi; Rr_s – suyuqlik uchun Prandtl kriteriysi; Ga – Galiley kriteriysi; h - qurilma ishchi qismining balandligi, m; d_e – yupqa qatlamning ekvivalent diametri, m.

Re_s ni hisoblashda suyuqlik yupqa qatlamining oqib tushish tezligi ishlatiladi.

Nasadkali absorberlarni hisoblashda quruq nasadkadagi naporning yo'qotilishi ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta p = \lambda \frac{H \rho_f w^2 r}{d_s 2}$$

Ma'lumki, naporning yo'qotilishi nasadka xarakteri, gaz tezligi va namlanish zichligiga bog'liq.

Yo'llangan nasadkaning qarshiligi prof. A.N.Planovskiy tomonidan taklif etilgan formula yordamida hisoblash mumkin:

$$\Delta p = \Delta p_k \left[1 + 8,4 \cdot \left(\frac{L}{G} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{\rho_f}{\rho_c} \right)^{0,23} \right] \quad (5.97)$$

$$Nu_{\Delta C} = 0,069 Re_c^{0,33} \cdot Pr_{\Delta C}^{0,3} \cdot Ga^{0,167} \left(\frac{h}{d_s} \right)^{-0,5}$$

Re_s ni hisoblashda suyuqlik yupqa qatlamining oqib tushish tezligi ishlatiladi.

Nasadkali absorberlarni hisoblashda quruq nasadkadagi naporning yo'qotilishi ushbu tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta p = \lambda \frac{H \rho_f w^2 r}{d_s 2}$$

Ma'lumki, naporning yo'qotilishi nasadka xarakteri, gaz tezligi va namlanish zichligiga bog'liq.

Yo'llangan nasadkaning qarshiligi prof. A.N.Planovskiy tomonidan taklif etilgan formula yordamida hisoblash mumkin:

$$\Delta p = \Delta p_k \left[1 + 8,4 \cdot \left(\frac{L}{G} \right)^{0,4} \cdot \left(\frac{\rho_f}{\rho_c} \right)^{0,23} \right]$$

bu yerda Δr_k - quruq nasadka gidravlik qarshiligi. Absorber diametri esa quyidagi formuladan topiladi:

$$D = \sqrt{\frac{G}{3600 \pi \rho_f \cdot w}}$$

bu erda G - gaz sarfi, kg/soat; ρ_f - gaz zichligi, kg/m³; w - kolonna bo'sh ko'ndalang kesimidagi tezlik, m/s. Gaz tezligi (5.92) tenglamadan hisoblab topiladi.

Absorber balandligini modifikastiyalashgan massa o'tkazish tenglamasi (5.65) dan aniqlash mumkin.

Gaz fazasidagi massa berish koeffitsientini hisoblash uchun quyidagi kriterial tenglamani qo'llash mumkin:

$$Nu_{\text{ж}} = 0,407 Re_r^{0,655} Pr_{\text{ж}}^{0,33} \left(\frac{h}{d_{\text{ж}}} \right)^{-0,47}$$

Ushbu tenglamada aniqlovchi o'lcham sifatida nasadkaning ekvivalent diametri dek xizmat qiladi. Re_G kriteriysiga nasadka bo'sh kanallaridagi gazning tezligi qo'yiladi. Suyuq fazadagi massa berish koeffitsientini hisoblash ushbu formulani qo'llash mumkin:

$$Nu_{\text{жс}} = 0,00216 Re_c^{0,77} \cdot Pr_{\text{жс}}^{0,5}$$

Formuladagi Nu_{DS} – aniqlash uchun yupqa qatlam keltirilgan qalinligida hisoblangan:

$$\delta_{\text{нож}} = \left(\frac{\mu_c^2}{g\rho_c^2} \right)^{0,33}$$

12-mavzu: Maydalash jarayonini xisobi.

Reja:

1. Maydalanish jarayoni
2. Maydalanish darajasi.

Qurilish materiallari sanoatidagi asosiy jarayonlaridan biri – birlamchi xom ashyo materiallarini o'lchamlarini kamaytirish (kichraytirish) dir.

Maydalash deganda yirik bulaklarni mayda bo'lakchalarga aylantirish jarayoni tushuniladi. Maydalash jarayoni tashqi kuchlar ta'sirida qattiq materialning yirik bo'laklarini bir necha bo'laklarga ajralishidan iboratdir. Bunda har bir bo'lakcha boshqa bo'lakchalardan butunlay ajralgan holda bo'ladi. Maydalash jarayonida jismning (materialning) zarrachalarin o'zaro jiplashish kuchlarini yengishga ma'lum bir miqdordagi energiya sarflanadi. Qattiq jism (material)ni yemirishdanit keyin ajralgan bo'lakchalarda yangi yuzalar hosil bo'ladi.

Ko'pgina hollarda xom ashyo dastlabki maydalanishni talab etadi. Chunki, ko'pincha xom ashyo turli shakllardagi va ko'ndalangiga 1000-1200 mm bulgan bo'laklardan to zarrachalargacha bo'lgan o'lchamli bo'laklardan iborat bo'ladi.

Sanoatda dastlabki bo'laklarga bo'lish uskunalaridan tortib, to juda mayin tuyish jihozlarigacha qo'llaniladi.

Maydalash-tuyish jihozlarining asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari bo'lib maydalash darajasi va olinayotgan mahsulot birligiga to'g'ri keladigan solishtirma energiya sarfi kabi ko'rsatkichlar xizmat qiladi.

Materialning maydalanish darajasi deb, maydalanayotgan material bo'laklarining o'lchamini maydalashdan keyingi bo'lakchalarining o'lchamiga nisbatiga aytiladi.

Bo'laklarning yirikligi ularning o'rtacha o'lchamlaridan olinadi. Bo'laklarning o'rtacha o'lchami quyidagi tenglama orqali aniqlanishi mumkin:

$$D_{yp} = \frac{l+b+h}{3} \quad \text{yoki} \quad D_{yp} = \sqrt[3]{lbh}$$

bunda: l, b, h – mos ravishda bo'laklarning uzunligi, eni va balandligi.

Bo'laklarning o'rtacha o'lchami maydalash darajasini aniqlashga xizmat qiladi:

$$i = \frac{D_{yp}}{d_{yp}}$$

bu yerda D_{ur} – maydalashgacha bulgan bo'laklarning o'rtacha o'lchami;

d_{ur} – maydalashdan keyingi bulakchalarni o'rtacha o'lchami.

Maydalanish darajasi maydalashga yuborilayotgan bo'laklarning kattaligiga bog'liq bo'ladi va maydalash jarayonida 3 dan 20 va undan yukori ko'rsatkichga ega bo'ladi.

Tuyish jarayonida esa maydalash darajasi 500-1000 gacha bo'lishi mumkin.

Bo'laklarning o'lchami elakli tahlil usullarida aniqlanadi. Yirik o'lchamdagi bo'laklarning o'lchamini aniqlashda ularning fakat eng yirik ko'ndalang o'lchami o'lchanadi.

Bo'lakning eng katta o'lchami uning uzunligi, eni va balandligi kabi uch asosiy o'lchamdan eng katta o'lchamdagisi hisobalanadi va u maydalash uskunasining qabul qiluvchi qismini tanlashga asos bo'ladi.

Dastlabki materialning yirikligi va maydalangan bo'laklarning o'lchamidan kelib chikib maydalashning quyidagi bosqichlari farqlanadi:

Maydalash (bo'laklarga ajratish)

1. Yirik, bo'laklarning o'lchami 200-250 mm gacha maydalash;
2. O'rtacha, bo'laklarning o'lchami 20-200 mm gacha maydalash;
3. Mayda, bulaklarning o'lchami 3-20 mm gacha maydalash.

Maydalashning materialning mexanik mustahkamligi uning siqilishdagi mustahkamligi ko'rsatkichi bilan xarakterlanadi. Mustahkamlikka ko'ra ular quyidagi toifalarga ajratiladi:

a) yumshoq jinslar – siqilishdagi mustahkamligi 10 MN/m^2 (1000 kg/sm^2) dan kam. ($1 \text{ N} = 0,102 \text{ kg}$)

b) o'rtacha qattqlikdagi jinslar – siqilishdagi mustahkamligi $10-50 \text{ MN/m}^2$ ($100-500 \text{ kg/sm}^2$)

v) qattiq jinslar – siqilishdagi mustahkamligi 50 MPa/m^2 va undan yuqori.

Tog' jinslarining qattqligiga ko'ra tasniflash prof. M.M.Protodbyakonov ning shkalasi buyicha aniqlanadi. Ushbu shkalaga ko'ra tog' jinslari qattqliga ko'ra 10 ta

toifaga bo'linadi. Bunda f koeffitsienti siqilishdagi mustahkamlikning 0,01 ga teng bo'lib $\sigma=2000\text{kg/sm}^2$, $f=20$ bo'ladi.

Materialning qattqlik darajasi shuningdek, Moosning qattqlik shkalasi bo'yicha ham aniqlanishi mumkin. Moos shkalasi qattqlik darajasi ortib boruvchi 10 minerallardan iborat bulib, xar bir mineral o'zidan oldingi mineralning yuzasida tirnash izlarini qoldiradi (tirnaydi). Bu minerallar quyidagilardir: 1-talxk, 2-gips, 3-ohaktoshli shpat, 4-plavikli shpat, 5-apatit, 6-ortoklaz (dala shpati), 7-kvarts, 8-topaz, 9-korund, 10-olmos.

Qattqlik materialning tartib rakami bilan harakterlanadi. O'rganilayotgan materialning silliqlangan yuzasida iz (tirnalgan iz) qoldig'iga ko'ra qattqlik darajasi aniqlanadi.

Ko'pincha keramik materiallarning qattqligini aniqlashda Brinnel usulidan foydalaniladi. Uning mohiyati quyidagicha:

O'rganilayotgan materialning aniqlangan yuzasiga ma'lum R kuch bilan ma'lum o'lchamdagi po'lat zoldircha botiriladi. Materialning yuzasida S yuzaga ega bo'lgan sferik chuqurcha hosil buladi. Brinnel buyicha qattqlik ko'rsatkichi N qilib R kuchning S yuzaga nisbati olinadi, ya'ni

$$N = R/S$$

Keyingi vaqtlarda materialdagi alohida-alohida kichik uchastkalardagi qattqlikni o'rganishga imkon beruvchi usullardan keng foydalanilmoqda. Bu esa materialning aloxida olingan tarkibiy tuzilmalarining qattqligini o'rganishga imkoniyat yaratadi. Mikrokattqlikni o'rganish nisbatan kichik kuch ta'sirida va kichik o'lchamdagi izlarni o'rganish asosida olib boriladi. Bu esa qattqlikni o'rganishdan tashqari ko'p fazali materiallarda alohida fazalarning qattqligini o'rganishga xizmat qiladi.

Yuqorida keltirilgan qattqlikka ko'ra materiallarni tasniflash materialni bulaklarini maydalaashga ketadigan kuch (energiya) ning miqdorini aniqash uchun zarur.

Lekin materiallarni maydalash qobiliyatini baholashda ushbu ko'rsatkichlar yetarli deb hisoblanmaydi.

Masalan, siqilishga mustahkamlikka ko'ra bir xil ikki turli materialni tanlash mumkin. Ammo ulardan biri juda murt, ikkinchisi esa aksincha, qattiq. SHuning uchun birinchisi ikkinchisiga nisbatan ancha oson maydalanadi.

Materiallarni maydalanishga layoqatini (moyilligini) baholash uchun maydalashga qobiliyatlilik koeffitsienti deb nomlanuvchi kursatkichdan foydalaniladi.

Maydalashga qobiliyatlilik koeffitsienti deb, etalon materialni maydalashga ketadigan solishtirma energiya sarfining solishtirilayotgan materialni maydalashga ketadigan solishtirma energiya sarfiga ularning bir xil maydalash darajasidagi aytiladi.

14-mavzu: Quritish jarayonini xisoblash.

Ish unumdorligi

(quritiladigan material bo'yicha)

$$G_{ox} = 0,556 \text{ kg/c}$$

material quyidagi tarkibdagi fraktsiyalardan iborat

dimetri 2,0 dan 1,5 mm gacha

25%

dimetri 1,5 dan 1,0 mm gacha

75%

Granullangan kunjara namligi:

Boshlang'ich

$$bosh = 12\%$$

oxirgisi

$$u_{ox} = 0,5\%$$

Nam materialning temperaturasi

$$\theta_1 = 18^\circ\text{S}$$

Toza havo parametrlari:

temperaturasi

$$t_0 = 18^\circ\text{S}$$

nisbiy namligi

$$\varphi_0 = 72\%$$

quritgichdagi bosim

$$r_0 = 1 \text{ atm.}$$

Kaloriferdan chiqayotgan havo

temperaturasi

$$t_1 = 130^\circ\text{S}$$

1 kg suvni bug'latish uchun atrof muhitga solishtirma

Issiqlikning yo'qotilishi

$$q_{yuk} = 22,6 \text{ kJ/kg}$$

Bug'langan namlikning (yoki materialdan chiqarilgan suvning miqdori quyidagi tenglama orqali topish mumkin:

$$W = G \cdot \frac{u_{bosh} \cdot u_{ox}}{100 - U} = 0,556 \cdot \frac{12 - 0,5}{100 - 12} = 0,0726 \text{ kg/c}$$

Quritgichdan chiqayotgan nam havoning temperaturasini 60°S deb qabul qilib, uning asosiy parametrlarini aniqlaymiz. Odatda, mavhum qaynash qatlamlari quritgichdagi material temperaturasini chiqib ketayotgan issiq havoning temperaturasidan $1-2^\circ\text{S}$ pastroq deb xisoblanadi. Demak, qatlamdagi material temperaturasi 58°S ga teng bo'ladi, ya'ni $\theta_2 = 58^\circ\text{S}$.

Quritgichning ichki issiqlik balansini ushbu tenglama orqali xisoblaymiz:

$$\Delta = c \cdot \theta_1 + q_{kush} - (q_g + q_m + q_{yuk}) = 4,19 \cdot 18 - \frac{0,556 \cdot 0,88 \cdot (58 - 18)}{0,0726} - 22,6 = - \frac{1926 \text{ kJ}}{\text{kg}} \text{ namlik}$$

Ramzinning $I - x$ diagrammasidan, ma'lum $t_0 = 18^\circ\text{S}$ va $\varphi_0 = 72\%$ x_0 , I_0 ni topamiz (rasm):

$$x_0 = 0,0092 \text{ kg} \cdot \frac{\text{namlik}}{\text{kg}} \cdot \text{quruq havo};$$

$$I_0 = 41,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \text{quruq havo}.$$

Havo $t_1 = 130^\circ\text{S}$ gacha isitilganda, uning entalpiyasi $I_1 = 157 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ gacha ortadi, chunki jarayon $x_0 = x_1$ sharoitda olib boriladi. So'ng, quritgichlan

chiqayotgan issiq havoning boshqa parametrlarini topish uchun ixtiyoriy $x = 0,004$ nam saqlash miqdorini tanla, quyidagi formula orqali uning entalpiyasini topamiz:

$$\text{Ketsin, } x_1 = x_0 = 0,0092 \frac{\text{kg}}{\text{kg}}, \quad I_1 = 157 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{va } x = 0,004 \frac{\text{kg}}{\text{kg}}, \quad I_1 = 151 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

nuqtalari orqali $t_2 = 60^\circ\text{S}$ mos keladigan nuqta bilan tutashguncha chiziq o'tkazamiz.

Quritish chizig'i va 60°S li izotrermaning kesilish nuqtasida quritgichdan chiqayotgan havoning nam qaqlashi $x_2 = 0,035 \text{ kg/kg}$ aniqlanadi.

Quruq havoning sarfi L ushbu tenglamadan topiladi:

$$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{0,0726}{0,035 - 0,0092} = 2,81 \text{ kg/c}$$

Quritgichdagi issiq havoning o'rtacha temperaturasi t_{ur} quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$t_{ur} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{130 + 60}{2} = 95^\circ\text{S}$$

Bu issiq havoning o'rtacha am saqlashi x_{ur} esa,

$$x_{ur} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{0,0092 + 0,035}{2} = 0,0221 \frac{\text{kg namlik}}{\text{kg quruq havo}}$$

Havoning ρ_{ur} va suv bug'ining ρ_s o'rtacha zichliklari quyidagiga teng:

$$\rho_{ur} = \frac{M}{v_0} \cdot \frac{T_0}{T_0 + t_{ur}} = \frac{29}{22,4} \cdot \frac{273}{273 + 95} = 0,96 \text{ kg/m}^3$$

A d a b i y o t l a r

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimeviy texnologiya asosiy jaraen va kurilmalar. – T.: SHark, 2003. – 644 s.

2. Dqtnerskiy Yu.I. Diplomnoe i kursovoe proektirovanie po kursu "Protsessq i apparatq ximicheskoy texnologii". - M.: Ximiya, 2006.- 290 s.

3. Kavetskiy G.D., Vasilg'ev V.V. Protsessq i apparatq pio'evoy texnologii. - M.: Kolos, 2004. - 539 s.

4. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - T.: NISIM, 2009. - 351 b.

5. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. - T.: Jaxon, 2000. -231 b.

6. Skoblo A.I., Molokanov Yu.K., Vladimirov A.I., O'elkunov V.A. Protsessq i apparatq neftegazopererabotki i nefteximii. – M.: Nedra, 2000. – 677 s.

7. Gelg'perin N.I. Osnovnqe protsessq i apparatq ximicheskoy texnologii. - M.: Ximiya, 1991. - t.1-2. - 810 s.

11. Klassen P.V., Grishaev I.G., SHomin I.P. Granulirovanie. - M.: Ximiya, 2001. - 240 s.

12. Title: Building and Construction Handbook, Sixth Edition.

Autnors:

Frederick S. Merritt is the author of this McGraw-Hill Professional pudlication.

Jonathan T. Ricketts is the author of this McGraw-Hill Professional publication

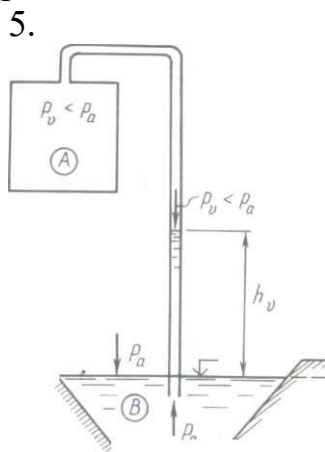
MASALALAR VA MASHQLAR TO'PLAMI

1. Tekis devordan o'tayotgan issiqlik oqimining zichligini toping, agar: devor issiqlik o'tkazish koeffitsienti po'latdan ($\lambda = 40 \frac{\text{sm}}{\text{m} \cdot \text{grad}}$), betondan ($\lambda = 1,1 \frac{\text{sm}}{\text{m} \cdot \text{grad}}$), g'ishtdan ($\lambda = 0,11 \frac{\text{sm}}{\text{m} \cdot \text{grad}}$) yasalgan bo'lsa, devorning qalinligi $\delta = 50_{\text{MM}}$ bo'lsa. Devorda xarorat $t_{c1} = 100^{\circ}C$, ikkinchi tomonda $t_{c2} = 90^{\circ}C$.

2. Tekis devorning qalinligi $\delta = 50_{\text{MM}}$ va issiqlik oqimining zichligi $q = 70 \frac{\text{Bm}}{\text{m}^2}$ bo'lsa, ularning ustki devorlarining temperaturalarini toping, agar, devor latundan $\lambda = 70 \frac{\text{sm}}{\text{m} \cdot \text{grad}}$, qizil g'ishtdan $\lambda = 0,7 \frac{\text{sm}}{\text{m} \cdot \text{grad}}$ va probkadan $\lambda = 0,07 \frac{\text{sm}}{\text{m} \cdot \text{grad}}$ bo'lsa.

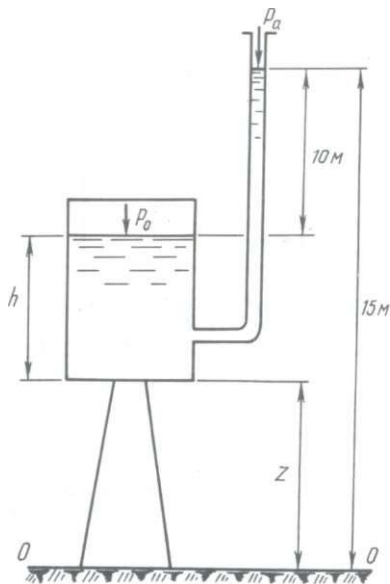
3. Q issiqlik yo'qotishni toping, agar: devor qizil g'ishtdan terilgan bo'lib uzunligi $l = 5_{\text{M}}$, balandligi $h = 5_{\text{M}}$ va qalinligi $\delta = 0,250_{\text{M}}$ bo'lsa. Devordagi harorat $t_{c1} = 110^{\circ}C$, $t_{c2} = 40^{\circ}C$ va qizil g'ishtning issiqlik o'tkazish koeffitsienti $\lambda = 0,7 \frac{\text{sm}}{\text{m} \cdot \text{grad}}$.

4. Berk idishga suv qo'yilgan va u r̄ezometr bilan jihozlangan. Idishdagi suv sathiga ta'sir qilayotgan bosimni idish berk bo'lgani sababli, tashqi bosim deb hisoblaymiz. Masalada bu tashqi bosim berilgan (2.17- rasm). $p_a = 10^5 \text{ Pa}$, $p_0 = 1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $\gamma = 9810 \frac{\text{H}}{\text{M}^3}$ Idishga o'rnatilgan r̄ezometr suv sathidan $h = 3,0 \text{ m}$ pastda n nuqtada joylashgan. Suv r̄ezometrda qanday I_r balandlikka ko'tarilishini aniqlang.



Rasmdagi A idishdan xavo siqib chiqarilgan, u yerdagi bosim $p_{\text{vak}} = p_v = 0,60$ atmosfera. A idish naycha orqali V idishdagi suv bilan tutashtirilgan. V idish ochiq, shuning uchun undagi suv sathiga atmosfera bosimi ta'sir kiladi. h_{vak} vakuum balandligini aniqlang.

6. Suv bilan to'ldirilgan ochiq idish berilgan. A nuqtada (h chukurlikda) manometr o'rnatilgan. Agar shu A nuqtada manometr r_{tn} $p_{\text{man}} = 0,40 \frac{\text{KFK}}{\text{CM}^2}$ yoki 0,4 atmosferani ko'rsatsa, suv sathi shu nuqtadan qancha h balandlikda bo'ladi?

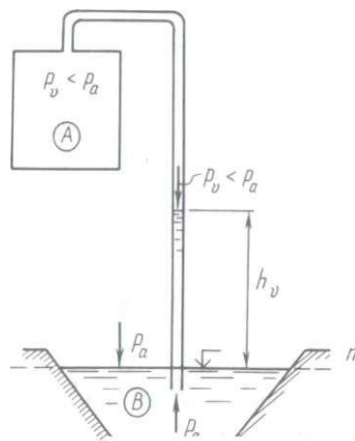


7. Devor materialini issiqlik o'tkazish ko'effitsientini aniqlang. Devorning qalinligi $\delta = 40_{MM}$ va temperaturalar farqi $\Delta t = 20^0 C$ issiqlik oqimining zichligi $q = 145 \frac{Bm}{m \cdot zpad}$.

8. 2.18-rasm- dagi A idishdan xavosi- kesib chikarilgan, u yerda- gi bosim $r = r = 0,60$

vak « v 'balandligini M, atmosfera. A idish naycha ork;ali V idishdagi suv bilan tutashtirilgan. B idish ochik,, shuning uchuy undagi suv satxiga atmosfera bosimi ta'sir kiladi. h . vakuum balandligini nikdang. Echish. Naychada kutarilgan suvning I_v anikdaymiz: h

$$- \frac{P_a - P_v}{\rho} = 1 - 0,6 \text{ yu}^5, \text{ ou } 9810 \text{ bu yerdar} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}; p_v = 0,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}; u$$

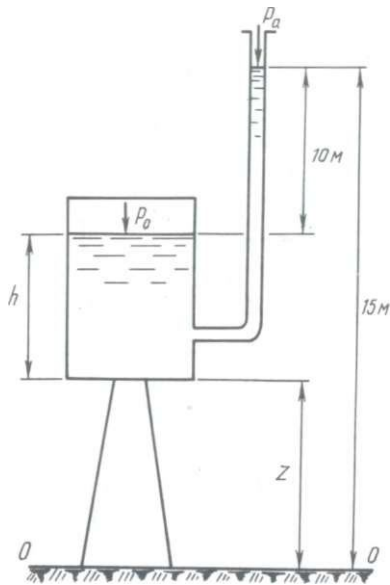


$$= 9810 / m^3.$$

2.18-rasm.

10. Suv bilan tuldirilgan ochik, idish berilgan (2.19-rasm) A nuqtada (A chukurlikda) manometr urnatilgan. Agar shu A nuqdada manometr $r_{msh} = 0,40$ kgk/sm² yoki 0,4 at- mosferani kursatsa, suv satxi shu nuqddan kdncha h balandlikda buladi. I o Echish. -m.I— 4,0R mayau0,40 Yu⁵ 9810 2>

2.4-masala. Vakuummeterli naychadagi simob 2-« chizigiga nisbatan $h = 0,30$ m balandlikka kutarilgan balsa, (2.20- rasm) A tsilindrdagi porshen ostida hosil bulgan vakuumni anikdaymiz.

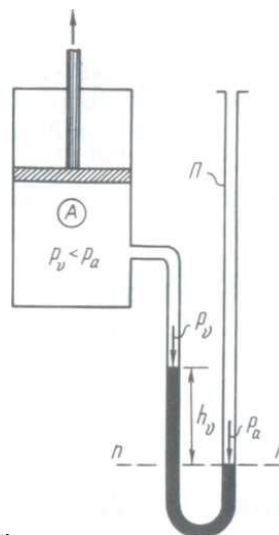


2.21-rasm.

Echish.

$$R = \gamma_{\text{simon}} L = 13,6 \cdot 10 \cdot 0,3 = 4,08 \text{ N Pa.}$$

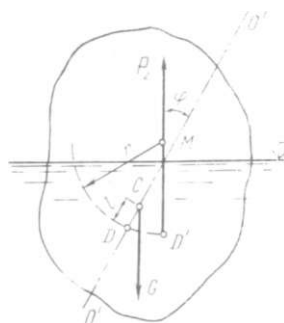
2.5-masala. TSilindr shakldagi berk idish suv bilan tuldirilgan (2.21-rasm). Suvning chukurligi $h = 2,0$ m. Suvning satxiga $r_0 = 2$ atmosferaga teng sikdpgan bosigii, ya'ni tashki r_0 bosim ta'sir kilyapti. Agar idish tubi yer satxi (0-0 takkoshlash tekisligi)dan $g = 3,0$ m balandda balsa, idishdagi suvning gidrostatik va p̄ezometrik



bosimini anikdang. $r_i = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa. } 10^5 \text{ Pa.}$

Masala. Ochi^tutash idish ikki xil solishtirma ogir- likka ega bulgan suyuqdik bilan tuldirilgan: $u = 7848 \text{ N/m}^3$ va 11772 N/m^3 . Bu tutash idishlardagi suyuqdiklar- ning balandliklari h_t va I , balsa, u idishlardagi suyuqdik sat\larining

fark, i ma'lum, ya'ni u $Ah = 0,30$ m, u xolda 2.61- rasmda kursatilgandek h_1 va h_2 , lar anikdang. *Javob:* $A_1 = 0,90$ m, $h_2 = 0,60$ m.



2.60-rasm.

Masala. Yukori tomoni suv satxidan $h_1 = 1,0$ m chu- kurlikda, pastki tomoni esa $h_2 = 3,0$ m chukurlikda joylashgan tik devorga ta'sir etuvchi suvning bosim epyurasini chizing suv chap tomondan tasir etadi. 2.61-rasm.

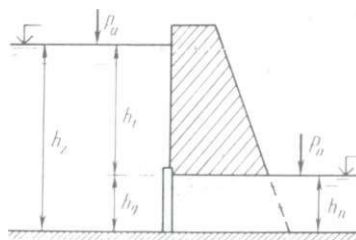
lashgan tik devorga ta'sir etuvchi suvning bosim epyurasini chizing. Suv faqat bir tomondan, ya'ni chap tomondan ta'sir etyapti.

2.1- **Masala.** Tik tekis devorda doiraviy teshik mavjud, u doiraviy shakldagi suv tutkich darvoza yordamida berkiladi va ochiladi, uning diametri $d = 1,0$ m. Darvozaning markazi suv satxidan $h = 4,0$ m chukurlikda joylashgan. Doiraviy suv tutkich darvozaga ta'sir etayotgan

2.2- suyuklikning bosim kuchini va bosim markazini anikdang *Javob:* $R = 3,14 \cdot 10^4$ N; $y_D = 4,02$ m.

2.3- **Masala.** Tekis suv tutkich darvoza suvga kumilgan xolatda bulib, uning ustki tomoni suv satxidan $h_1 = 2,0$ m chukurlikda joylashgan. Darvoza to'g'ri turtburchak shaklida, eni $B = 1,0$ m, balandligi $L_{lar} = 0,5$ m, u gorizont tekislik bilan 45° burchakni tashkil etgan xolda qiya joylashgan. Bu darvozaga ta'sir etayotgan suvning bosim kuchini va bosim markazini aniklang. Masalani analitik va grafoanalitik usulda yeching (2.65-rasm).

Javob: $R = 1,09 \cdot 10^4$ N, $y_e = 0,24$ m.



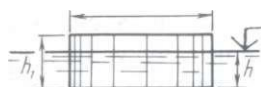
2.65-rasm.

2.4- **Masala.** Tik to'g'ri turtburchakli suv tutkich darvozasining (2.66-rasm) eni $b = 1,5$ m, balandligi $h_m = 2,0$ m. Bu darvozaning ustki tomoni suv satxidan $h_1 = 2,0$ m chuqurlikda, pastki tomoni esa $h_2 = 4,0$ m chuqurlikda joylashgan. Bundan tashkari darvozaga pastki b'efda ham suv ta'sir etyapti, u suvning chuqurligi $L = 2,0$ m. Darvozaga ta'sir etayotgan bosim kuchini va bosim markazini aniklang. *Javob:* $R = 6,0 \cdot 10^4$ N, $ye = 1,0$ m.

2.7-masala. Sektorli suv tutkich darvozaga suvning bosim kuchini va yunalishini aniklang (2.67-rasm). Darvoza tutib turgan suvning chuqurligi

$h = 3,0$ m, $\alpha = 45^\circ$, $l = 4,24$ m, darvozaning eni $b = 1,0$ m. d

Javob: $R = 4,67 \cdot 10^4$ N, $\beta = 14^\circ 30'$.



2.69-rasm.

Masala. Temirdan yasalgan tugri turtburchakli idishning (2.68-rasm) balandligi $h = 1,0$ m, tomonlari $1,5 \times 1,5$ m (ustidan kurinishda), ogirligi $G = 1,35 \cdot 10^4$ N. Bu idish suv satx'iga tushirildi va unga kushimcha Q yuk ortildi, shu xolda bu idish suvda suzib yuribdi. Bu idishning satxi suv satxidan $I = 0,10$ m balandlikda suzib yurishi uchun unga ortilgan kushimcha yukning eng katta ogirligi kanday bulishi kerak, bu idish suvga kancha h_r chuqurlikka cho'kishi kerak?

Javob: $Q = 0,675 \cdot 10^4$ N; $h = 0,60$ m.

Masala. Suvda suzib yuruvchi pontonning balandligi $h = 0,70$ m, diametri $d = 16$ m, devorining kalinligi $\delta = 0,012$ m. Ponton devori materialining solishtirma ogirligi (u pulatdan yasalgan) $\rho_{\text{pulat}} = 8,10^4$ N/m³ (2.69-raam) bulsa, uning chaykalmaslik xususiyatini anikdang.

Javob: Ponton chaykalmaslik xususiyatiga ega (ostoychiv).

3.3- **masala.** Kanaldagi okimning kundalang kesimi maydoni suv $S = 4,0$ m² va okimning urtacha tezligi $v = 0,85$ m/s berilgan. Suyuklikning xajmiy sarfini anikdang.

Echish. $Q = v \cdot S = 0,85 \cdot 4,0 = 3,40$ m³/s.

3.4- **Masala.** Pulat kuvurda suv sarfi $Q = 0,25$ m³/s, va uning kundalang kesimining maydoni $S_0 = 0,60$ m² bulsa, undagi okimning urtacha tezligini aniklang. **3.5-masala.** Kundalang kesimi uzunligi buyicha uzgaruvchan (ikki xil

diametrli) naporli kuvur berilgan. Okimning birinchi kundalang kesimidagi o'rtacha tezligini anikdang. Kuvurning birinchi kundalang kesimidagi diametri $d=200$ mm, ikkinchi kundalang kesimidagi diametri $J_2=100$ mm, shu ikkinchi kesimdagi okimning urtacha tezligi $i_2=1,0$ m/s.(3.51)

Echish. Kuvurning ikkala kundalang kesimlarining maydoni:

(3.50) ni (3.49) ga kuysak,

«2 4

ya'ni doiraviy kuvur uchun ikkala kesimlardagi okim tez-liklarining nisbati kuvurning usha kesimlaridagi diametrlarining kvadratlari nisbatlariga teskari proporsional. (3.51) tenglamadan kuvurning birinchi kundalang kesimidagi okimning urtacha tezligi kuyidagicha

d} «1

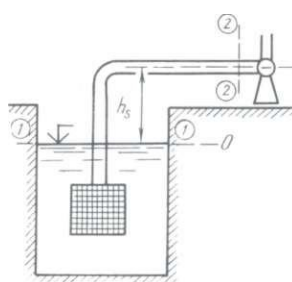
yoki ularning urniga d_1, d_2, v_1, v_2 kiymatlarini kuyib chiksak,

$1,0 = 0,25$ m/s. $0,20$

Masala. Pъezometrli suv ulchagich ulangan kuvurdan utayotgan suyuqdik sarfini anikdang (3.33- rasmga karang). Pъezometr kursatkichlarining farъi $D/g=1,2$ m. Kuvurning pъezometr urnatilgan **I—I** va **II—II** kundalang kesim maydonlarining nisbati $\frac{S_1}{S_2} = 12,0$. Birinchi kesimdagi oqim kundalang kesimining maydoni $S_1 = 0,00014$ m² va suyuqdik sarfi koeffitsienti $\eta = 0,92$. *Javob.* $Q = 0,0117$ m³/s.

Masala. Nasos kudukdan suvni kutarish uchun, uni surib oladigan balandligi h_s (suv satxidan nasos uqigacha)ni aniklang. (3.37- raem). Nasosning suv tortish kobilyati suyuqdik sarfi bilan ifodalanadi, ya'ni $Q=0,030$ m³/s; nasosning suruvchi kuvurining diametri $d=0,15$ m. Nasosning uzi xosil kiladigan vakuum $r_x=0,68$ atmosfera va suruvchi kuvurdagi yo'qotilgan napor $h=1,0$ m. *Javob.* $l=5,65$ m.5

Masala. Gorizontal joylashgan, ketma-ket ulangan xar xil diametrli kuvur orkdli suv xavzadan okib chikdi (3.38- raem). Suyuqdik sarfi Q xamda kuvurning **I—I** va **II—II** kesimlarida okimning Q —



3.37-rasm.

o'rtacha tezliklarini v_1 va v_2 xamda gidrodinamik bosimlarini aniklang.

Idishdagi suyuqlik larning nabori $N = \text{const}$, suyuqlikning sarfi xam $Q = \text{const}$. Berilgan mikdorlar: $N = 2,0 \text{ m}$, $h_1 = 0,075 \text{ m}$, $d = 0,25 \text{ m}$, $h_2 = 0,10 \text{ m}$, $v_1 = v_2 = 0$, $w_3 = 6,27 \text{ m/s}$, $r = r_1$. *Javob.* $Q = 0,0492 \text{ m}^3/\text{s}$, $i_1 = 11$, $Y_u \text{ m/s}$, $d_2 = 1,0 \text{ m/s}$, $h_2 = 5,591 \text{ TO}^4 \text{ Pa}$, $r = 1,72 \cdot 10^{-10} \text{ Pa}$. okimining tezliklariga karab quyidagicha nomlanadi: masalan, i_{kr} ga tegishli Re_{kp} soni — *pastki kritik O. Reynolbde soni* deyiladi va $(Re)_{p.1STKI}$ orkali belgilanadi; v'_{kp} ga tegishli Re'_{kp} — yukori kritik O.

4.1-masala. Kuvurning diametri $Z = 0,01 \text{ m}$, unda $1,0 \text{ m/s}$ tezlikda tekis ilgariylanma xarakat kilayotgan suyuqlikning xarakat tartibini aniklang. Suyuqlikning xarorati $T^{\circ}S = 20^{\circ}S$.

1. Kuvurda gaz e t s i m o n suyuqlik xarakat kilyapti (uning kinematik kovushokdik koeffitsienti $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$) $Re = 670 < 2320$. 1510

Bu xlatda gazeimon suyuqlik xarakatining tartibi — *laminar*.

2. Kuvurda neft xarakat kilyapti (uning kinematik kovushokdik koeffitsienti $\nu = 80 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)

$Re_0 = MML = 125 \ll 2320$, i 80-10bu sharoitda esa suyuqlik okimining xarakat tartibi — mutlako *laminar*.

B. Suyuqlik oqimining kritik tezligi, ya'ni, ya'ni bir tartibdan ikkinchi tartibga utishdagi chegara tezligi g ni aniklaymiz (yukorida berilgan shartlarga binoan).

1. Su v uchun

$$v_{kr} = \frac{Re_{kp}}{r} = \frac{2320}{r} = 0,232 \text{ m/s}.$$

2. Gaz uchun $v_{kr} = \frac{2320}{r} = 3,48 \text{ m/s}$.

3. Neft uchun

$v_{kr} = \frac{2320}{r} = 18,56 \text{ m/s}$. Bundan kurinib turibdiki, bir xil sharoitda xar xil suyuqliklar uzini xar xil tutar ekan. Bu amaliyotda, gidrotexnik va boshq inshootlar (kuvur, kanal va boshkalarni gidravlik xioblashda katta axmiyatga ega.

4.2-masala. Naporli kuvurda suyuqlikning turbulent xarakati paytida uning uzunligi buyicha yukotilgan naborni anikdang. Kuvurning uzunligi $l = 800 \text{ m}$, undagi

suyukdik sarfi $Q = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$. Kuvur pulatdan yasalgan bulib, diametri $D = 0,25 \text{ m}$ va gadir-budurligining urtacha balandligi $D = 0,0013 \text{ m}$.

Echish. Karalayotgan masaladagi berilgan mikdorlar ikkinchi darajali karshilik soxdsida yotadi deb faraz kila- miz, u x,olda yukotilgan napor A. SHezi formulasi $v = S \cdot L \cdot y$ dan foydalanib kuyidagicha anikdanadi: $h = c^2 \cdot r$

bu yerda J, I Bunda v uzluksizlik tenglamasidan anikdanadi: $Q = 0,10 \text{ t g.}, v = \frac{Q}{A} = \frac{0,10}{0,0013} = 76,92 \text{ m/s}$, $D^2 = 0,0625 \text{ m}^2$ bu yerda $v = 2,04 \text{ m/s}$ sh, $D^2 = 3,140,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ bu yerda $v = 0,0625 \text{ m}$. 227I.

I. Agroskin formulasidan S ni anikdaymiz

$$S = 17,72 (k_{sh} + 1gR) = 50,2 \text{ m}^{\circ-5}/\text{s} \text{ bunda } J = 7Z$$

$$I, = \frac{Q}{v} = \frac{0,10}{2,04} = 0,049 \text{ m}^2 \cdot \text{s} = 21,14 \text{ m} \cdot \text{s}^2 \cdot L = 50,2^2 \cdot 0,0625$$

Masalaning boshlanishida biz suyukdik x,arakati jarayon- larini ikkinchi darajali k,arshilik soxasiga karashli deb xisobni boshlagan edik. Endi haqiqatdan xam undaymi yoki yukmi ekanini tekshiramiz. Buning uchun O. Reynol'de sonini xsoblaymiz

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} = \frac{1,31 \cdot 0,25}{1,31 \cdot 10^{-6}} = 252290$$

bu yerda suvning xarorati $G S = 10^{\circ} \text{ S}$ bulgani uchun 1.2-jad- valdan $\nu = 1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ buladi. Endi shunday O. Reynol'de sonini anikdashimiz kerakki (u chegaraviy O. Reynol'de soni deyiladi), u chegaraviy Re_{4erapa} sonidan katta bulsa, u xolda bizning masala ikkinchi darajali kar- shilik soxasi karashli buladi, ya'ni uzan devori tulik, gadir-budur

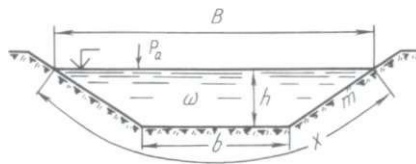
$$chegara = 21,6S = 21,6 \cdot 50,2 = 10855,2$$

ya'ni

$$Re_0 = 252290 > Re_{4erapa} = 10855,2$$

Bu tengsizlikdan shunday xulosa chikdiki, berilgan masalada karalayotgan suyukdik xarakati xakikatan xam ikkinchi darajali karshilik oblastida ekan. Bundan kurinadiki, masalani yechishda biz tugri yul tutganmiz.

4.3-masala. Trapetsiya shaklli betondan yasalgan kanal uchun A. SHezi koeffitsientini anikdang. Kanal ulchamla- ri kuyidagicha: tubining kengligi $B = 5,0 \text{ m}$; undagi suvning chukurligi $h = 2,0 \text{ m}$; kanal yonbosh devorining ni- shabi $t = 1,0$ (4.28-rasm).



4.28- raem.

Echish. Bu xarakat ikkinchi darajali karshilik oblastiga tegishli deb faraz kdlamiz:

$$so = (b + mh)h = (5 + 1,0 \cdot 2) \cdot 2 = 14,0 \text{ m}^2;$$

$$X = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 5 + 2 \cdot 2 \cdot \sqrt{1 + 1,0^2} = 10,66 \text{ m};$$

Berilgan betonli kanal uchun $p = 0,012$; $\alpha = 83,3$ yoki $k_{sh} = 4,75$.

A. SHEzi koeffitsientini bir necha formulalar yordamida

xisoblaymiz. Gangilьe-Kyi ger formulasi (1869 y.) bu yerda

$R > 1,0$, demak

$$5. \quad X. \text{ Bazen formulasi (1897 y.) } G = \frac{87}{R^f}, \quad f = 0,5/r$$

$$L = 0,012^{5D} \cdot 0 M / S.$$

7PT I. I, Agroskin formulasi (1949 y.)

$$S = 17,72(k_{sh} + \lg fl) = 17,72(4,75 + 0,117) = 86,2 \text{ m}^{0,5}/s.$$

R + 0,025 S = 25 A. D. Al'tshul formulasi (1954 y.)

$$87,7 \text{ m}^{0,5}/s.$$

(80/1)⁶ V&7 8. A. Yu. Umarov formulasi (1967 y.)

$$C = [4,921g(\cdot) + 2,94] V_s = 85,75 \text{ m}^{0,5}/s$$

bu yerda beton uchun $d = 0,10 \cdot 10^4 \text{ m}$.

4.4-masala. 4.29-rasmdagi N kuvurda xarakatlanayotgan suvning sarfi Q ni va undagi ok,im tezligini anikdang. Berilgan: $N = 0,48 \text{ m}$; $D = 0,15 \text{ m}$ va $l = 50 \text{ m}$.

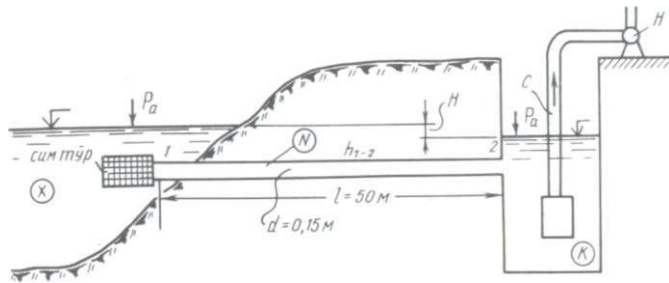
Echish. Kuvur N dagi suv xarakati paytida yukotilgan napor

$$Y_a = L \cdot \dots + A \cdot \dots + h$$

s.tur 1—2 chikish **1**. Turdagi maxalliy karshilik ta'sirida yukrtilgan napor

$$I = 1 \text{ bu yerda } = 5,0,$$

1 Manning formulasi (1890 й.)
2 Н. Н. Павловский формуласи (1930 й.)



4.29- raem.

$$h = 5 \cdot 0 \cdot v^2$$

2. Yukotilgan napor $L_{,2}$ ni tezlik moduli orkali aniklaymiz chunki bu masala ikkinchi darajali karshilik oblastiga tegishli

buerda qiymatini jadvaldan gidravlik ma'lumotnomadan anikdaymiz, $Z) = 0,15$ m bulgan kuvur uchun $W - 9,58$ m/s.

3. Kuvur N dan chikishda yukotilgan napor

$$I = R \cdot nL = 10-$$

Bulardan

$$I = h_c \cdot tVD + A \cdot 7 + h = v^2 \text{ s.gur 1-2 ch i KI sh } i$$

kelib chikadiki

$$(\underline{5,0}, \underline{50,0}, \underline{1,0}) \text{ p ost } 2^{+0,857u}$$

$$tVD + A \cdot 7 + h$$

$$= v^2 \text{ s.gur 1-2 ch i}$$

$$\text{KI sh } i \underline{5,0}, \underline{50,0},$$

$$\underline{1,0}) \text{ p ost } 2^{+}$$

$$=0,857u$$

Ya ning qiymatini urniga kuyib, yukridagi tenglamani yechamiz

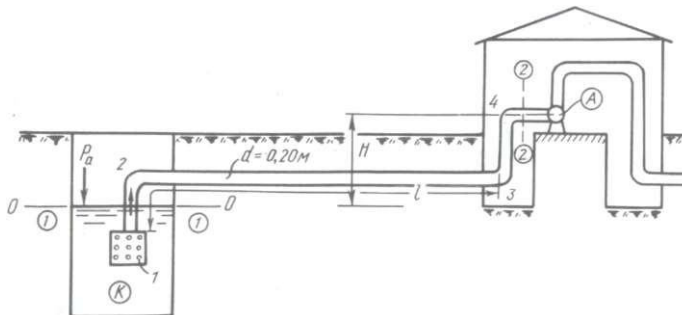
$Y_a = 0,857 V^2, 0,48 = 0,857 i^2$, bundan Endi suv sarfini anikdaymiz

$$Q = va > = v = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 0,48}{\pi}} \approx 0,75 = 0,0132 \text{ m}^3/\text{s}.$$

4.5-masala. A nasos K kudukdan sarfi $Q = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$ ga teng bulgan suvni kanalga kutarib beradi (4.30-rasm). Nasosning S surish kuvurining uzunligi $=30 \text{ m}$, dia- metri $D = 0,20 \text{ m}$. Kuvurning bukilish radiusi $g_k = 0,26 \text{ m}$. Surish kuvurining boshida tur va kopkrk mavjud. Nasosning surish balandligini anikdang. Bu yerda vakuum $Y_a = 6 \text{ m}$ suv ustuniga teng.

Echish. Masalani D. Bernulli tenglamasi yordamida yechamiz.

Buninguchun (4.30-rasm) asosan ikki ixtiyoriy kundalang kesim va ixtiyoriy O—O takdoslash tekisligini kabul kilamiz. Birinchi kundalang kesim 1—1 ni kudukdagi suv satxidan, ikkinchi kundalang kesim 2—2 ni esa surish kuvuri oxiridan olamiz. Takdoslash tekisligi 0-0 ni



4.30- raem.

birinchi kundalang kesimdan olamiz. Kuduk K da okim tezligini nolga teng deb kabul kilamiz. D. Bernulli tengla- masini yozamiz:

$$2g u^1 - 2g u^2 + z_2 + f$$

Masalaning shartiga asosan $v_1 \approx 0$; $v_2 = v$; $r_x = r$; $g = 0$;

$$P_1 = P_2 + \rho g z_2 + \rho g f$$

$$R_k = \rho g h + \rho g l + H + h_f, \quad Y_u = H_v$$

bu yerda r — kudukdagi suv satxiga ta'sir etuvchi (baro- metrik) atmosfera bosimi; r_{ilsos} — nasosdagi bosim; v — kuvurdagi urtacha tezlik; h_f — suruvchi kuvurdagi barcha kar- shiliklar uchun yukotilgan napor. Bu yerda K — R_{nasos} —

CH U

$$(B) \text{ ni } (A) \text{ ga kuyib, } N \text{ ga nisbatan yechsak } H_v = H + h_f, \quad (V)$$

urtacha tezlikning uzluksizlik tenglamasidan $v = \frac{Q}{JL} = \frac{0,20}{0,31} = 0,64 \text{ m/s}$,
 sh nDt 8,14-0,20 4

Suruvchi kuvurdagi suv xarakati paytida undagi karshiliklarning ta'sirida umumiy yukotilgan naporni anikdaymiz

$$h_f = h_s + Z_{hj}$$

1. Suruvchi kuvur boshidagi tur va kopkok maxdliiy karshiligi ta'sirida yukotilgan napor

$$h_s = l \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Gidravlik ma'lumotnomadan tur uchun maxalliy karshilik koeffitsientini olamiz

$$K = \frac{2L}{D^5} \cdot 90$$

$$K = \frac{2 \cdot 0,31}{0,20^5} \cdot 90$$

2. Kuvurning uchala tirsagi uchun ($\xi_{tirsak} = 0,20$):

$$\xi_{girsak} = 0,60; \xi = 0,77;$$

$$K_{girsak} = K + \xi = K_{girsak} = 0,60 + 0,77 = 1,37$$

3. Uzanning uzunligi buyicha yukotilgan napor $h_t = il$, bu yerda $i = 0,0031$, u gidravlik ma'lumotnomadan Q bilan D ning kiymatlariga karab olinadi.
 SHunday kilib

$$h_f = I + III = \frac{l}{7} + \frac{l}{gS_{tur}} + \frac{S}{!TlfpaK} = \frac{l}{7} + fi + Z^{HpaK} = 0,20 \text{ m. } 2$$

TARQATMA MATERIALLAR

1. “Qurilish materiallari jarayon va apparatlari” fanidan laboratoriya ishlarini bajarishda uslubiy qo’llanma.
2. “Qurilish materiallari jarayon va apparatlari” fanidan o’tilayotgan mavzu bo’yicha izohli lug’at va tayanch iboralar.
3. Mazkur fandan o’rganilayotgan o’lchov vositalarini metrologik xarakteristikalarini va shu o’lchov vositalaridan namunalar. (bosim o’lchash vositalari, harorat o’lchov vositalari, mikrometrlar, shtangentsirkuly, turli detallar va hakoza).

GLOSSARIY

1. **Arbolit** – qisqa tolali organik to’ldirgichlar (yog’och qipig’i, payraxa, g’o’zapoya, ioxol va sh.k.) va portlandtsement yoki shlakishqorli bog’lovchilar asosida ratsional tarkibli kompozitsion materialdir.
2. **Asbest** – tabiiy tolasimon material bo’lib, suvli va suvsiz magniy silikati, ba’zi turlarida kaltsiy silikati va natriy silikatidan iborat bo’ladi.
3. **Asfal’t betonlar** – bitum, mayda va yirik to’ldirgichlar asosida zichlashtirib tayyorlangan kompozitsion materialdir.
4. **Baqaloqlik** – daraxt tanasining pastki qismi yuqori qismiga nisbatan keskin yo’g’onlashishidir.
5. **Beton** – ratsional tarkibida tanlangan mineral bog’lovchi, suv, to’ldirgichlar, maxsus qo’shimchalardan iborat qarishmalarni aralashtirib, zichlashtirishdan hosil bo’lgan sun’iy kompozitsion tosh materialidir.
6. **Bronza** – mis va qalay, marganets, alyuminiy, nikel, kremniy, berilliy va boshqa elementlar qotishmasidir.
7. **Gaz beton** – portlandtsement, kremnizemli komponent va gaz hosil qiluvchi aralashma asosida tayyorlangan o’ta yengil beton.
8. **Gigroskoplik** – materialning muayyan muxitdan namlikni o’ziga tez singdirib olish xususiyatidir.

9. **Gidravlik ohak** – tarkibida 6-20% giltuproq bo'lgan mergelli ohak toshlarni 900-1000 °S haroratda kuydirib olinadi.
10. **Gidroizol** – asbest kartoni bitumli bog'lovchilarda shimdirib olinadigan o'rama material.
11. **Gips beton** – qurilish gipsi, yuqori mustahkamlikdagi gips asosida keramzit, agloporit, shlakli pemza, organik to'ldirgichlar qo'shib tayyorlangan kompozitsion material.
12. **G'ovaklik** – material to'la hajmidagi g'ovaklar hajmi bilan belgilangan.
13. **Jez (latun)** – mis va rux (40% gacha) qotishmasi bo'lib, tarkibiga ligerlovchi qo'shimchalar sifatida alyuminiy, qo'rg'oshin, nikel, qalay va marganets qo'shiladi.
14. **Zichlik** – absolyut zich materialning hajm birligidagi massasidir.
15. **Qatron** – toshko'mir, yog'och, torf va yonuvchi slanetslardan havosiz muhitda qizdirib olinadigan qora-jigarrang quyuq modda.
16. **Qattiqlik** – materiallarga o'zidan qattiq jism botirilganda qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.
17. **Qurilish qorishmalari** – meniral, bog'lovchi modda, suv, mayda to'ldirgich va qorishma xossalarni yaxshilovchi qo'shimchalardan iborat aralashmalarning qotishidan hosil bo'lgan kompozitsion material.
18. **Mustahkamlik** – materialning buzilishga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.
19. **Ogranik shisha** – polimetilmetakrilatdan iborat bo'lib, shaffof 1% dan kam ultra binafsha nurlarini o'tkazadi.
20. **Oliflar** – tabiiy bog'lovchi modda bo'lib, zig'ir, kanop kabi o'simliklar moylariga maxsus ishlov berib olinadi.
21. **Pigmentlar** – bo'yoq tarkibiga rang berish, xossalarni yaxshilash, atmosfera va korroziyaga bardoshlilikini oshirish maqsadida qo'shiladigan tabiiy va sun'iy kukun material.
22. **Siqilishdagi mustahkamlik chegarasi** – tashqi omillar ta'sirida materialda hosil bo'ladigan ichki siquvchi zo'riqishlarga qarshilik ko'rsatish xususiyatidir.

23. **Suv o'tkazuvchanlik** – materialning bosim ostida o'zidan suvni o'tkazish xususiyati.
24. **Suv shimuvchanlik** – g'ovak materialning suv shimish va suvni o'zida ushlab turish xususiyatidir.
25. **Sun'iy (neft) bitumlari** – neft xom ashyosini organik sintez jarayonida hosil bo'lib, qovushqoq suyuqlik yoki qattiq moddalar, ya'ni uglevodorod birikmalari va nometall hosilalar aralashmasidan iboratdir.
26. **O'rtacha zichlik** – material tabiiy holatdagi massasining hajmiga bo'lgan nisbatidir.
27. **Elastiklik** – kuch olingandan keyin materiallarning avvalgi shakli va o'lchamlarini tiklash xususiyatidir.

REFERAT MAVZULARI

1. Qurilish materiallari bilan darslik orqali tanishuv va topshiriqni bajarish.
2. Qurilish materiallarini fizik va mexanik xossalarini aniqlash bo'yicha amaliy tajriba ishlarini bajarish va jadval to'ldirish.
3. Anomal suyuqliklarni reologik parametrlarini aniqlash va shu parametrlardan foydalanib truboprovodlarni gidravlik xisoblash.
4. Porshinli, markazdan qochma va shesternyali nasoslarni xarakteristikasini aniqlash.
5. Issiqlik almashinish apparatlarini parametrlarini aniqlash.
6. Quritish jarayonini kinetikasini aniqlash.
7. Qattiq jismlarni maydalash va mexanik maydalagichlar bilan tanishish.
8. Mavzular bo'yicha test savol-javoblarini tayyorlash.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

Foydalaniladigan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

1. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimeviy texnologiya asosiy jaraen va kurilmalar. – T.: SHark, 2003. – 644 s.
2. Дытнерский Ю.И. Дипломное и курсовое проектирование по курсу "Процессы и аппараты химической технологии". - М.: Химия, 1986.- 290 с.
3. Kavetskiy G.D., Vasil'ev V.V. Процессы и аппараты пищевой технологии. - М.: Kolos, 1998. - 539 s.
4. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va misollar. - T.: NISIM, 1999. - 351 b.

5. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Ismatullaev P.R., Zokirov S.G., Mannonov U.V. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash. - T.: Jaxon, 2000. -231 b.
6. Skoblo A.I., Molokanov Yu.K., Vladimirov A.I., Щелkunov V.A. Протсессы і аппараты нефтегазопереработки і нефтехимии. – М.: Nedra, 2000. – 677 s.
7. Гельперин N.I. Основные протсессы і аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1991. - т.1-2. - 810 s.
- 8 Nurmuhamedov X.S., Gulyamova N.U., Nig'madjanov S.K., To'ychiev I.S. va boshqalar. Kimyoviy texnologiyaning gidromexanik, issiqlik massa almashinish jarayonlari bo'yicha laboratoriya ishlari.- Tashkent, TashKTI, 2000. – 128 b.
9. Nurmuhamedov X.S., Tuychiev I.S., Nigmadjanov S.K., Abdullaev A.A., va boshqalar. Kimyoviy texnologiya jarayon va qurilmalari fani bo'yicha sirtqi bo'lim talabalari uchun nazorat vazifalarni bajarish.- T.: ToshKTI, 2001. – 35s.
10. Nurmuhamedov X.S., Gulomova N.U., Ismatullaev P.R. Kimyoviy texnologiya jarayonlari va qurilmalari fanidan testlar. - Toshkent, 1998. - 3,25 b.t.
11. Klassen P.V., Grishaev I.G., SHomin I.P. Гранулирование. - М.: Химия, 1991. - 240 s.
12. Kavetskiy G.D., Vasil'ev B.V. Протсессы і аппараты пищевой технологии. – М.:Kolos, 1999. – 551 s.

XORIJIY MANBALAR

1. Yeremin N.F. Qurilish materiallari texnologiyasidagi apparat va jarayonlar. – М.: Oliy maktab, 1986 y.
2. Borsh I.M. va b. Qurilish materiallari texnologiyasidagi apparat va jarayonlar. – Kiev: Oliy maktab, 1981 y.
3. Gorchakov G.I., Bajanov Yu.SH. Qurilish materiallari. – М.: Qurilish nashriyoti, 1986 y.
4. Pavlov K.F., Romankov P.G., Noskov A.A. Kimyoviy texnologiya apparatlar va jarayonlar kursi bo'yicha misol va masalalar. – L.: Химия, 1987 y.
5. Lebedev P.D., SHukin A.A. Sanoat korxonalarining issiqlikdan foydalanuvchi jihozlari (Kursaviy loyihalash). – М.: Энергия, 1970 y.
6. Kuvshinskiy M.N., Sobolev A.M. Kimyoviy sanoat apparat va jarayonlari fani bo'yicha kursaviy loyihalash. – М.: Высшая школа, 1968 y.

7. Ujov V.N., Valdʼberk A.Yu. va b. Sanoat gazlarini changdan tozalash. – M.: Ximiya, 1981 y. – 392 b.
8. Sokolov V.N. (umum. mux.). Kimyoviy sanoat mashinalari va jarayonlari. Misol va masalalar. – L.: Mashinostroenie, 1982 y. - 384 b.
9. Ditperskiy Yu.I. kimyoviy texnologiya apparatlari va asosiy jarayonlari. – M.: Ximiya, 1985 y. – 272 b.
10. Vsilytsev E.A., Ushakov V.G. Suyuq moddalarni aralashtirish uchun apparatlar. – Maʼlumotiy qullanma. – L.: Mashinostroenie, 1979 y. – 271 b.
11. Rusakov A.A. (mux.). CHang va kulni tutish boʻyicha maʼlumotnoma. – M.: Energiya, 1975 y. – 296 b.
12. Romankov P.G. va b. Kimyoviy texnologiyaning modda almashinuv jarayonlari. Qattiq fazali tizimlar. – L.: Ximiya, 1975 y. – 336 b.
13. Likov A.V. Quritish jarayonida issiqlik va modda almashinuvi. – L.: Gosenergoizdat, 1956 y. – 464 b.
14. Sajin B.S. Quritish texnikasi asoslari. – M.: Ximiya, 1934 y. – 319 b.
15. Yerofeeva O.B., Gotfrid V.L. Apparat va jarayonlar boʻyicha kursaviy loyihalash. Oʻquv qoʻllanma. – Tashkent, TashPI, 1979 y. – 82 b.
16. Sidenko P.M. Kimyoviy texnologiyada maydalash. – M.: Ximiya, 1977 y. – 368 b.
17. Bogdanov O.S. (mux.). Konlarni boyitish boʻyicha maʼlumotnoma. – M.: Nedra, 1972 y. – 447 b.
18. Likov A.V. Issiqlik modda almashinuvi maʼlumotnoma. – M.: Energiya, 1978 y. – 480 b.
19. Peregudov V.V. Qurilish materiallari va mahsulotlari texnologiyasidagi jihozlar vaissihlik jarayonlari. – M.: Vysshaya shkola. 1973. – 160 b.
20. Lashinskiy A.A., Tolchinskiy A.R. Kimyoviy apparaturalar hisobi va konstruktivlashtirish asoslari. Maʼlumotnoma. – M.: Mashinostroenie 1970. – 752 b.
21. Vixman Yu.L., Babitskiy I.F., Volʼfson S.I. Neftzavod apparatlarini konstruktivlashtirish va hisoblash. – L. – M.: GNTI, 1953 y. – 652 b.
22. Molchanov I.A. (mux.). Qozon nazorati obʼektlari boʻyicha maʼlumotnoma. – M.: Energiya, 1974 y. – 444 b.
23. Romankov P.G., Rashkovskaya N.B. Osilgan vaziyatda quritish. L.: Ximiya, 1979 y. – 272 b.
24. Kelʼtsev N.V. SHimilish texnologiyasi asoslari. – M.: Ximiya, 1976 y. – 512 b.
25. Lukin V.D., Krochkina M.I. Kimyoviy sanoatda ventilyatsion ravishda chiqaruvchilarni tozalash. – L.: Ximiya, 1980 y. – 232 b.

26. Kalinushkin M.P. Ventilyator jihozlar. 7-nashr. – M.: vıssshaya shkola, 1979 y. – 223 b

Kataloglar

1. Gaz tozalash jihozlari. TSiklonlar. Kataloglar. – M.: TSINTI Ximneftemash, 1977 y. – 21 b.

2. Gaz tozalash jihozlari. Elektrouzg'ichlar. Kataloglar. – M.: TSINTI Ximneftemash, 1976 y. – 19 b.

3. Ustun shaklidagi apparatlar. Katalog. – M.: TSINTI Ximneftemash, 1978 y. – 31 b.

4. Kimyoviy ishlab chiqarish pechlari. Katalog. – M.: TSINTI Ximneftemash, 1976 y. – 24 b.

5. Umumiy maqsad uchun mo'ljallangan aylanma barabanli pechlar. Katalog. – M.: TSINTI Ximneftemash, 1965 y. – 31 b.

6. Sanoat tsenrifugalari. Katalog. – M.: TSINTI Ximneftemash, 1971 y. – 142 b.

7. Rotor yupqa pardali bug'latgichlar. Katalog. – M.: TSINTI Ximneftemash, 1976 y. – 12 b.

8. Qurilish apparatlari va jihozlari. Katalog. – M.: TSINTI Ximneftemash, 1975 y. – 61 b.

9. Zenkov R.L. va b. Hamma tuzilishlari. – M.: Mashinosroenie, 1977 y. – 233 b.