

**Xakimova G.N.**

**NASOS, VENTILYATOR VA  
KOMPRESSORLAR**

**TKTI "Ishlab chiqarishlar va kimyoviy texnologiya"  
o'quv-uslubiy birlashmasi tomonidan amaliy mashg'ulot uchun  
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etiladi.**

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

**TOSHKENT KIMYO-TEXNOLOGIYA INSTITUTI**

**Xakimova G.N.**

**NASOS, VENTILYATOR VA**  
**KOMPRESSORLAR**

TKTI "Ishlab chiqarishlar va kimyoviy texnologiya" o'quv-uslubiy birlashmasi tomonidan amaliy mashg'ulot uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etiladi.

**TOSHKENT – 2024**

UO'K: 621.65+621.51(075.8)

KBK: 31.56+31.76ya73

X 12

O'quv qo'llanmada nasoslarning tavsiflanishi, ventilyator va kompressor qurilmalarining asosiy ish ko'rsatkichlari, suyuqliklarni uzatishda gidravlik xisoblar, mavzuga oid misollarni ishlash namunalari va topshiriqlari berilgan. Nasos, ventilyator va kompressorlarning xarakteristikalaridan ish ko'rsatkichlarini aniqlash va rostdash usullari, ularni unumdorligini, foydalanish quvvatini hisoblash bo'yicha misol va masalalarning namunalari berilgan. Shuningdek, bilimlarni sinash va mustaxkamlash yuzasidan test savollari keltirilgan.

Ushbu o'quv qo'llanmadan 60720700 "Texnologik mashina va jixozlar (tarmoqlar bo'yicha), 60710100 – Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha), 60720100 – Oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulot turlari bo'yicha), 60720300 - Vinochilik texnologiyasi, bijg'ish mahsulotlari va alkogolsiz ichimliklar texnologiyasi, 60720400 - Konservlash texnologiyasi, 60720900 - Neft-gaz kimyo sanoati texnologiyasi, 60721000 - Gazni chuqur qayta ishlash texnologiyasi, 60721100 - Neft va neft-gazni qayta ishlash texnologiyasi bakalavriat ta'lim yo'nalishlari talabalari foydalanishlari mumkin.

**Tuzuvchi: Xakimova G.N.** - TKTI, "Texnologik mashina va jixozlar" kafedrasining mudiri, t.f.n., dotsent.

**Taqrizchilar: Karimov Q.F.** - TDTU, "Sovutish va kriogen texnikasi" kafedrasining mudiri, professor, texnika fanlari doktori.

**Djandullayeva M.S.** - TKTI, "Noorganik moddalar kimyoviy texnologiyasi kafedrasining mudiri, PhD, dotsent

ISBN 978-9910-9144-1-6

© "Afzalzoda books", 2024

## KIRISH

Respublikamiz kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat, tog'-kon metallurgiya qurilish materiallar ishlab chiqarish, qishloq xo'jaligi va boshqa sohalarida ko'p sonli nasos, ventilyator va kompressor qurilmalari ishlatiladi.

Respublikamizda bozor iqtisodiyoti islohotlarini chuqurlashtirish jarayonida kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat sanoatlarini rivojlanishi bu sohadagi amalga oshirib kelinayotgan juda katta iqtisodiy islohotlar va ularning xalq farovonligini oshirishdagi ahamiyati katta. Shu bilan birga kimyo sanoatidagi texnika taraqqiyotining asosiy yo'nalishlari ham muhim ahamiyatga ega.

Kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat sanbatlarida ilg'or tajribalar va zamonaviy nasos, ventilyator va kompressorlar qurilmalardan oqilona foydalanib ishlab chiqarish unumdorligini oshirish, mahsulot tannarxini pasaytirish, texnologik jarayonlarda yuzaga keladigan muammolarni o'z vaqtida bartaraf etish muhim strategik ahamiyatga egadir.

Shuning uchun texnologik jarayonlarda qo'llaniladigan qurilmalarni loyihalash, qurish va samarali foydalanish hozirgi kunning eng dolzarb masalalaridan biri bo'lib kelmoqda. Yuqoridagi masalalarni yechish puxta nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarga ega bo'lgan bakalavr va magistrnlarni zamon talabiga javob beradigan o'zbek tilidagi o'quv qo'llanmalar va darsliklar bilan qurollantirishni taqozo etadi.

«Nasos, ventilyator va kompressorlar» fanining talabalar tomonidan mukammal o'zlashtirishi, ularda kimyo, neft va oziq-ovqat sanoati bilan bog'liq gidravlik jarayonlarni anglash, mushohada yurita olish qobiliyatini shakllantirish, mustaqil masalalar yechishni taqozo etadi. Shu bilan bir qatorda nazariy bilimlarni mustahkamlash, yechilayotgan masalalarning son qiymatlarini aniqlashgacha yetkazish, aniq amdliy masalalarni echishga ko'nikma bo'ladi.

Talabalarning fanlardan olgan nazariy bilimlarini yanada mustahkamlashning asosiy shakllaridan biri bu amaliy mashg'ulotlarning samaradorligini oshirishdan iboratdir.

Amaliy mashg'ulotlarni o'tish jarayonida talabalar tomonidan turli xil masala va misollarning yechilishi, ularga qo'shimcha nazariy bilimlar berilishi fan bo'yicha mavzularning to'liqroq o'zlashtirilishiga zamin yaratadi va ularda mustaqil ta'lim olish ko'nikmalarini xosil qiladi.

O'quv qo'llanma o'zbek tilida lotin imlosida yaratilayotgan adabiyotlardan bo'lganligi sababli kamchiliklar bo'lishi tabiiy. Shu boisdan muallif o'quv qo'llanma bo'yicha fikr-mulohazalarini bildiruvchilarga, hamda uni taxrirlashda o'zlarining beminnat xizmatlari bilan yordam bergan professor X.S.Nurmuxamedov, dotsent S.K.Nigmatjonov va kafedra o'qituvchilariga o'z minnatdorchiligini izhor qiladi.

Ushbu o'quv qo'llanma talabalar tomonidan o'zlashtirishlarida zarur hisoblanadi. O'quv qo'llanma 5 ta bobdan iborat bo'lib, rivojlangan mamlakatlarning nufuzli oliy o'quv yurtlari o'qituvchilari tomonidan yaratilgan o'quv adabiyotlaridan foydalanilgan holda ishlab chiqildi va talabalarga shu asosda o'qitish uchun mo'ljallangan.

## Texnik atamalar

$Q$  – sarf, nasos uzatib berishi

$L$  – sarf, ventilyator uzatib berishi

$r, r_d, r_s$  – mos ravishda to'liq, dinamik va statik bosimlar

$N$  – napor

$s, w, u$  – oqimning absolyut, nisbiy va ko'chma tezliklari

$F_n, F_u$  – oqim va profilning birgalikda tasir qiluvchi ko'ndalang va bo'ylama kuchlari

$C_{u1}, C_{u2}$  – ishchi g'ildirakda kirish va chiqishdagi absolyut tezlik proyeksiyasi.

$b, D$  – parrakli so'rishda nuqtasida ishchi g'ildirak diametri va eni.

$v_r$  – oqim tezligining harakat yo'nalishi bo'yicha proyeksiyasi

$R$  – oqimdagi ishqalanish kuchlarining solishtirma ishi.

$V$  – solishtirma hajm

$U$  – suyuqlik oqimining solishtirma ichki enemiyasi

$h_w, \Delta p_w$  – napor yoqotilishi, bosim yoqotilishi

$d$  – truba diametri

$q$  – suyuqlikning birlik massasiga o'tkaziladigan issiqlik miqdori; sizib chiqishlar va qayta oqimlar xajmi.

$\gamma$  – solishtirma og'irlik

$\rho$  – zichlik

$\omega$  – oqimning ishchi yuzasi

$\omega_0$  – aylanishning burchak chastotasi

$\zeta, \lambda$  – uzunlik bo'yicha maxaliy qarshilik koeffitsiyentlari.

$G$  – tezlik sirkulyatsiyasi

$\beta_1, \beta_2$  – mos ravishda kirish va chiqishda g'ildirakdagi parrak o'rnatish burchaklari

$\varphi = c_d/u$  – aylanayotgan oqim koeffitsiyenti

$\psi = r/r_d$  – bosim koeffitsiyenti

# 1-bob. SUYUQLIKLARNING FIZIK XOSSALARI VA ULARNI IFODOLOVCHI KATTALIKLAR

## 1.1. Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari.

Kimyó sanoatining barcha tarmoqlarida suyuqlik va gazlarni uzatish, suyuqliklarni aralashtirish, har xil jinsli gaz va gazlarni uzatish, suyuqlik aralashmalarini ajratish kabi jarayonlar ko'p uchraydi. Bu jarayonlarning tezligi gidromexanika qonunlari bilan ifodalanadi. Gidromexanika qonunlarini va ulardan amalda foydalanish usullarini gidravlika o'rganadi. Gidravlika ikki asosiy qismdan: suyuqliklarning muvozanat qonunlarini o'rganadigan gidrostatika va suyuqliklarning harakat qonunlarini o'rganadigan gidrodinamikadan tashkil topgan.

Suyuqliklar oquvchanlik xususiyatiga ega. Suyuqlik go'yo ma'lum hajmga ega, lekin shaklga ega emas (qanday idishga solinsa, o'sha idish shaklini oladi), ammo suyuq massa tashqi kuchlar bo'lmagan sharoitda, faqat molekulyar kuchlar ta'siri ostida shar shaklini oladi. Moddalarning suyuq holati o'z tabiatiga ko'ra, gaz holat bilan qattiq holat o'rtasidagi oraliq o'rinni egallaydi.

Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari zichlik, solishtirma og'irlik, qovushqoqlik, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, solishtirma issiqlik sig'imi va harorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti va boshqalar bilan harakterlanadi.

Solishtirma og'irlik. Suyuqlikning hajm birligiga teng miqdorining og'irligi uning *solishtirma og'irligi* deb ataladi va grekcha  $\gamma$  harfi bilan belgilanadi. Yuqorida aytilgan ta'rifga asosan

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (1.1.1)$$

bu yerda  $V$  — suyuqlik hajmi (birligi  $m^3$ ),  $G$  — og'irligi (birligi N). Solishtirma og'irlikning o'lchov birligi SI sistemasida

$$[\gamma] = \left[ \frac{G}{V} \right] = \frac{H}{M^3} \quad (1.1.2)$$

texnik sistemada esa  $K/m^3$  bo'lib, ular o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$1 \frac{Kz}{M^3} = 9,80665 \frac{H}{M^3} \quad (1.1.3)$$

Solishtirma og'irlik hajmi avvaldan ma'lum bo'lgan turli idishlardagi suyuqliklarning og'irligini o'lchash usuli bilan yoki areometrlar yordami bilan aniqlanadi. Solishtirma og'irlik bosimga va temperaturaga bog'lik bo'lib, ular o'rtasidagi munosabat ideal gazlar uchun quyidagi formula bilan ifodalaniadi:

$$\frac{\rho}{\gamma} = RT \quad (1.1.4.)$$

bu yerda  $r$  — bosim ( $N/m^2$ ),  $T$  — absolyut temperatura,  $R$  — gaz doimiysi

$$\left( R_{\text{maso}} = 287 \frac{K}{kg \cdot zpad}, R_{\text{havo}} = 518 \frac{K}{kg \cdot zpad} \right) \quad (1.1.5.)$$

Suyuqlik solishtirma og'irligining  $4^{\circ}C$  dagi suvning solishtirma og'irligiga nisbati uning nisbiy solishtirma og'irligi bo'ladi.

**Solishtirma hajm.** Suyuqlikning og'irlik birligidagi miqdorining hajmi *solishtirma hajm* deyiladi va hajmni og'irlikka bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$\nu = \frac{V}{G} \quad (1.1.6.)$$

formulalardan ko'rinib turibdiki:

$$\gamma \cdot \nu = 1 \text{ eku } \nu = \frac{1}{\gamma} \quad (1.1.7.)$$

Solishtirma hajmning o'lchov birligi SI sistemasida:

$$[\nu] = \left[ \frac{V}{G} \right] = \frac{m^3}{H} \quad (1.1.8.)$$

Solishtirma xajm ham solishtirma og'irlik kabi bosim va temperaturaga bog'lik bo'lib, u (1.1.6) ning boshqa ko'rinishi orqali ifodalandi.

$$\rho \nu = RT \quad (1.1.9.)$$

**Zichlik.** Suyuklikning hajm birligiga to'g'ri kelgan tinch xolatdagi massasi uning *zichligi* deb ataladi va  $\rho$  bilan belgilanadi. Bu ta'rifga asosan

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1.1.10.)$$

Bu yerda  $M$  — suyuqlikning massasi

Zichlikning o'lchov birligi quyidagicha aniqlanadi:

$$[\rho] = \frac{M}{L^3} = \frac{H \cdot c^2}{M^4} \quad (1.1.11.)$$

Ba'zan nisbiy zichlik tushunchasi kiritiladi. Suyuqlik zichligining suvning 4°C issiqlikdagi zichligiga nisbati uning nisbiy zichligi bo'ladi. (1.1.10) va (1.1.1) lardan ko'rinib turibdiki, zichlik bilan solishtirma og'irlik O'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad (1.1.12.)$$

u holda nisbiy zichlik va nisbiy solishtirma og'irliklar o'zaro quyidagicha bog'lanadi:

$$\rho_{\text{нисб}} = \frac{M_{\text{срок}}}{M_{\text{св}}} = \frac{G_{\text{срок}}}{G_{\text{св}}} = \gamma_{\text{нисб}} \quad (1.1.13.)$$

Zichlik temperaturaga bog'lik bo'lib, odatda, temperatura ortishi bilan kamayadi. Bu o'zgarish neft mahsulotlari uchun quyidagi munosabat orqali ifodalanadi:

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta_1(t - 20)} \quad (1.1.14.)$$

bunda  $t$  — temperatura (birligi °C),  $\beta_1$  — xajmiy kengayish temperatura koeffitsiyenti;  $\rho_{20}$  — suyuqlikning 20°C dagi zichligi.

Suvning zichligi bu qonundan mustasno bo'lib, uning zichligi eng katta qiymatga 4°C (aniqrog'i 3,98°C) da ega bo'ladi. Uning issiqligi bundan oshsa ham, kamaysa ham zichligi kamayib boradi.

Suyuqliklarning issiqlikdan keangayishi. Yuqorida aytib o'tilganidek, zichlik issiqlik o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. Bu esa o'z-o'zidan issiqlik o'zgarishi bilan xajmning o'zgarishini ko'rsatadi. Suyuqliklarning bu xususiyatini gidravlik mashinalarni hisoblash va turli masalalarni xal qilish vaqtida nazarga olish zarur bo'ladi.

Suyuqlikning issiqlikdan kengayishini kolbaga solingan suyuqlikning kizdirilganda xajmi ko'payishi, suyuqlik to'ldirilib germetik yopib qo'yilgan bochka va sisternalarning quyosh nurida qolganda yorilib ketishi, to'ldirilgan idishdagi suyuqlikning sirtidan oqib tushishi kabi xodisalarda juda ko'p uchratish mumkin.

Suyuqliklarning bu xususiyatidan foydalanib suyuqlik termometrlari va boshqa turli sezgir o'lchov asboblari yaratiladi.

Suyuqliklarning isitilganda kengayishini ifodalash uchun xajmiy kengayish temperatura koeffitsiyenti degan tushuncha kiritilib u  $\beta_t$  bilan belgilangan.

1.1.1-jadval.

### Suvning hajmiy kengayish temperaturasi

Koeffitsiyenti  $\beta_t$  1/grad

Bosim, MN/m <sup>2</sup>	t°C				
	1-10	10-20	40-50	60-70	90-100
0,1	0,000014	0,000150	0,000422	0,000556	0,000719
9,8	0,000043	0,000165	0,000422	0,000548	0,000714
19,6	0,000072	0,000183	0,000426	0,000539	
49,0	0,000149	0,000236	0,000429	0,000523	0,000561
88,3	0,000229	0,00094	0,000437	0,000514	0,000621

Birlik xajmdagi suyuqlikning temperaturasi 1°C ga oshirilganda kengaygan miqdori uning *hajmiy kengayish temperatura koeffitsiyenti*, deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta \rho} \quad (1.1.15.)$$

bunda  $\Delta V = V - V_0$  — qizdirilgandan keyingi va boshlang'ich hajmlar farki;  
 $\Delta t = t - t_0$  — temperaturalar farki;

$$[\beta_t] = \frac{1}{\text{grad}} \quad (1.1.16.)$$

$\beta_1$  - juda kichik miqdor bo'lib, u suv uchun  $t = 20^\circ\text{C}$  da  $\beta_1 \approx 2 \cdot 10^{-4}$  1/grad, mineral moylar uchun  $\beta_1 = 7 \cdot 10^{-4}$  1/grad 1 /grad; simob uchun  $\beta_1$  - grad =  $18 \cdot 10^{-4}$  1 /grad.

**Issiqlik o'tkazuvchanlik.** Xarorat gradiyenti ta'sirida bir-biriga tegib turgan kichik zarrachalarning tartibsiz xarakati natijasida issiqlikning tarqalishi *issiqlik o'tkazuvchanlik* deyiladi. Bir jinsli tekis devor orqali o'tgan issiqlik oqimi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$Q = \lambda / \delta F \Delta t \quad (1.1.17.)$$

bu yerda  $\lambda$  - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;  $\delta$  - devor qalinligi;  $F$  - issiqlik o'tayotgan yuz;  $\Delta t$  - devorning ikkala tomonidagi xaroratlar farqi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti SI da BT/m K birligida o'lchanadi. Uning qiymati xarorat, bosim va moddaning turiga bog'liq.

**Solishtirma issiqlik sig'imi.** Moddaning massa birligi xaroratini bir gradusga ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori solishtirma issiqlik sig'imi deyiladi va u quyidagi tenglama orqali topiladi:

$$C = Q/m \Delta t \quad (1.1.18.)$$

bu yerda,  $Q$  - jismni isitish uchun sarf bo'lgan issiqlik miqdori;

$m$  - jism massasi;  $\Delta t$  - jarayonning oxirgi va boshlang'ich xaroratlari o'rtasidagi farq. Solishtirma issiqlik sig'imi SI da  $\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$  birligida o'lchanadi.

**Xarorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.** Xarorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti jismning issiqlik inertsiya xossalari ifodalaydi. Bu koeffitsiyent jismni fizik kattaligi hisoblanib, xaroratning o'zgarish tezligini bildiradi.

Xarorat o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti ( $\alpha$ ,  $\text{m}^2/\text{c}$ ) quyidagi nisbat orqali aniqlanadi:

$$\alpha = \lambda / s \rho \quad (1.1.19.)$$

bu yerda  $\lambda$  - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti;  $\rho$  - zichlik;  $s$  - solishtirma issiqlik sig'imi. Bu koeffitsiyentning son qiymati xarorat, zichlik, moddaning tarkibi va boshqa faktorlarga bog'liq bo'ladi.

**Suyuqliklarning siqilishi.** Gidravlik hisoblash ishlari suyuqliklarni siqilmaydi deb xisoblash kerak, deb aytib o'tgan edik (bu yerda tomchilanuvchi suyuqlik nazarda tutiladi).

Lekin texnika va tabiatda ba'zi hollarda, bosim juda katta bo'ladi. Bunda agar suyuqlikning umumiy hajmi ham katta bo'lsa, hajm o'zgarishi sezilarli miqdorda bo'ladi va uni hisobga olish kerak.

Suyuqliklarning siqilishini hisobga olish uchun *hajmiy siqilish koeffitsiyenti* degan tushuncha kiritiladi va  $\beta$  bilan belgilanadi (ba'zida  $\beta_v$  bilan ham belgilanadi). Birluk hajmdagi suyuqlikning bosimini bir birlikka oshirganda kamaygan miqdori xajmiy siqilish koeffitsiyenti deyiladi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p} \quad (1.1.20.)$$

bunda  $\Delta r = r - r_0$  — o'zgargan va boshlang'ich. bosimlar farqi;  $\beta_r$  ham  $\beta_v$  kabi juda kichik miqdor bo'lib, suv uchun  $t=20^\circ\text{C}$  da  $\beta_r = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MH}$  (MH - meganyuton =  $10^6 \cdot \text{N} \approx 10\text{at}$ ), mineral moylar uchun  $\beta_r = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MH}$ , shuning uchun ham, kup hollarda siqilishni hisobga olinmaydi.

I.1.2 - jadval

**Suvning xajmiy siqilish Koeffitsiyenti**  
 $\beta_r \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{H}$

T, °C	Bosim, MH.M <sup>2</sup>				
	0,5	1,0	2,0	3,9	7.9
0	0,00000540	0,00000537	0,00000531	0,00000523	0,00000515
5	0,00000529	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000493
10	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000498	0,00000481
15	0,00000518	0,00000510	0,00000503	0,00000488	0,00000470
20	0,01000515	0,00000505	0,00000495	0,00000481	0,00000460

**Bosim.** Suyuqlik idish devorlariga, tubiga va uning ichiga tushirilgan boshqa jism yuzasiga bosim kuchi bilan ta'sir qiladi. Biror kichik yuzaga ta'sir qiladigan bosim gidrostatik bosim deyiladi.

$$P = \lim_{F \rightarrow 0} \Delta P / \Delta F \quad (1.1.21.)$$

Bosimning yo'nalishi va ta'siri suyuqlikning xamma nuqtalarida bir xil, chunki bu kuch xamma vaqt normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Bunda bosimning kattaligi yuzaning shakliga va uning qanday joylashganiga bog'lik emas. Bosim manometr va vakumetrlarda o'lchanadi. Qurilmalarda o'rnatilgan priborlar ortiqcha nisbiy bosimni ko'rsatadi. Bunga atmosfera bosimini ko'shib absolyut bosim topiladi.

$$R_{abs} = R_{man} + R_{atm}. \quad (R_{abs} = R_{nis} + R_{atm}) \quad (1.1.22.)$$

$R_{man}$  - manometr bilan o'lchanadigan bosim.

Agar jarayon siyraklanish (vakuum) sharoitida ketsa, atmosfera bosim bilan siyraklanish orasidagi farq absolyut bosimni beradi.

$$R_{abs} = R_{atm} - R_{vak} \quad (1.1.23.)$$

$R_{vak}$  - vakuummetr bilan o'lchanadigan siyraklanish.

Bosimning SI sistemasidagi o'lchov birligi  $H/m^2$  yoki  $\Pi a$ . Bu birlik juda kichik bo'lganligi sababli, yiriklashtirilgan birliklar ishlatiladi: kilopaskal va megapaskal. ( $1k\Pi a = 10^3\Pi a$ ;  $1M\Pi a = 10^6\Pi a$ )

## 1.2. Suyuqliklarni uzatish va siqishda hisoblash formulalari va asosiy bog'liqliklar.

Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarining barcha tarmoqlarida suyuqliklar gorizonta va vertikal trubalar orqali uzatiladi. Suv, neft, benzin, yog'-moylar, sut, vino, pivo va boshqa suyuqliklarni uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar nasoslar deyiladi. Elektr dvigatelnining mexanik energiyasini suyuqlikning uzatilish energiyasiga aylantiruvchi va uning bosimini oshiruvchi va gidravlik mashinalar

nasoslar deb ataladi. Trubalarning boshlang'ich va oxirgi nuqtalaridagi bosimlar farqi trubalardan suyuqlikning oqishi uchun xarakterlantiruvchi kuch hisoblanadi.

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 chiqish trubalari 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. Sanoatda suyuqliklarni siqilgan gaz (yoki xavo) yordamida uzatish uchun gazliftlar va montejoylar ham ishlatiladi.

Nasosning asosiy parametrlari

Nasosning vaqt birligi ichida uzatib beradigan suyuqlikning miqdoriga ish unumdorligi (yoki sarfi) deyiladi  $Q$ , ( $m^3/c$ ).

1. Vaqt birligida so'rilgan suyuqlik xajmi  $Q$  ni nasosning sarfi deb ataladi. So'rish miqdori  $m^3/c$ ,  $n/c$  va boshqa birliklarda o'lchanadi.

Markazdan qochma nasoslarning sarfi quyidagicha hisoblanadi:

$$Q = w_1 \cdot (\pi \cdot d_1 - \delta \cdot z) \cdot b_1 \cdot \sin \beta_1$$

yoki

(1.2.1)

$$Q = w_2 \cdot (\pi \cdot d_2 - \delta \cdot z) \cdot b_2 \cdot \sin \beta_2$$

bu yerda  $w_1$ ,  $w_2$  - ish g'ildiragiga kirish va chiqishdagi nisbiy tezliklar;  $d_1$ ,  $d_2$  - nasos g'ildiragining ichki va tashqi diametrlari;  $\delta$  - nasos kuraklarining qalinligi;  $z$  - kuraklar soni;  $b_1$ ,  $b_2$  - kuraklarning kirish va chiqishdagi eni;  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  - kuraklarning kirish va chiqishdagi egrilik burchaklari.

Eng soddada porshenli nasosning sarfi ushbuga teng:

$$Q = F \cdot L \cdot \frac{n}{60} \quad (1.2.2)$$

bu yerda  $F$  - porshen ko'ndalang kesimining yuzasi;  $L$  - porshenning yurishi (bir borib kelishda bir tomonga yurgan yo'lining uzunligi);  $n$  - porshenning bir minutda borib kelish soni (yoki krivoship-shatunli mexanizmning aylanish soni).

Ko'p yo'lli porshen nasosining sarfi

$$Q = F \cdot L \cdot \frac{n}{60} \cdot i \quad (1.2.3)$$

bu yerda  $i$  - nasos silindrlarining soni.

Ikki yo'lli bir porshenli nasosning sarfi.

$$Q = (2F - f) \cdot L \cdot \frac{n}{60} \quad (1.2.4)$$

bu yerda  $F$  - shtok ko'ndalang kesimining yuzasi,  $m^2$ .

2. Nasosdan o'tayotgan suyuqlik oqimi olgan solishtirma energiyasi nasosning bosimi deb ataladi va suyuqlik ustunining metrlari hisobida o'lchanadi.

$$H = H_r + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + h_{um} \quad (1.2.5)$$

bu yerda:  $H_{um} = h_c + h_x$  — trubaning umumiy gidravlik qarshiligi;  $N_r = N_s + N_x$  geometrik balandlik.

3. Nasosning vaqt birligida bajargan ishi uning quvvati deyiladi. Quvvatning o'lchov birligi (Vt) va quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$N_* = \gamma \cdot Q \cdot H = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \quad (1.2.6)$$

Nasosning o'qidagi quvvati foydali quvvatdan kattaroq bo'ladi, ya'ni:

$$N_r = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot F}{\eta_n} \quad (1.2.7)$$

Markazdan qochma nasoslarning xosil qilgan bosimi ishchi g'ildiraklarning aylanish tezligiga bog'liq bo'ladi. Nasos ishga tushirilishidan ilgari so'rish trubasi, ish g'ildiragi va qobiq uzatilayotgan suyuqlik bilan to'ldiriladi. Agar ish g'ildiragi bilan qobiq oralarida bo'shliq bo'lsa, ishchi g'ildiragining aylanishi natijasida yetarli siyraklanish hosil bo'lmaydi.

Nasosning ish unumdorligi, natori, iste'mol qiladigan quvvati, ish g'ildiraklarining aylanish chastotasining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi, ya'ni aylanishlar chastotasi  $n_1$  dan  $n_2$  ga ortsa, uning ish unumdorligi, natori va iste'mol qiladigan quvvati quyidagicha o'zgaradi:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (1.2.8)$$

Ish g'ildiraklarining aylanishlar chastotasi  $n$  o'zgarmas bo'lganda nasos ish unumdorligi  $Q$  ning nabori  $N$  nasosning o'z quvvati  $N$  va foydali ish koeffitsiyenti  $\eta_N$  bilan o'zaro grafik usulidagi bog'liqligi nasoslarning xarakteristikasi deb yuritiladi.

Gazlarni siqish va uzatish uchun kompressor mashinalardan foydalaniladi. Xuddi suyuqliklar kabi gazlar ham bosimlar farqi bo'lganidagina uzatiladi. Siqilgan gaz bosimi  $R_2$  ning siqilmagan gaz bosimi  $R_1$  ga nisbati siqish darajasi deyiladi.

1. Ventilyatorlarda  $P_2/P_1 < 1,1$  - ko'p miqdordagi gazlarni uzatish uchun foydalaniladi.
2. Gazoduvkalar  $1,1 < R_2/R_1 < 3$  - gaz trubalarida katta qarshilik bo'lganida ishlatiladi.
3. Kompressorlar  $P_2/P_1 > 3$  - yuqori bosim hosil qilish uchun ishlatiladi.

Vakuun nasoslar bosimi atmosfera bosimidan past bo'lgan gazlarni so'rish uchun ishlatiladi. Ishlash prinsipiga ko'ra kompressorlar hajmiy va parrakli bo'ladi. Gazning hajmi, bosimi va temperaturasi o'rtasidagi bog'lanish quyidagi tenglama orqali ifodalandi

$$\left(P + \frac{a}{b^2}\right) \cdot (v - b) = R \cdot T \quad (1.2.9)$$

bu yerda  $P$  - gazning bosimi,  $H/M^2$ ;  $v$  - gazning colishtirma hajmi  $m^3/kg$ ;  $R = 8314/M$  - gazlarnig universal gaz doimiysi,  $J/kr \cdot s$ ;  $M$  - molekulyar massa,  $kg/kmol$ ;  $T$  - temperatura,  $K$ .

$a$  va  $b$  koeffitsiyentlarning miqdori qo'llanmalarda berilmasa, u kritik temperatura  $T_{kr}$ , va bosim  $R_{kr}$  orqali quyidagicha topiladi:

$$a = \frac{27 \cdot R^2 \cdot T_{kr}^2}{64 \cdot P_{kr}} \quad (1.2.9a)$$

$$b = \frac{R \cdot T}{8 \cdot P_{kr}}$$

**Ventilyatorlar.** Gazni past bosimda uzatish uchun mo'ljallangan mashinal ventilyatorlar deyiladi. Markazdan kochma ventilyatorlarning xarakteristikal xuddi markazdan qochma nasoslarikiga o'xshash bo'ladi. Shuning uchun ventilyatorlar nasoslar kabi proporsionallik qonuniga bo'ysunadi.

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_B} = \frac{Q \cdot \Delta P}{\eta_B} \quad (1.2.10)$$

bu yerda  $\eta_B$  - ventilyatorning foydali ish koeffitsiyenti, uzatish yo'lidagi barcha sarflarni hisobga oladi;  $\Delta P$  - bosimlar farqi.

Ventilyatorlarning hajmiy samaradorligi yuqori bo'lganligi uchun uning o'lchamlari ham katta bo'ladi. Ventilyator o'qidagi quvvat quyidagi tenglama orqali hisoblanadi.

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_B} \quad (1.2.11)$$

$Q$  - ish unumdorligi,  $m^3/s$ ;  $H$  - napor,  $m$ ,  $\rho$  - gaz zichligi  $kg/m^3$ ;  $\eta_B$  - f.i.k. (ventilyatorning aerodinamik hususiyatiga ko'ra tanlanadi).

Bu olingan quvvat formulalari nasosning suyuqlikka bergan energiyasini ifodalovchi foydali quvvatni beradi. Amalda esa dvigatelning o'qni (valni) aylantirishga sarflagan quvvati bu qiymatga ko'ra ko'p bo'ladn.

4. Foydali quvvatning valga bergan quvvatga nisbati nasosning foydali ish koeffitsiyenti f.i.k. deb ataladi.

$$\eta = \frac{N_f}{N} \quad (1.2.12)$$

Buni nazarga olganda, suyuqlikni so'rish uchun ishlatilgan umumiy quvvat dvigatelga sarflangan quvvaga teng.

Umumiy quvvat quyidagi formuladan topiladi:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_H \cdot \eta_m \cdot \eta_B} \quad (1.2.13)$$

Nasos qurilmalarini o'rnatish uchun zarur bo'lgan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_p = \beta \cdot N_m$$

bu yerda  $\beta$  - quvvatning zahira koeffitsiyenti va uning qiymatlari 1.2.1-jadvalda keltirilgan

1.2.1-jadval

$N_m$ , kVt	< 1	1-5	5-50	>50
$\beta$	< 2-1,5	1,5-1,2	1,2-1,15	1,1

Bir pog'onali kompressorda 1 kg gazni adiabatik siqish paytidagi nazariy ish  $L$  (J/kg) miqdori quyidagi formula yordamida hisoblanishi mumkin:

$$L_m = \frac{1}{k-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \frac{1}{k-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (1.2.14)$$

yoki

$$L_m = i_2 - i_1 \quad (1.2.15)$$

Adiabatik siqish jarayoni oxiridagi gazning temperaturasi ushbu tenglamadan topiladi:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (1.2.16)$$

(1.2.14-1.2.16) formulalarda:  $k$  - adiabata ko'rsatkichi;  $P_1$  va  $P_2$  - gazning boshlang'ich va oxirgi bosimi, Pa;  $V$  - gazning boshlang'ich sharoitidagi solishirma hajmi, ya'ni  $P_1$  va  $T_1$  bo'lganda,  $m^3/kg$ ;  $i_1$  va  $i_2$  - gazning boshlang'ich va oxirgi entalpiyalari, J/kg;

$R = 8310/M$  - gaz konstantasi, J/kg K;  $M$  - gazning molyar massasi.

$G = 1$  kg gazni boshlang'ich  $R_1$  bosimdan oxirgi  $R_2$  bosimga bir pog'onali siqish paytida kompressorning dvigateli iste'mol qiladigan quvvat- $N$  (kВт) ushbu tenglamada hisoblanadi:

**Ventilyatorlar.** Gazni past bosimda uzatish uchun mo'ljallangan mashina ventilyatorlar deyiladi. Markazdan kochma ventilyatorlarning xarakteristikal xuddi markazdan qochma nasoslarnikiga o'xshash bo'ladi. Shuning uchun ventilyatorlar nasoslar kabi proporsionallik qonuniga bo'ysunadi.

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_p} = \frac{Q \cdot \Delta P}{\eta_p} \quad (1.2)$$

bu yerda  $\eta_p$  - ventilyatorning foydali ish koeffitsiyenti, uzatish yo'lidagi barcha sarflarni hisobga oladi;  $\Delta P$  - bosimlar farqi.

Ventilyatorlarning hajmiy samaradorligi yuqori bo'lganligi uchun uning o'lchamlari ham katta bo'ladi. Ventilyator o'qidagi quvvat quyidagi tenglama orqali hisoblanadi.

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{1000 \cdot \eta_p} \quad (1.2.11)$$

$Q$  - ish unumdorligi,  $m^3/s$ ;  $H$  - napor,  $m$ ,  $\rho$  - gaz zichligi  $kg/m^3$ ;  $\eta_p$  - f.i.k. (ventilyatorning aerodinamik hususiyatiga ko'ra tanlanadi).

Bu olingan quvvat formulalari nasosning suyuqlikka bergan energiyasini ifodalovchi foydali quvvatni beradi. Amalda esa dvigatelning o'qni (valni) aylantirishga sarflagan quvvati bu qiymatga ko'ra ko'p bo'ladn.

4. Foydali quvvatning valga bergan quvvatga nisbati nasosning foydali ish koeffitsiyenti f.i.k. deb ataladi.

$$\eta = \frac{N_p}{N} \quad (1.2.12)$$

Buni nazarga olganda, suyuqlikni so'rish uchun ishlatilgan umumiy quvvat dvigatelga sarflangan quvvaga teng.

Umumiy quvvat quyidagi formuladan topiladi:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_n \cdot \eta_m \cdot \eta_p} \quad (1.2.13)$$

Nasos qurilmalarini o'rnatish uchun zarur bo'lgan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_g = \beta \cdot N_m$$

bu yerda  $\beta$  - quvvatning zahira koeffitsiyenti va uning qiymatlari 1.2.1-jadvalda keltirilgan

1.2.1-jadval

$N_m, \text{kVt}$	< 1	1-5	5-50	>50
$\beta$	< 2-1,5	1,5-1,2	1,2-1,15	1,1

Bir pog'onali kompressorda 1 kg gazni adiabatik siqish paytidagi nazariy ish  $L$  (J/kg) miqdori quyidagi formula yordamida hisoblanishi mumkin:

$$L_m = \frac{1}{k-1} \cdot P_1 \cdot V_1 \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = \frac{1}{k-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (1.2.14)$$

yoki

$$L_m = i_1 - i_2 \quad (1.2.15)$$

Adiabatik siqish jarayoni oxiridagi gazning temperaturasi ushbu tenglamadan topiladi:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (1.2.16)$$

(1.2.14-1.2.16) formulalarda:  $k$  - adiabata ko'rsatkichi;  $P_1$  va  $P_2$  - gazning boshlang'ich va oxirgi bosimi, Pa;  $V$  - gazning boshlang'ich sharoitidagi solishirma hajmi, ya'ni  $P_1$  va  $T_1$  bo'lganda,  $\text{m}^3/\text{kg}$ ;  $i_1$  va  $i_2$  - gazning boshlang'ich va oxirgi entalpiyalari, J/kg;

$R = 8310/M$  - gaz konstantasi, J/kg K;  $M$  - gazning molyar massasi.

$G = 1$  kg gazni boshlang'ich  $R_1$  bosimdan oxirgi  $R_2$  bosimga bir pog'onali siqish paytida kompressorning dvigateli iste'mol qiladigan quvvat- $N$  (kВт)-ushbu tenglamada hisoblanadi:

$$N = \frac{G \cdot L}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta} = \frac{G \cdot (i_1 - i_2)}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta} \quad (1.2.17)$$

bu yerda  $\eta$  - kompressor qurilmasining f.i.k.

Oddiy porshenli kompressor ish unumdorligi  $Q$  ( $m^3/s$ ) ushbu tenglamadan topiladi:

$$Q = \lambda \cdot \frac{F \cdot S \cdot n}{60} \quad (1.2.18)$$

bu yerda  $\lambda$  - o'lichamsiz uzatish koeffitsiyenti;  $F$  - porshen yuzasi,  $m^2$ ;  $S$  - porshen harakatining uzunligi,  $m$ ;  $n$  - aylanish chastotasi, ayl/min.

Uzatish koeffitsiyenti:

$$\lambda = (0,8 - 0,95) \cdot \lambda_0 \quad (1.2.19)$$

Formuladigi  $\lambda_0$  - kompressoring hajmiy f.i.k. va u quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_0 = 1 - \varepsilon_0 \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{k}} - 1 \right] \quad (1.2.20)$$

Bu yerda - silindring zararli hajmining porshen harakat hajmiga nisbati.

$m$  - zararli bo'shliqda qolib ketgan gaz kengayishining politronga ko'rsatkichi.

Ko'p pog'onali kompressorda 1 kg gazni siqish paytida nazariy ish  $L$  (J/kg) miqdori quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$L_{nR} = n \cdot P_1 \cdot V_1 \cdot \frac{1}{k-1} \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] = n \cdot R \cdot T_1 \cdot \frac{1}{k-1} \cdot \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad (1.2.21)$$

yoki

$$L_{nR} = \Delta i_1 + \Delta i_2 + \dots + \Delta i_n \quad (1.2.22)$$

bu yerda  $n$  — siqish pog'onalari soni;  $\Delta i_1, \Delta i_2, \dots - 1, 2, \dots$  pog'onalar uchun gazning entalpiyalarining farqi.

Ko'p pog'onali kompressor iste'mol qiladigan quvvat (1.2.17) formula orqali hisoblanadi. Ayrim xollarda, havonn siqish kompressorlarining quvvatini aniqlash uchun ushbu formuladai ham foydalaniladi:

$$N = \frac{1.68 \cdot G \cdot L_{opt}}{3600 \cdot 1000} = \frac{1668 \cdot R \cdot T_1 \ln \frac{P_{ox}}{P_1}}{3600 \cdot 1000} \quad (1.2.23)$$

1,68 - amaliy yo'l bilan aniqlangan koeffitsiyent va u haqiqiy va izotermik siqishdagi farqni hisobga oladi

Ko'p pog'onali porshenli kompressor ish unumdorligi, 1- pog'onasining ish unumdorligi orqali aniqlanadi.

Pog'onalar orasida bosimning yuqotilishi hisobga olinmasa, siqish pog'onalarining soni ushbu tenglama orqali hisoblansa bo'ladi:

$$x^n = \frac{P_{ox}}{P_1} \quad (1.2.24)$$

unda

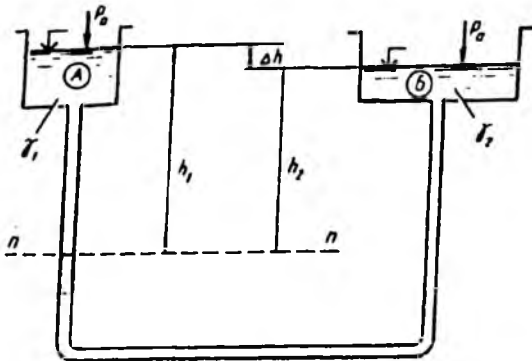
$$n = \frac{\lg P_{ox} - \lg P_1}{\lg x} \quad (1.2.25)$$

bu yerda x - bir pog'onada siqish darajasi.

### 1.3. Suyuqliklarni uzatishga doir masalalar

**1.3.1-masala.** Ochiq tutash idish ikki xil solishtirma og'irlikka ega bo'lgan suyuqlik bilan to'ldirilgan:  $\gamma_1 = 7848 \text{ N/m}^3$  va  $\gamma_2 = 11772 \text{ N/m}^3$ . Bu tutash idishlardagi suyuqliklarning balandliklari  $h_1$  va  $h_2$  bo'lsa, u idishlardagi suyuqlik sathlarining farqi ma'lum, ya'ni u  $\Delta h = 0,30 \text{ m}$ , u holda 1.3.1- rasmda kursatilgandek  $h_1$  va  $h_2$  lar aniqlansin.

Javob:  $h_1 = 0,90 \text{ m}$ ,  $h_2 = 0,60 \text{ m}$ .



1.3.1- rasm. Ochiq tutash idish sxemasi

1.3.2 – masala. Doyra shaklli kuvur berilgan, uning ichki diametri  $d = 0,5$  m. Bu quvurda suyuqlik oqimining xarakati naporli. Gidravlik radiusni aniqlang.

Yechish. Doyra shaklli quvurning ko'ndalang kesimining maydoni.

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = 0,196 \text{ m}^2$$

Ho'llangan perimetrining uzunligi

$$X = \pi d = 3,14 \cdot 0,5 = 1,57 \text{ m.}$$

Gidravlik radius

$$R = \frac{\omega}{x} = \frac{0,196}{1,57} = 0,125 \text{ m}$$

1.3.3 – masala. Shesternali nasos shesterasining 12 ta tishi bo'lib, uning eni 42 mm. har bir tishning ko'ndalang kesimining yuzasi qo'shni shesteraning tashqi aylanasi bilan chegaralangan bo'lib  $980 \text{ mm}^2$  tengdir. Nasosning ish unumdorligi  $0,312 \text{ m}^3/\text{min}$  bo'lsa, nasosning uzatish koeffitsiyenti aniqlansin.

Yechish:

Shesternali nasosning ish unumdorligi ushbu formula orqali hisoblab topiladi:

$$Q = \eta_v \cdot \frac{2 \cdot f \cdot b \cdot z \cdot n}{60}$$

Nazariy uzatilgan suyuqlik miqdori:

$$Q = 2 \cdot f \cdot b \cdot z \cdot n / 60 = 2 \cdot 0,00096 \cdot 0,042 \cdot 12440 / 60 = 0,00708 \text{ m}^3/\text{s}$$

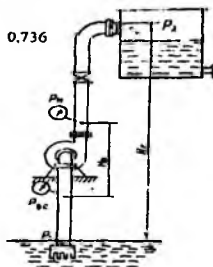
Haqiqiy uzatilgan suyuqlik miqdori:

$$Q = 0,312 / 60 = 0,0052 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bunda, uzatish koeffitsiyenti quyidagig teng bo'ladi:

$$\eta_s = \frac{Q}{Q} = \frac{0,0052}{0,00708} = 0,736$$

**1.3.4- masala.** Xaydash trubasiga qo'yilgan manometr ko'rsatkichi 3.8 kgk/sm<sup>2</sup> (0,38 MPa) ga teng. Nasos suyuqlik (suvni) 8,4 m<sup>3</sup> hajmida 1 minutda haydamoqda. Surish trubasida joylashgan vakuummetr esa siyraklanish qiymati 21 mm.sim.ust. (28 kPa) (1.3.4-rasm). Manometr va vakuummetrlar o'rnatilgan nuqtalar orasidagi masofa 410 mm ga teng. Surish trubasining diametri 350 mm, haydash trubasining diametri esa 300 mm ga teng. Nasos hosil qilayotgan napor topilsin.



1.3.4-rasm. Xaydash trubasi sxemasi

**Yechish:**

So'rish trubasidagi suvning tezligi

$$w_{сyp} = \frac{84}{84 \cdot 0,785 \cdot 0,35^2} = 1,45 \text{ m/c}$$

Haydash trubasidagi suvning tezligi

$$w_{\text{max}} = \frac{84}{60 \cdot 0,785 \cdot 0,3^2} = 1,98 \text{ м/с}$$

Haydash trubasidagi bosim atmosfera bosimiga teng  $1,013 \cdot 10^{-5} \text{ Па}$  yoki 760 mm.sim.ust.

$$R = (3,8 + 1,013) \cdot 91 \cdot 10^4 = 474000 \text{ Па}$$

So'rish trubasidagi bosim

$$R_{s,w} = (0,76 - 0,21) \cdot 133,33 \cdot 1000 = 73300 \text{ Па}$$

Nasos hosil qilayotgan bosim

$$H = \frac{474000 - 73300}{1000 \cdot 9,81} + 0,41 + \frac{1,98^2 + 1,45^2}{2 \cdot 9,81} = 41,3 \text{ м. сув. уст}$$

**1.3.5-masala.** Toza suv chiqarayotgan nasosning uzatishi  $Q=200 \text{ l/s}$ , bosimi  $H=45 \text{ m}$ , FIK  $\eta=75 \%$  bo'lsa, u qancha quvvat talab etishini aniqlang.

**Yechish:** yuqoridagi (1.25) ifodadan

$$N = \frac{9,81 \cdot 0,2 \cdot 45}{0,75} = 118 \text{ кВт}$$

**1.3.2-masala.** Zichligi  $\rho=1200 \text{ kg/m}^3$  loyqa suyuqlikni chiqarayotgan nasosning uzatishi  $Q=110 \text{ l/s}$ , bosimi  $H = 120 \text{ m}$  va FIK  $\eta=70 \%$  bo'lsa, uning quvvatini aniqlang.

**Yechish:**

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \cdot \eta} = \frac{1200 \cdot 9,81 \cdot 0,11 \cdot 120}{1000 \cdot 0,7} = 222 \text{ кВт}$$

**1.3.3 - masala.** 120 kg/soat massaviy sarfda vodorodni uzatish uchun truba quvurining diametri xisoblansin. Truba quvurining uzunligi 1000 m. Ruxsat etilgan

bosimning yo'qotilishi  $\Delta r = 110 \text{ mm.suv.ust. (1080 Pa)}$ . Vodorodning zichligi  $0,0825 \text{ kg/m}^3$ . Ishqalanish koeffitsiyenti  $\lambda = 0,03$ .

**Yechish:**

Uzun, magistral gaz quvurlarida bosim asosan ishqalanish qarshiligini yengish uchun sarf bo'ladi. Shuning uchun bosimning yo'qotilishi  $\Delta r = \Delta r_{i,q}$  ga teng desa bo'ladi. Oqimning tezligi:

$$w = \frac{V}{0,785 \cdot d^2}$$

Unda

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L^2}{d} \cdot \frac{V^2 \rho}{2 \cdot 0,785^2 \cdot d^4}$$

Ushbu tenglamani diametrga nisbatan yechsak

$$d = C \cdot \sqrt[4]{\frac{L \cdot V^2 \rho}{\Delta p}}$$

trubaning diametrini topamiz. Biznin masala uchun koeffitsiyent S quyidagi qiymatga teng bo'ladi:

$$d = C \cdot \sqrt[4]{\frac{\lambda}{0,785^2 \cdot 2}} = \sqrt[4]{\frac{0,03}{0,785^2 \cdot 2}} = 0,48$$

Vodorodning sekundli hajmiy sarfi:

$$V = \frac{120}{0,0825 \cdot 3600} = 0,405 \text{ m}^3/\text{c}$$

$\Delta p = 110 \cdot 9,81 = 1080 \text{ Pa}$  ekanligini hisobga olsak unda

$$d = 0,48 \cdot \sqrt{\frac{0,0825 \cdot 0,405^2 \cdot 1000}{1080}} = 0,2 \text{ m}$$

### 1.3.1. KONTROL MASALALAR VA TOPSHIRIQLAR

1. U – shakildagi idishga benzin va suv quyilgan. Agar  $h_1 = 70 \text{ sm}$ ;  $h_2 = 50 \text{ sm}$ ; bo'lsa, benzin zichligini aniqlan (1.4.1- rasm).



1.4.1- rasm. U – shakildagi idish sxemasi

2.  $t = 85^\circ\text{C}$  da  $P_{br} = 2 \text{ kGk/sm}^2$  uglerod ikki oksidini zichligini aniqlang. Atmosfera bosimi 760 mm sim. ust.

3.  $t = 90^\circ\text{C}$  va  $P_{bn} = 1,2 \text{ kGk/sm}^2$  da suv gazini molekulyar massasini va zichligini aniqlang. Suv gazini tarkibi :  $\text{N}_2 - 50\%$ ,  $\text{SO} - 40\%$ ,  $\text{N}_2 - 5\%$ ,  $\text{SO}_2 - 5\%$  (hajm bo'yicha)

4. Temperaturasi  $t=20^\circ\text{C}$  va bosimi  $P= \text{kGk/sm}^2$  bo'lganda moddaning zichligi halqaro birlik sistemasi ( SI ) aniqlansin.

### KONTROL TOPSHIRIQLAR

1. Temperaturasi  $t = \text{A}^\circ\text{C}$  va bosimi  $r = \text{B kg k/sm}^3$  bo'lganda V moddaning zichligi Xalqaro birlik sistemasi (SI) da aniqlansin. Atmosfera bosimi 760 mm.sim.ust. deb olinsin.

Parametr	O'lchov birligi	Shifrning oxirgi raqami bo'yicha variantlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	$^\circ\text{C}$	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150

<b>B</b>	kg·k/sm <sup>3</sup>	5	20	4	8	10	15	50	30	12	2
----------	----------------------	---	----	---	---	----	----	----	----	----	---

Parametr	Shifring oxiridan oldingi rakami bo'yicha variantlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>V</b>	N <sub>2</sub>	Ag	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SN <sub>4</sub>	SO

2. Diametri 38x3 mm li trubadan soatiga G tonna va temperaturasi t°C bo'lgan N suyuqlik oqib o'tmoqda. Suyuqlikning oqim rejimi va o'rtacha harakat tezligini aniqlang.

Parametr	O'lchov birligi	Shifring oxirgi raqami bo'yicha variantlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>G</b>	T	0,54	0,9	1,08	1,8	3,6	1,44	1,08	0,72	0,36	0,18
<b>t</b>	°C	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70
<b>N</b>	paxta yog'i, vino, sut, pivo, etil spirti, qand qiyomi, neft, benzin, mazut, HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , simob, NSI, glitserin.										

3. а) Сувнинг температураси  $t = 20^{\circ}\text{C}$ ; б) Ҳавонинг температураси  $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$  ва  $t_2 = 500^{\circ}\text{C}$  бўлганда, диаметри  $d = 10\text{мм}$  ва зичлиги  $\rho = 2600\text{кг/м}^3$  бўлган шарсимон кварц заррачалари қандай тезликда чуқутирлади.

**Ечиш:**

а) Сувли мухит чуқутириш тезлиги қуйидаги формула орқали ҳисоблаб топилади:

$$w_s = \frac{g \cdot d^3 \cdot (\rho_s - \rho)}{18 \cdot \mu}$$

бу ерда:  $g = 9,8\text{ м/сек}^2$  - эркин тушиш тезланиши;  
 $d = 10\text{мм} = 10 \cdot 10^{-4}\text{ см} = 0,1 \cdot 10^{-4}\text{ м}$  - заррачалар диаметри;  $\rho = 998\text{ кг/м}^3$  - мухит яъни, сувнинг  $t = 20^{\circ}\text{C}$  температурадаги зичлиги;  $\mu = 1,155 \cdot 10^{-3}\text{ Па} \cdot \text{сек}$  - мухит яъни, сувнинг  $t = 20^{\circ}\text{C}$  температурадаги ковшқоклиги;

$$w_* = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_s - \rho)}{18 \cdot \mu} = \frac{9,81 \cdot (0,1 \cdot 10^{-4})^2 \cdot (2600 - 998)}{18 \cdot 1,155 \cdot 10^{-3}} = 7,6 \cdot 10^{-5} \text{ м/сек}$$

б)  $20^\circ\text{C}$  температурали ҳаволи мухит чуқтириш тезлиги қуйидаги формула орқали ҳисоблаб топилади:

$$w_* = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_s - \rho)}{18 \cdot \mu}$$

бу ерда:  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$  - эркин тушиш тезланиши;  
 $d = 10 \text{ мкм} = 10 \cdot 10^{-4} \text{ см} = 0,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}$  - заррачалар диаметри;  $\mu = 18 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{сек}$  ҳаволи мухит яъни ҳавонинг  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  температурадаги ковушқоклиги

Ҳаволи мухит яъни ҳавонинг  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  температурадаги зичлигини ҳисоблаб топамиз.

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_1)} = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 20)} = 1,206 \text{ кг/м}^3$$

бу ерда:  $M = 29 \text{ жмоль}$  - ҳавонинг молекуляр массаси.

Унда чуқтириш тезлиги қуйидагига тенг бўлади.

$$w_* = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_s - \rho)}{18 \cdot \mu} = \frac{9,81 \cdot (0,1 \cdot 10^{-4})^2 \cdot (2600 - 1,206)}{18 \cdot 18 \cdot 10^{-4}} = 7,86 \cdot 10^{-5} \text{ м/сек}$$

б)  $500^\circ\text{C}$  температурали ҳаволи мухит чуқтириш тезлиги қуйидаги формула орқали ҳисоблаб топилади:

$$w_* = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_s - \rho)}{18 \cdot \mu}$$

бу ерда:  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$  - эркин тушиш тезланиши;  
 $d = 10 \text{ мкм} = 10 \cdot 10^{-4} \text{ см} = 0,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}$  - заррачалар диаметри;  $\mu = 36 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{сек}$  ҳаволи мухит яъни ҳавонинг  $t_1 = 500^\circ\text{C}$  температурадаги ковушқовлиги

Ҳаволи мухит яъни ҳавонинг  $t_1 = 500^\circ\text{C}$  температурадаги зичлигини ҳисоблаб топамиз.

$$\rho = \frac{M \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + t_1)} = \frac{29 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 500)} = 0,457 \text{ кг/м}^3$$

бу ерда:  $M = 29 \text{ жмоль}$  - ҳавонинг молекуляр массаси.

У ҳолда чуқтириш тезлиги қуйидаги қийматни олади.

$$w_* = \frac{g \cdot d^2 \cdot (\rho_s - \rho)}{18 \cdot \mu} = \frac{9,81 \cdot (0,1 \cdot 10^{-4})^2 \cdot (2600 - 0,457)}{18 \cdot 36 \cdot 10^{-4}} = 3,93 \cdot 10^{-3} \text{ м/сек}$$

Yechish uchun variantlar:

T/r	$\rho$	$\rho_s$	$\mu$	$d$	$t_1$
<b>Suvli muxit uchun</b>					
1	0,995	2550	$1,155 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-4}$	25
2	0,990	2610	$1,155 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-4}$	22
3	0,970	2620	$1,155 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-4}$	24
4	0,985	2630	$1,155 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-4}$	30
5	0,988	2630	$1,155 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-4}$	28
7	0,995	2600	$1,155 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-4}$	25
8	0,974	2660	$1,155 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-4}$	33
<b>Xavoli muxit uchun</b>					
	$\rho$	$\rho_s$ <td><math>\mu</math></td> <td><math>d</math></td> <td><math>t_2</math></td>	$\mu$	$d$	$t_2$
1	-	2500	$34 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-4}$	510
2	-	2400	$38 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-4}$	520
3	-	2800	$37 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-4}$	530
4	-	2700	$33 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-4}$	540
5	-	2650	$37 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-4}$	550
6	-	2600	$36 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-4}$	560
7	-	2680	$36 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-4}$	570
8	-	2600	$36 \cdot 10^{-6}$	$10 \cdot 10^{-4}$	568

## **2-bob. PORSHENLI NASOSLARNING ISHLASH PRINSIPI VA QURILMALARNI XISOBLASH**

### **2.1. Porshenli nasos tiplari. Porshenli nasoslarni ishlash prinsipini o'rganish.**

Porshenli nasoslar siquvchi organining va ish bo'lmasining tuzilishiga qarab porshenli hamda plunjerli nasoslarga bo'linadi. Bu nasoslar bir vaqtda ishlaydigan ish bo'lmalari bitta yoki ko'p harakatli nasoslarga bo'linadi. Ko'p harakatli nasoslarga ikki, uch, to'rt, besh va olti harakatli nasoslar kiradi.

Oddiy bir harakatli nasoslarda ish bo'lmasi bitta bo'lib boshqaruvi zvenoning bitta to'la aylanishiga bir marta so'rish va bir marta haydash to'g'ri keladi. Ikki harakatli nasosda ish bo'lmasi ikkita bo'ladi. Bunda boshkaruvchi zveno (tirsakli val) ning bitta to'la aylanishiga ikki marta so'rish va ikki marta haydash to'g'ri keladi. Ikki harakatli nasoslarda bir porshenning ikki tomonida ikki bo'lma bo'lib (porshen oldinga yurganda bir kamerada haydash ikkinchi kamerada so'rish amalga oshiriladi. Porshen orqaga yurganda esa, aksincha birinchi kamerada so'rish va ikkinchi kamerada haydash bajariladi. Ikki harakatli nasoslar ikki silindrda ikki porshenning ishlashi bilan ham amalga oshirilishi mumkin.

Ko'p harakatli nasoslarda boshqaruvchi zvenoning bitta to'la aylanishiga nasosning harakat soniga teng miqdorda so'rish va xaydash to'g'ri keladi (masalan, uch harakatli nasosda uch so'rish va uch haydash, to'rt harakatli nasosda to'rt so'rish va to'rt haydash va d.). Bunday nasoslarda tirsakli valga o'matilgan bir necha porshen o'z silindrlarida harakatlanadi va porshenlar soni nechta bo'lsa, nasos shuncha harakatli bo'ladi.

Porshenli nasoslarning tuzilishi har xil bo'lib, u ishlaydigan sharoitiga qarab tanlab olinadi. Masalan, vertikal harakatlanuvchi porshenli nasoslarda (quduklardan suv tortishda) so'rish klapanlari porshenning o'ziga joylashtirilgan bo'ladi.

Porshenli nasoslarning boshqaruvchi zvenosi sharoitiga qarab krivoship-shatunli yoki mushtumchali mexanizmdan harakatga keltirilishi mumkin. Rotorli nasoslar ham siqilayotgan suyuqlikni chegaralovchi to'siqlar shakli, harakatlanishiga qarab turlicha bo'lishi mumkin. Masalan, plastinkali nasoslarda to'siqlar plastinka shaklida

bo'lib, sirtiga tik yo'nalishda aylanma harakat qilsa, vintli nasoslarda tusiqlar vint shaklida bo'lib, aylanish yo'nalishi sirtga qiya bo'ladi. Aksial va radial porshenli nasoslar esa aylanma korpusda eksentrik joylashgan valga o'rnatilgan va qiya sirtga tiralgan aylanuvchi silindrlarda harakatlanuvchi porshenlar ishiga asoslangan. Quyida fakat eng ko'p tarqalgan nasoslar ustida to'xtalib o'tamiz.

Konstruksiya, ish sharoiti va qo'llanilishiga qarab porshenli nasoslar quydagicha turlanadi:

#### I. Porshenni harakatida uzatishlar soni bo'yicha:

a) *oddiy bir harakatli nasoslar*. Bir harakatali nasoslar porsheni harakatida suyuqlikni bir marta so'radi va bir marta uzatadi (2.1.2 - rasm);

b) *ikkita harakatli nasoslar*. Porshen chapga harakatlanganda porshenni chap tamonida uzatish sodir bo'ladi, o'ng tomonida esa so'rish; porshen o'ng tomonga harakatlanganda teskarisi; shunday qilib bu nasoslar har bir ikkitali porshenni harakatida ikki marta so'radi va uzatadi (2.1.3-rasm).

v) *uchta harakatli nasoslar* yoki uchтали nasoslar (bir-biriga ulangan 3 ta oddiy nasos) (2.1.4-rasm).

g) *to'rt harakatli nasoslar*, ikkita - ikki harakatli nasoslardan tashkil topgan, umumiy so'rish va uzatish quvurlari mavjud;

d) *differensial nasoslar* (2.1.5-rasm), so'rish tomonda oddiy harakatli nasoslarday va uzatish tomonda ikkitali nasoslarday ishlaydi.

#### II. Silindrlar joylanishi bo'yicha:

a) vertikal nasoslar – silindr o'qi vertikal joylashgan (2.1.6 - rasm).

b) gorizontaal nasoslar – silindr o'qi gorizontaal joylashgan (2.1.7-rasm).

#### III. Porshen tuzilishi bo'yicha:

a) xalqa yoki manjetlar bilan jipslashtirilgan disk shaklidagi porshenli nasoslar

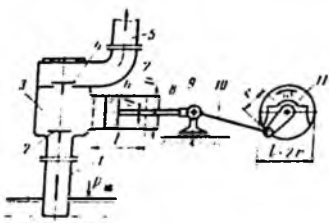
b) plunjerli nasoslar (porsheni uzun silindr shaklda yasalgan);

v) uzatish klapanlari porshenda joylashgan porshenli nasoslar.

#### IV. Dvigatelga ulanish usuli bo'yicha:

a) alohida joylashgan - krivoship shatunli mexanizm bilan ulangan.

b) to'g'ri harakatli - bug', nasosning porsheni umumiy shtok yordamida bug' mashinasining shtoki bilan ulangan (nasos bilan umumiy agregat hosil qiladi).

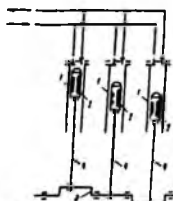
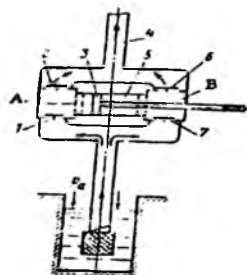


2.1.2-rasm. Bir tomonlama ishlovchi porshenli nasos tasviri:

1 va 5-so'rish va bosimli quvurlari; 2 va 4-so'rish va bosimli qopqoklari; 3-ishi bo'linmasi; 6-porshen; 7-silindr; 8-dasta; 9-polzun (kreyskoppf); 10-shatun; 11-krivoship

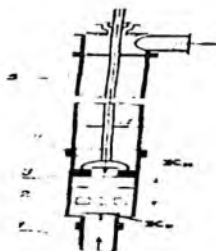
2.1.3-rasm. Ikki tomonlama ishlovchi porshenli nasos tasviri:

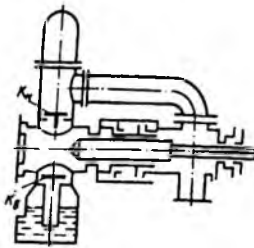
A va B ish bo'linmalari; 1 va 7-so'rish qopqoklari; 2 va 6-bosimli qopqoklar; 3-porshen; 4-bosimli quvur; 5-silindr



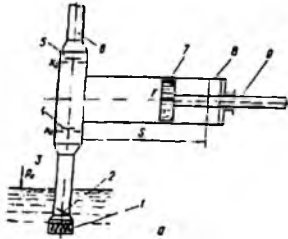
2.1.4 -rasm. Uch tomonlama ishlaydigan plunjerli nasos sxemasi (tripleks-nasos).  
1-silindrlar; 2- plunjerlar;3- tirsakli o'q; 4- shatunlar.

2.1.5-rasm. Differensial ishlovchi plunjerli nasos tasviri



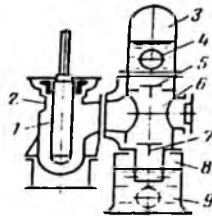


2.1.6- rasm. Vertikal shtangali porshen nasos tasviri:  
1 va 6-so'rish va bosimli quvurlari; 2-silindr; 3-porshen,  
4-ilgich; 5-shtanga



2.1.7 -Rasm. Oddiy bir harakattli gorizontaal nasos:  
1- so'rish quvuridagi to'r; 2- obratniy klapan; 4-  
so'rish klapani; 5-haydash klapani; 6- haydash quvuri; 7-  
porshen; 8-gorizontaal silindr; 9-shtok.

2.1.8-rasm. Bir tomonlama ishlovchi plunjerli nasos tasviri:  
1-plunjer; 2-silindr; 9 va 3-so'rish va bosimli havo qalpoqlari; 4-  
bosimli quvur; 7 va 5-so'rish va bosimli qopqoqlari; 6-ish bo'linmasi;  
8-so'rish havo bo'linmasi

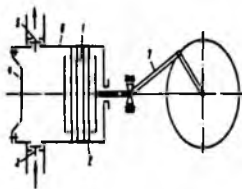


Porshenli nasoslarda suyuqlik xaydash trubasiga ilgari lanma-qaytma xarakat qiluvchi mexanizmlar orqali uzatiladi. Porshenli nasoslar vositasida har qanday qovushqoqlikdagi suyuqliklarni uzatish mumkin. Porshenli nasoslardan 03 miqdordagi suyuqliklarni yuqori bosimda uzatishda va suyuqlik sarfi o'zgarmas bo'lib, bosim keskin o'zgaradigan xollarda foydalanish qulay. Bu nasoslarda porshen nasos qobig'ida gorizontaal va vertikal xolatda joylashgan bo'lishi mumkin. Ishlash prinsipiga ko'ra porshenli nasoslar oddiy, ikki bosqichli va ko'p bosqichli bo'ladi.

Porshen suyuqlikni faqat old tomoni bilan siqib chiqaradigan nasos oddiy — bir tomonlama ishlaydigan nasos deyiladi. Agar nasos silindrida porshenning ikkala tomonida joylashgan ish kamerasi bo'lsa va porshen ulardan suyuqlikni ketma-ket

siqib chiqarsa, bunday nasos ikki bosqichli yoki ikki tomonlama ishlaydigan nasos deyiladi.

Porshenli nasoslarning ishlash prinsipi plunjer yoki porshenni silindrdagi ilgarilanma-qaytma harakati yordamida suyuqlikni siqib chiqarishga asoslangan (2.1.9-rasm). Porshenni o'ng tomonga qilgan harakatidan keyin, silindrning chap qismida havoni siyraklanishi sodir bo'lib, so'rish klapani ochiladi va so'rish quvuri orqali suyuqlik silindrga tortib olinadi. Porshen chappa surilganda so'rish klapani berkilib, uzatish klapani ochiladi va suyuqlik haydash quvuri orqali uzatila boshlaydi.



2.1.9.-rasm. Gorizontal bir tomonlama harakatlanuvchi porshenli nasos sxemasi: 1- porshen; 2-zichlovchi halqalar; 3-so'rish klapani; 4- silindr qopqog'i; 5-haydash (uzatish) klapani; 6- silindr; 7- krivoship - shatun mexanizmi

Porshen krivoship-shatunli mexanizm yordamida harakatga keltiriladi. Porshen silindrdagi zichlovchi halqalar yordamida siqib turiladi. Porshenli nasoslar uzatmasi turiga qarab, bevosita ulanuvchi va uzatmali bo'ladi.

Suyuqlikning xarakat tezligi va bosimlarning pulsatsiyalanishini tenglashtirish hamda suyuqlikning so'rish va haydash trubalarida bir meyorda tekis oqishini ta'minlash uchun nasosga maxsus qurilma (havo kalpokchalari) o'rnatiladi.

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 ( $p=45...60 \text{ min}^{-1}$ ), o'rtacha ( $p=60...120 \text{ min}^{-1}$ ) va tez aylanadigan ( $p=120...180 \text{ min}^{-1}$ )larga bo'linadi.

Porshenli nasoslar vertikal va gorizontal bo'lishi mumkin. Yuqori bosimli nasoslar 100 MPa gacha bo'lgan bosimni ta'minlab bersa, yuqori mahsuldorlik nasos esa, soatiga  $60 \text{ m}^3$  suyuqlik haydash 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.

#### *Nasos qurilmalarini hisoblash*

1. Ish rejimlari ma'lum sistemalarning konstruktiv o'lchamlarini, nasoslarni va nasoslarning turlarini tanlash;

2. Truba quvuri uchun ishlayotgan nasosning rejim parametrlarini hisoblash;
3. Nasosni o'rnatish joyini aniqlash;
4. Nasos-truba quvuri sistemasining ish parametrlarini rostlash.

Yukorida qayd qilingan ishlarning samaradorligi aniq bilish uchun nasosning quyidagi parametrlarini hisoblash zarur:

a) nasosning to'liq nabori  $N$  ni aniqlash;

b) Bemulli tenglamasi yordamida truba quvuri uchun zarur nabor  $H_{\text{z}}$  hisoblab topiladi;

v) nasosning foydali quvvati  $N_f$  aniqlanadi;

g) nasosning foydali ish koeffitsiyenta  $\eta_n$  hisoblanadi;

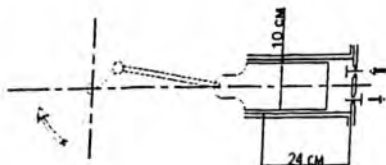
d) surish balandligi  $h_{\text{ср}}$  hisoblanadi;

ye) berilgan ish unumdorligi va zarur nabor  $H_{\text{z}}$  ga qarab nasos tanlanadi. Nasosning xarakteristikasi va  $N_{\text{z}}=N$  (ishchi nuqta) sistemaning kesilish nuqasi maksimal f.i.k. dan yukoridagi qiymatlariga to'g'ri kelishi kerak.

j) kavitatsiya holati boshlanadigan kritik surish balandligi, boshlang'ich surish payti  $w_{\text{ср}}=0$  uchun hisoblanadi.

#### **2.1.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunalari. Kontrol masalalar va topshiriqlar.**

**2.1.1. masala.** Bir yo'lli plunjerli nasos sarfi  $1 \text{ m}^3/\text{soatiga}$  oqim tezligini ta'minlaydi. Plunjerining diametri 10 sm, yo'l uzunligi esa 24 sm, ishchi valning aylanish tezligi 40 ayl/min. Nasosning hajmli foydali ish koeffitsiyentini toping (2.1.1-rasm).



2.1.1-rasm. Bir yo'lli plunjerli nasos sxemasi.

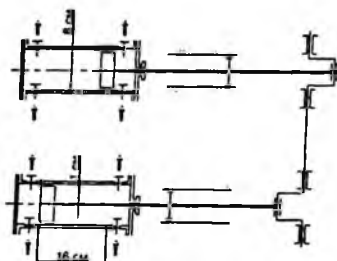
**Yechish:**

Plunjer ko'ndalang kesimi maydoni:

Foydali ish koeffitsiyentini plunjerli nasos sarfi formulasi bilan chikaramiz:

$$\eta V = Q / (F \cdot S \cdot n) = 1 / (0,00785 \cdot 0,24 \cdot 40) \cdot 60 / 3600 = 0,88$$

2.1.2 - masala. Ikki yo'lli, ikkita porshenli nasos 160 m naporni hosil qiladi, zichligi  $920 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan moyni uzatadi (2.1.2-rasm). Porshenning diametri 8 sm, shtok diametri 1 sm, porshenning yo'l uzunligi 16 sm, ishchi valning aylanish chastotasi 85 ayl./min. Elektr dvigatelning kerakli quvvatini hisoblang (nasos va elektr dvigatelning f.i.k. 0,95, sozlash koeffitsiyenti esa 1,1 deb hisoblanadi).



2.1.2-rasm. Ikki yo'lli, ikkita porshenli nasos sxemasi.

**Yechish:**

Porshen va shtok ko'ndalang kesim yuzasi:

$$F = (3,14 \cdot 0,08^2) / 4 = 0,005024 \text{ m}^2$$

$$F = (3,14 \cdot 0,01^2) / 4 = 0,0000785 \text{ m}^2$$

Nasos unumdorligi ko'yyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q = N \cdot (2F \cdot f) \cdot S \cdot n = 2 \cdot (2 \cdot 0,005024 - 0,0000785) \cdot 0,16 \cdot 85 / 60 = 0,0045195 \text{ m}^3/\text{chas.}$$

Keyin nasos foydali quvvati aniqlanadi:

$$N_p = 920 \cdot 9,81 \cdot 0,0045195 \cdot 160 = 6526,3 \text{ Vt}$$

FIK ni va o'rtatish koeffitsiyentini inobatga olgan xolda ja'mi o'rtatish quvvati aniqlanadi:

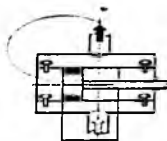
$$N_{um} = 6526,3 / (0,95 \cdot 0,95) \cdot 1,1 = 7954,5 \text{ Vt} = 7,95 \text{ kVt}$$

**2.1.3-masala.** Ikki tomonlama harakatlanuvchi porshenli nasosning hajmiy F.I.K. 60 % ni tashkil etadi. Nasos kamerasing diametri  $D=250 \text{ mm}$ ; porshen yo'li  $L=200 \text{ mm}$ ; Shtok diametri  $d=100 \text{ mm}$ ; Porshenli nasos,  $t=2 \text{ minutda}$  rezurvarga qancha ( $\text{m}^3$ ) xajmdagi suv uzatadi. Krivoshipning aylanish chastotasi  $n=50 \text{ 1/minut}$ .

**Yechish:**

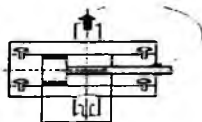
1. Porshen I harakatida (chap tomonga) uzatadigan suv xajmi:

$$V_I = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L$$



2. Porshen II harakatida (o'ng tomonga) uzatadigan suv xajmi:

$$V_{II} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_w^2) \cdot L$$



3. Umumiy suv hajmi:

$$V_{yu} = V_I + V_{II} = \frac{\pi}{4} (2D^2 - d_w^2)$$

4. Nasosning nazariy sarfi:

$$Q_H = V \cdot n = \frac{\pi}{4} (2D^2 - d_w^2) \cdot n$$

5. Haqiqiy sarfi:

$$Q_x = \frac{V_p}{t} = \eta \cdot Q_H \rightarrow V_p = \eta \cdot Q_H \cdot t$$

6. Rezurvarga uzatiladigan suv xajmi

$$V_p = \eta \frac{\pi}{4} (2D^2 - d_w^2) n \cdot t$$

### KONTROL MASALALAR VA TOPSHIRIQLAR.

1. Nasos 30% li sulfat kislotani bir joydan ikkinchi joyga uzatib bermoqda. Uzatish trubasidagi manometr ko'rsatkichi 1,8 kg·k/sm<sup>2</sup> (0,18 MPa), so'rish trubasidagi vakuummetr ko'rsatkichi 29 mm.sim.ust. Manometr vakuummetrdan 0,5 m balandda joylashgan. So'rish va uzatish trubalarining diametrlari bir xil. Nasos hosil qilayotgan naporini aniqlang.

2. Nasos atmosfera bosimi ostidagi rezervuardan, 37 kg·k/sm<sup>2</sup> (~3,7 MPa) bosimga ega, nisbiy zichligi 0,79 bo'lgan etil spirti qurilmaga uzatilmoqda. Ko'tarilish balandligi 16 m. So'rish va uzatish trubalarining umumiy qarshiligi 65,6 m. Nasos hosil qilayotgan umumiy napor topilsin.

3. Nasos nisbiy zichligi 0,91 ga teng bo'lgan pista yog'i 380 dm<sup>3</sup>/min. hajmiy sarf bilan uzatmoqla. Nasos dvigateli iste'mol qilayotgan quvvati 2,5 kVt. Umumiy napor 30,8 m. Nasos qurilmasining foydali ish koeffitsiyentini aniqlang.

4. Nisbiy zichligi 1,16 ga teng bo'lgan suyuqlikni nasos 14 dm<sup>3</sup>/s miqdordagi sarf bilan uzatmoqla. Umumiy napor 58 m. Nasosning f.i.k.=0,64, uzatishning f.i.k. = 0,97, elektredvigatelning f.i.k. = 0,95. O'atilishi kerak bo'lgan dvigatel quvvati qanday bo'ladi?

## KONTROL TOPSHIRIQLAR

Nasos nisbiy zichligi 0,90 ga teng bo'lgan pista yog'i 378 dm<sup>3</sup>/min. hajmiy sarf bilan uzatmoqla. Nasos dvigateli iste'mol qilayotgan quvvati 2,5 kBt. Umumiy napor 30,8 m. Nasos qurilmasining foydali ish koeffitsiyentini aniqlang.

Parametr	O'lchov birligi	Shifrnig oxirgi raqami bo'yicha variantlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dvigatel quvvati	kBt	2,5	2,3	2,2	2,4	2,5	2,2	2,4	2,6	3,0	2,4
Umumiy napor	m	30,8	31,0	30,0	32,0	31,5	32,0	34,0	33,6	32,2	30,4

### 2.2. Porshenli nasosning uzatish meyorini darajasi

Nasos silindrida va quvurlarda har ondagi suyuqlik harakati (oniy) tezligi porshen tezligiga bog'liq. Porshen harakati qonunini bilgan holda, suyuqlikning harakatlanish tezligi o'zgarishini va nasosning vaqt bo'yicha uzatish meyorini aniqlash, hamda uni grafikda ifodalash mumkin.

Porshenli nasos krivoshipi aylanish  $\varphi$  burchagini vaqt  $t$  davomida o'zgarishi, krivoshipning aylanma burchak tezligiga teng, ya'ni:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

U holda porshen harakati tezligi sinusoida qonuni bo'yicha o'zgaradi:

$$v = r\omega \sin\varphi$$

bu yerda  $\omega$  - krivoshipning aylanma burchak tezligi,  $\frac{rad}{c}$ ;  $r$  - krivoship radiusi.

Krivoship bir marta to'liq aylanganda unumdorlik (uzatish) quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = v \cdot F$$

bu yerda  $F$  - porshen ko'ndalang kesim yuzasi.

Yuqoridigilardan kelib chiqib:

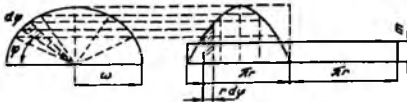
$$Q = F \cdot r \cdot \omega \cdot \sin \varphi$$

Demak, porshenli nasosning unumdorligi (uzatishi) sinusoida bo'yicha o'zgaradi va bir meyorda (bir tekis) bo'lmaydi: bunday nasosning haydash (uzatish) jarayoni krivoshipning har  $180^\circ$  ga burilishida so'rish jarayoni bilan takrorlanadi. Grafikda bu jarayon 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3 - rasmlarda tasvirlangan. Rasmdan ko'rinadiki, krivoshipning harakati boshlanishi bilan uzatish (podacha) asta-sekin ortib boradi va  $\varphi = 90^\circ$  da maksimumga yetadi, ya'ni:

$$Q_{\max} = F \cdot r \cdot \omega$$

shundan keyin nolga qadar pasayadi;  $\varphi = 180^\circ$  da esa so'rish jarayoni boshlanadi.

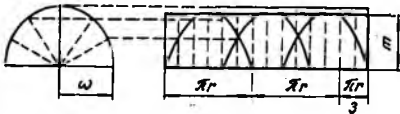
Shunday qilib, vaqt mobaynida haydash jarayonida uzatishni o'zgarishi sinusoida ko'rinishida bo'ladi, so'rish jarayonida esa uzatish nolga teng.



2.2.1-rasm. Bir harakatli nasosning uzatish grafigi



2.2.2-rasm. Bir porshenli ikki harakatli nasosning uzatish grafigi

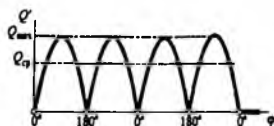
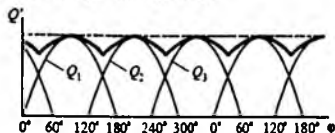


2.2.3-rasm. Uch (porshenli) harakatli nasosning uzatish grafigi



2.2.4-rasm. Bir harakatli nasosning uzatish grafigi

2.2.5-rasm. Bir porshenli ikki harakatli nasosning uzatish grafigi



2.2.6-rasm. Uch (porshenli) harakatli nasosning uzatish grafigi

Krivoshipning bir marta to'liq aylanishida ( $0^\circ \leq \varphi \leq 360^\circ$ ) porshenli bir harakatli nasosning o'rtacha unumdorligi (uzatishi):

$$Q_{sp} = F \cdot \omega_{sp} = \frac{F \cdot r \cdot \omega}{\pi} \quad (2.2.1.)$$

Maksimal unumdorlikni (uzatishni)  $Q_{max}$  o'rtacha  $Q_{sp}$  unumdorlikka nisbati uzatishning notekislik koeffitsiyenti  $\delta$  deyiladi:

$$\delta = \frac{Q_{max}}{Q_{sp}} \quad (2.2.2.)$$

Oddiy bir harakatli nasos uchun notekislik koeffitsiyenti:

$$\delta = \frac{Q_{max}}{Q_{sp}} = \pi = 3,14 \quad (2.2.3.)$$

Oddiy bir harakatli nasosning uzatishi (podacha) noldan boshlab to o'rtacha uzatishdan uch marta ortiq darajagacha o'zgaradi.

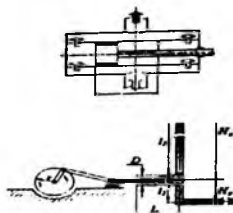
Ikki tomonlama harakatli porshenli nasos uchun:  $\delta = \frac{Q_{max}}{Q_{sp}} = \frac{\pi}{2} = 1,57$

Uch harakatli nasos uchun:  $\delta = \frac{Q_{max}}{Q_{sp}} = \frac{\pi}{3} = 1,047$ , ya'ni uzatishdagi notekislik deyarli yo'q darajada bo'ladi.

### 2.2.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

2.2.1-masala. Nasos kamerasing diametri  $D=280$  mm; porshin yo'li  $L=200$  mm; Shtok diametri  $d=120$  mm; Porshenli nasos, hajmi  $V_p = 1,6$  m<sup>3</sup> bo'lan

rezervuarni  $t=1,5$  minutda to'ldiradi. Krivoshipning aylanish chastotasi  $n=50$  1/minut. Nasos FIK ni aniqlang. (2.2.1-rasm).



2.2.1-rasm. Porshenli nasos sxemasi.

**Yechish:**

1. Porshen I harakatida (chap tomonga) uzatadigan suv xajmi:

$$V = \omega L; \quad V_I = \frac{\pi \cdot D^2}{4} L \quad (2.2.4)$$

2. Porshen II harakatida (o'ng tomonga) uzatadigan suv xajmi:

$$V_{II} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_w^2) \cdot L \quad (2.2.5)$$

3. Umumiy suv hajmi:

$$V_I = V_I + V_{II} = \frac{\pi}{4} (2D^2 - d_w^2) \quad (2.2.6)$$

4. Nasosning nazariy sarfi:

$$Q_H = V \cdot n = \frac{\pi}{4} (2D^2 - d_w^2) \cdot n \quad (2.2.7)$$

5. Haqiqiy sarfi:

$$Q_x = \frac{V_p}{t} \quad (2.2.8)$$

6. Hajmiy F.I.K.

$$\eta = \frac{Q_x}{Q_H} = \frac{V_p \cdot 4}{t \cdot \pi \cdot (2D^2 - d_w^2) \cdot n} = \frac{1.6 \cdot 4}{1.5 \cdot 3.14 \cdot (0.28^2 - 0.12^2) \cdot 50} = 0.42$$

2.2.2 -masala. So'rish quvuri diametri  $d=300$  mm, uzunligi  $L=20$  m va geometrik so'rish balandligi  $h_s=3,5$  m ga teng bo'lgan nasos qurilmasini  $t=5$  min davomida suvga to'ldirish uchun vakuum-nasosning havo so'rishi miqdorini aniqlang. Nasosning ishchi g'ildiragi diametri  $D_2=0,5$  m va eni  $v_1=0,2$  m.

**Yechish:** So'rish quvurdagi havo hajmi

$$W_c = \frac{\pi d^2}{4} L = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} \cdot 20 = 1,41 \text{ m}^3$$

Nasos qobig'i ichidagi havo hajmini taxminan quyidagicha aniqlash mumkin:

$$W_H = (2 \dots 3) \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot v_1 = 2,5 \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 0,2 = 0,1 \text{ m}^3$$

Vakuumnasosning havo so'rishi

$$Q_v = \frac{(W_c + W_H) \cdot K \cdot H_a}{t(H_a - h_s)} = \frac{(1,41 + 0,1) \cdot 10}{5(10 - 3,5)} \cdot 1,05 = 0,5 \text{ m}^3/\text{min}$$

Hosil qiladigan vakuum miqdori  $N_{\text{vak}}=h_s+h_{\text{nas}}+\Sigma h_w=3,5+0,8+0,1 \cdot 3,5=4,65$  m;

bu yerda  $h_{\text{nas}}$  - nasosni o'qidan qobig'ining yuqori nuqtasigacha balandligi (0,8 m);  $\Sigma h_w$  - vakuum - nasos so'rish quvuridagi bosim isroflari  $\Sigma h_w=0,1h_s$ , ya'ni  $h_s$  miqdoridan 10 % qabul qilinadi. Demak, havo so'rish miqdori  $Q_v=0,5$  m<sup>3</sup>/min va vakuum hosil qilish darajasi  $N_{\text{vak}}=4,65$  m bo'lgan vakuumnasos tanlab olish zarur.

### Kontrol masalalar

1. Dengiz satxidan 300 m balandlikda joylashgan zavodda porshenli nasos o'rnatilgan bo'lib, umumiy so'rish balandligi bo'yicha yo'qotilgan napor qiymati 5.5mm sim. ust. ni tashkil etadi. Geometrik so'rish balandlik 3,6 m ga teng. Suvning qaysi maksimal temperaturasida, suyuqlikni so'rishi mumkin bo'lmaydi?

2. Ikki tomonlama ishlaydigan porshenli nasos diametri 3 m va balandligi 2,6m bo'lgan idishni 26,5 minutda to'ldirmoqda. Nasos plunjerining diametri 180mm tokning diametri 50mm, krivaship radiusi esa 145 mm. Aylanishlar chastotasi minutiga 55 ga teng. Nasosning uzatish koeffitsiyentini toping.

### 2.3. Indikator diagrammadan porshenli nasoslarni ba'zi nosozliklarini aniqlash.

Nasos quvvatini hisoblashda va ish jarayonidagi nosozliklarni aniqlashda indikator diagrammadan foydalaniladi.

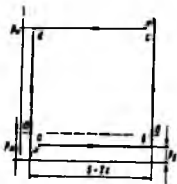
Indikator diagramma nasos silindridagi absolyut bosimni porshen bosib o'tgan yo'lga bog'likligini ko'rsatib beradi. Nasos silindriga o'rnatilgan indikator yordamida indikator diagramma chiziladi.

2.3.1-rasmda  $a-v$  chizig'i so'rish jarayoniga mos keladi. Nasosdagi bosim atmosfera bosimdan past bo'ladi va  $r_s$  ga teng bo'ladi. Porshenning  $v$  nuqtasi eng chetki o'ng holatiga mos keladi. Bu holatda so'rish klapani yopiq bo'ladi. Porshen o'ngga qarab harakati boshlanganda, silindrdagi bosim birdaniga  $r_n$  qiymatgacha ko'tariladi ( $vs$  chizig'i).  $r_n - r_s$  bosimlar farqi ostida haydash quvuridagi klapan ochiladi va suyuqlik uzatila boshlaydi ( $sa$  chizig'i).  $a$  va  $s$  nuqtalardagi bosimning tebranishi klapanlarni ochilish paytidagi inersiyasi tufayli hosil bo'ladi.

Indikator diagrammasi yordamida nasosning indikator quvvatini aniqlash mumkin. Uning qiymati diagramma yuzasiga teng deb olinadi. Indikator quvvatini bila turib, foydali quvvatni aniqlash mumkin bo'ladi:

$$N_d = \eta_{ind} \cdot N_{ind}$$

bu yerda  $\eta_{ind}$  - indikator f.i.k



2.3.1-rasm. Indikator diagramma.



2.3.2-rasm Indikator diagramma

Porshenli nasosning ishlash xarakterini indikator diagrammasiga qarab aniqlash mumkin. Indikator diagramma porshen bosib o'tgan masofaga ko'ra nasosning ishchi

kamerasidagi bosimning o'zgarish grafigidir. Nasosning ishchi kamerasiga ulangan bosim indikatoriyordamida indikator diagramma olinadi.

2.3.2-rasmda havo qalpoqlari bilan ta'minlangan porshenli (yoki plunjerli) nasosning normal indikator diagrammasi. Shtrixlangan to'g'ri to'rtburchak ideal diagrammani bildiradi.

AA- atmosfera bosimi liniyasi; 00 – nolga teng bo'lgan bosim liniyasi. Xarakterli nuqtalar: *a* – so'rish klapani ochilishi; *b* – haydash jarayoni boshlanishi; *s* – haydash klapani ochilishi; *d* – so'rish jarayoni boshlanishi.

2.3.3 - rasmda turli xil nosozliklar sababli indikator diagrammadagi o'zgarishlar tasvirlangan.

2.3.3 - rasm, 1-diagrammadagi *a* egri chiziq nasos suyuqlik bilan birga havoni so'rib olgani uchun, u ishchi kameradan yetarli darajada porshen bilan siqilganidan keyin haydash klapani orqali haydalanishini ko'rsatadi.

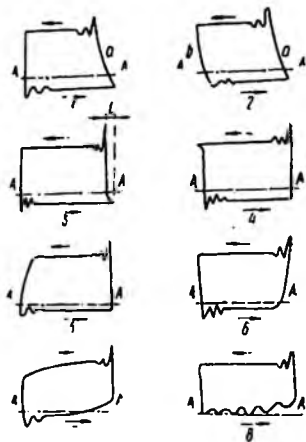
2.3.3 - rasm, 2- diagrammada *a* va *b* egri chiziqlar ishchi kamera konstruksiyasi noto'g'ri ekanligi, natijada uning ichida "havo qopchasi" yig'ilib qolib nasosning ishchi hajmini kamaytiradi.

2.3.3 - rasm, 3 va 4- diagrammalar so'rish va haydash klapanlarini kechikib yopilishini bildiradi.

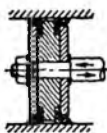
2.3.3 - rasm, 5 va 6- diagrammalar so'rish va haydash klapanlari o'z tayanch yuzalariga jips (zich) joylashmasligini ko'rsatadi.

2.3.3 - rasm, 7-diagramma havo qalpog'isiz yoki havo qalpog'ining o'lchami yetarli emasligi, hamda ularni nasosdan olis masofada joylashganini bildiradi.

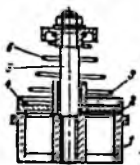
2.3.3 - rasm, 8-diagramma nasosga suyuqlik podpor bilan notekis kirishini (so'rilishini) ko'rsatadi. Porshenli nasoslarning qismlari tuzilishi va armaturasi



2.3.3-rasm. Nosoz nasoslarning indikator diagrammalari.



2.3.4 - rasm. G-shakldagi charmli manjeti o'rnatilgan diskli porshen



2.3.5 - rasm. Oddiy tarelkali klapan. 1-sedlo; 2- halqasimon yuza; 4- klapan; 5- sterjen; 6- prujina.

Gorizontal porshenli nasosning harakatlanuvchi asosiy qismlari: porshen; shtok; kreskopf; shatun; asosiy (korennoy) val, maxovikdan iborat.

Gorizontal nasoslarda sirpanuvchi diskli porshen ishlatiladi. Porshen cho'yandan, uning sirpanish yuzasi babbidtan ishlanadi. Porshen shtok bilan gayka

yordamida biriktiriladi. Gaykani o'z-o'zidan buralib ketishini oldini olish uchun qotiruvchi shpilka ishlatiladi. Gayka bilan shpilka po'latdan yasalgan.

Porshen halqalari silindrning silliq yuzasi va harakatlanuvchi porshen o'rtasida zichlagich vazifasini bajarib, suyuqlik sizib chiqishini oldini oladi. Halqalar yuqori sifatli perlitli cho'yandan ishlanadi.

Shtok porshenni kreyskopf bilan birlashtiradi. Shtok mustahkam va yeyilishga chidamli bo'lishi kerak. Shtok kreyskopfga rezkali maxsus muftalar bilan biriktiriladi.

Kreyskopf to'g'ri chiziqli harakatlanuvchi porshen shtokini kreyskopfning palesida tebranib turuvchi shatun bilan bog'laydi. Kreyskopf cho'yandan, pales po'latdan yasaladi.

Shatun egilishga chidamli bo'lishi kerak, u po'latdan ishlanadi. Shatun boltlari nasosning muhim detali hisoblanadi. Boltlarning sinishi katta avariya sababchi bo'lishi mumkin, shuning uchun shatun boltlari legirlangan po'latdan ishlanadi.

Asosiy (korennoy) va mustahkam, qattiq va uning ishqalanuvchi yuzasi yeyilishga chidamli bo'lishi kerak. Vallar yuqori sifatli uglerodli po'latdan ishlanadi.

Maxovik- elektrodvigatelni bir tekis aylanishini ta'minlaydi.

So'rish va haydash klapanlari. Nasoslarning unumdorligi ko'p jihatdan klapanlarning holatiga bog'liq. Agar klapan chala yopilsa, suyuqlik yuqori bosim tomondan past bosim tomonga oqib chiqadi va nasosning unumdorligi pasayadi.

Gorizontal nasoslarning klapanlari plastinali shaklda bo'ladi. Klapaning asosiy detallari: sedlo; rozetka; plastina; prujina. Klapan plastinasi prujina yordamida sedloga siqiladi. Sedlo va rozetka po'latdan, plastina legirlangan po'latdan, prujina esa prujina uchun maxsus simdan yasaladi.

Armatura - Suyuqlik uzatishni to'xtatishni yoki uning sarfini o'zgartiruvchi va bosim ostida ishlaydigan idishlarning (sosudov) xavfsiz ishlashini ta'minlaydigan qurilma *armatura* deyiladi.

Armaturaga rostlovchi (reguliruyushiy), yopuvchi (zaporniy) ventillar, zadvijka; obratniy klapan; suv sathini ko'rsatuvchi asbob kiradi.

Zadvijkalarning suyuqlik oqimiga ko'rsatadigan qarshiligi ventillarga nisbatan kamroq, chunki ventilda oqim o'z yo'nalishini ikki marta o'zgartiradi.

Rostlovchi armatura oqim sarfini dastak yordamida qo'l vositasida yoki avtomatik tarzda o'zgartiradi. Rostlovchi klapanlar stakan, skalchatiy, igna, shiber tipida bo'lishi mumkin. Armatura uglerodli po'lat, zanglamaydigan po'lat, cho'yan, latun, bronza va alyuminiy materiallaridan ishlab chiqariladi.

#### 2.4. Manometrlar va vakuummetrlar

**Manometrlar va vakuummetrlar** suyuqlik bosimini o'lchash uchun xizmat qiladi. Har bir nasosning bosimli uzatkichiga manometr va so'rgichiga vakuummetr o'rnatiladi. Agar nasos o'zgaruvchan so'rish balandligida ishlasa ya'ni so'rish quvuridagi bosim atmosfera bosimidan ortib va kamayib tursa, so'rgichga manovakuummetr o'rnatish zarur bo'ladi. Ifloslangan suyuqliklar uzatuvchi nasos stantsiyalarda manometrlar maxsus tundirgich-bo'linma orqali ulanadi.

Manometrlar va vakuummetrlarni prujinali, gidravlik (suvli va simobli), elektrik va o'zi yozib boruvchi turlari ishlab chiqariladi. Amaliyotda asosan prujinali manometr va vakuummetr keng qo'llanadi. Ularni spiralsimon yoki egilgan quvurcha va uch yo'nalishli jumrak orqali nasosning uzatkich va so'rigichiga ulash tavsiya etiladi. Chunki ularni ishlatishda quvurchadagi havoni chiqarish yoki havo kiritish zarur bo'ladi.

Differensial manometrlar ikkita nuqtadagi bosimlar farqi o'lchash uchun xizmat qiladi. Ularda ishchi suyuqligi simob yoki suv bo'lishi mumkin. Mexanik qalqovuchli DP turdagi diffmanometrlar o'zi yozish mexanizmi bilan jihozlangan holda tayyorlanadi.

#### Manometrik va vakuummetrik bosimlar

Amaliyotda bosimni xarakterlash uchun manometrik va vakuummetrik bosim tushunchalaridan foydalaniladi.

Agar ixtiyoriy nuqtadagi bosim, atmosfera bosimidan yuqori bo'lsa  $P_A > P_a$ , atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan qismiga manometrik bosim deyiladi va quyidagicha hisoblanadi;

$$P_M = P_A - P_a \quad (2.4.1)$$

Bu yerda :  $P_M$  - manometrik bosim;  $P_a$  - atmosfera bosimi.

Manometrlar —manometrik bosimni o'lchaydi.

Agar ixtiyoriy nuqtadagi bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa,  $P_A < P_a$ , atmosfera bosimigacha bo'lgan bosimga vakuummetrik bosim deyiladi va quyidagicha hisoblanadi:

$$R_V = R_a - R_A \quad (2.4.2)$$

bu yerda,  $R_V$  — vakuummetrik bosim. Vakuummetrlar—vakuummetrik bosimni o'lchaydi.

#### 2.4.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

**2.4.1 - masala.** Benzin bilan to'ldirilgan bak, quyoshda  $50^\circ\text{C}$  gacha harorati ko'tariladi. Agar bak absolyut qattiq deb qaralsa benzinning bosimi qanchaga o'zgaradi? Benzinning boshlang'ich harorati  $20^\circ\text{C}$ , hajmiy siqilish koeffitsiyenti

$$\beta_w = \frac{1}{1300 \text{ MPa}}; \text{ issiqlikdan kengayish harorat koeffitsiyenti } \beta_t = 8 \cdot 10^{-5} \frac{1}{^\circ\text{C}}.$$

**Yechish:**

Siqilish va haroratdan kengayish formulalaridan foydalanib quyidagilarni yozamiz:

$$\beta_w = \frac{w_1}{w} \cdot \frac{1}{P_1} \rightarrow \frac{w_1}{w} = \beta_w P_1 \quad (2.4.3)$$

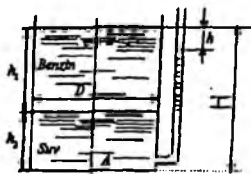
$$\beta_t = \frac{w_1}{w} \cdot \frac{1}{t_1} \rightarrow \frac{w_1}{w} = \beta_t t_1 \quad (2.4.4)$$

Tenglamaning o'ng tomonlarini tenglashtirib, o'zgartirilgan bosim miqdori aniqlaymiz:

$$\beta_w P_1 = \beta_t t_1 \quad (2.4.5)$$

$$P_1 = \frac{\beta_t}{\beta_w} \cdot t_1 = 312 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad (2.4.6)$$

2.4.2 - masala. Diametri  $D=2,0$  m ga teng bo'lgan silindrsimon bakka  $H$  m gacha suv va benzin quyilgan. Pezometrdagi suv sathi benzin sathidan  $h=300$  past. Bakdagi benzin og'irligini aniqlang, benzin zichligi  $\rho = 700 \text{ kg/m}^3$  (2.4.2- rasm)



2.4.2- rasm.

**Yechish:**

1. Hidrostatik asosiy tenglamasining I-natijasiga asosanib A nuqtadagi bosim

$$P_A = P_a + \rho_b g h_1 + \rho g h_2$$

$$P_A = P_a + \rho g h(H - h)$$

Tenglamaning o'ng tomonlarini tenglashtirib,  $h$  ni aniqlaymiz:

$$\rho_b g h_1 + \rho g h_2 = \rho g h(H - h)$$

Ma'lumki,

$$h_1 + h_2 = H; h_2 = H - h_1$$

u holda

$$h_1(\rho_b g - \rho g) = \rho g h$$

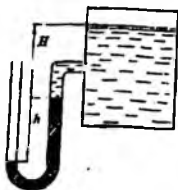
$$h_1 = \frac{\rho g h}{\rho_b g - \rho g} = \frac{\rho h}{\rho_b - \rho} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,3 \text{ m}}{700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,0 \text{ m}$$

1. Bakdagi benzin og'irligi:

$$G = \rho_b g W = \rho_b g \frac{\pi d^2}{4} \cdot h_1 = 22 \text{ kH}$$

2.4.3- masala. Idishdagi havoning absolyut bosimini aniqlash kerak, agar simobli asbobning ko'rsatishi  $h = 363$  mm, balandligi  $h = 1,0$  m bo'lsa. Simobning

zichligi  $\rho_c = 13600 \text{ kg/m}^3$ . Atmosfera bosimi 736 mm simob ustuniga teng (2.4.3 - rasm).



2.4.3-rasm. Idishdagi havoning absolyut bosimini o'lash sxemasi

**Yechish:**

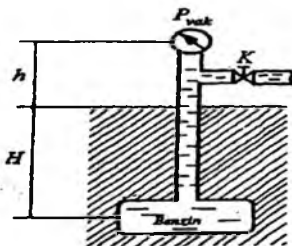
1. (1.2) formuladan C nuqtadagi bosim

$$P_c = P_a - \rho_c g h$$

2. Suyuqlik sathidagi bosim

$$P_o = P_c - \rho g H = P_a - \rho g h - \rho g H = 39952 \text{ kH/m}^2 \approx 40 \text{ kPa}$$

**2.4.4-masala.**  $H = 5 \text{ m}$  chuqurlikka o'rnatilg Rezervuardagi absolyut bosimni aniqlash kerak. Agar  $h = 1,7 \text{ m}$  balandlikda qo'yilgan vakuummetring ko'rsatishi  $P_v = 0,12 \text{ mPa}$  bo'lib, atmosfera bosimi  $h_a = 740 \text{ mm}$  simob ustuniga va benzin zichligi  $\rho_b = 700 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa (2.4.4-rasm).



2.4.4-rasm. Chuqurlikka o'rnatilg Rezervuar sxemasi.

### Yechish:

1. Ma'lumki, vakuummetr vakuumetrik bosimni o'lchaydi, u holda absolyut bosim quydagicha aniqlanadi:

$$P_A = P_s - P_v$$

$$P_A = P_s - P_v = 0,8 \text{ at} = 0,08 \text{ MPa}$$

2. C nuqtadagi absolyut bosimi quydagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$P_c = P_A + \rho gh(H - h) = 1,26 \text{ at.}$$

### KONTROL MASALALAR VA TOPSHIRIQLAR

1. U – ko'rinishli manometr trubkasining ochib qo'yilgan tubidan simob bug'lanishini oldini olish uchun simobga 10mm balandlikda suv qatlami quyilgan. Agar uning ko'rsatkichi  $P_m = 350 \text{ mm rt. ct.}$  bo'lsa, buning natijasida kelib chiqqan manometrnig nisbiy nuqsonini aniqlang.

2. 20°C haroratda kislorodli ballondagi bosim 100 bar. Agar ballon - 30°C gacha sovutilsa, manometr ko'rsatkichi qanday o'zgaradi? Bosim  $105 \text{ N/m}^2$  deb hisoblansin.

3. Yopiq idishga o'rnatilgan pezometrdagi suyuqlik sathini  $h$  p toping. Suv sathidagi absolyut bosim:  $P = 1,06 \text{ at}$ ;  $h_1 = 60 \text{ sm}$ ;  $P_s = 760 \text{ mm smob}$  ustuniga teng (1-rasm).

4. Idishdagi suv sathidagi bosimni aniqlang. Pezometrdagi suyuqlik balandligi  $h_p = 70 \text{ sm}$ ,  $h_1 = 40 \text{ sm}$ ,  $P_s = 100 \text{ kPa}$  (1-rasm).

5. Balandagi -V vakuum va absolyut bosimini toping. Vakuumetmning ko'rsatishi  $h = 0,7 \text{ m}$  suv ustuniga teng (2-rasm).

6. V-idishfagi vakuumetrik bosim  $P_B = 0,5 \text{ at}$ ; suyuqlikning zichligini aniqlang, agar  $h = 0,7 \text{ m}$ ;  $P_s = 760 \text{ mm}$  simob ustuniga teng bo'lsa (2-rasm).

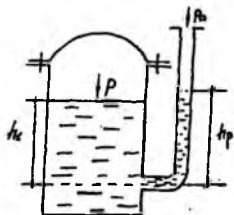
7. V-idishfagi vakuumetrik bosim  $P_B = 0,5 \text{ at}$  bo'lsa  $h$  ni aniqlang (2 rasm).

8. A turboprovoddagi suvning monometrik bosimini toping. Pezometrdagi simob ustuni balandligi  $h_2 = 25 \text{ sm}$  va  $h_1 = 40 \text{ sm}$  (3- rasm).

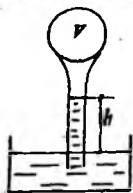
9. A turboprovoddagi monometrik bosim  $P_s = 200 \text{ kPa}$  bo'lsa,  $h_2$  ni aniqlang (3 -rasm).

10. Differensial monometr yordamida suv bilan to'ldirilgan 2 ta turboprovoddagi (A va B nuqtalardagi) bosimlar farqini toping. Simob ustuni balandligi  $h_1 - h_2 = h = 20$ .

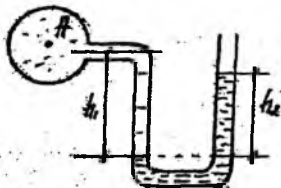
11. Agar A va B nuqtalardagi bosimlar farqi  $P_A - P_B = 20$  kPa bo'lsa, h ni aniqlang. (4- rasm).



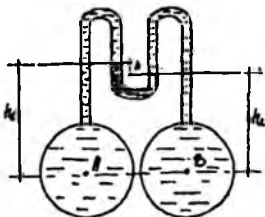
1- rasm. Yopiq idish sxemasi



2- rasm. Vakuumetning ko'rsatishini o'lchash sxemasi



3- rasm. Turboprovoddagi suvning monometrik bosimini o'lchash sxemasi



4-rasm. A va B nuqtalardagi bosimlar farqini o'lchash sxemasi

## 2.5. Suv sarfini aniqlash

Vaqt birligida ko'ndalang kesim orqali oqib o'tayotgan suyuqlik miqdoriga *suyuqlik sarfi* deyiladi. Agar suyuqlik sarfi  $m^3/s$ ,  $m^3/soat$  o'lchov birliklarida o'lchansa - *xajmiy sarf*,  $kg/s$ ,  $kg/soat$  larda o'lchansa - *massaviy sarf* deb xisoblanadi.

Oqim ko'ndalang kesimining turli nuqtalarida suyuqlik zarrachalarining tezligi bir xil bo'lmaydi.

Quyida keltirilgan 2.5.1 - rasmga binoan, truba o'qi atrofida suyuqlik tezligi maksimal, uning devoriga yaqinlashgan sari minimal qiymatga teng bo'ladi. Lekin, ko'pchilik xollarda truba ko'ndalang kesimi orqali oqib o'tayotgan suyuqlik tezliklarining taqsimlanish qonuniyatlari noma'lum yoki uni aniqlash juda qiyin. Suyuqliklarning xaqiqiy tezligini o'lchash juda murakkab bo'lgani uchun, muxandislik xisoblashlarda zarrachalar o'rtacha tezligi ishlatiladi. Suyuqlik xajmiy sarfi  $V$  ( $m^3/s$ ) ning truba ko'ndalang kesim yuzasi  $F$  ( $m^2$ ) nisbatiga *o'rtacha tezlik*  $w$  ( $m/s$ ) deb nomlanadi:

$$w = \frac{V}{F} \quad (2.5.1.)$$

Bundan xajmiy sarf,

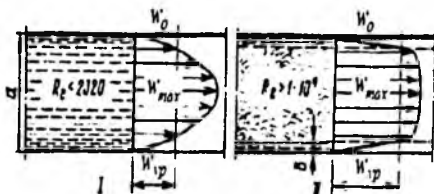
$$V = w \cdot F \quad (2.5.2.)$$

Massaviy sarf  $G$  ( $kg/s$ ) esa, quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$G = \rho \cdot w \cdot F \quad (2.5.3.)$$

bu yerda  $\rho$  - suyuqlik zichligi,  $kg/m^3$

Shuni aloxida ta'kidlash kerakki, yuqorida keltirilgan formulalar istalgan shakldagi ko'ndalang kesimli kanallar uchun xam to'g'ri keladi.



2.5.1-рasm. Ламинар (I) ва турбулент (II) харикат режимларида труба кесимьяда тезликларнинг тахсимланиши.

### 2.5.1.Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

2.5.1-masala. Po'lat quvurda suv sarfi  $Q = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ , va uning ko'ndalang kesimining maydoni  $\omega = 0,60 \text{ m}^2$  bo'lsa, undagi oqimning o'rtacha tezligini aniqlang.

**Yechish.**

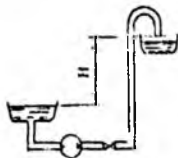
$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{0,25}{0,60} = 0,42 \text{ m/s}$$

2.5.2-masala. Xajmiy sarfi  $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ , temperaturasi  $50^\circ\text{C}$  bo'lgan tomat pastasi truba quvuri orqali uzatilmogda. Truba quvurining uzunligi 60 m, diametri 0,1 m,  $R_{\text{qur}}/d^3$ , ko'tarilish balandligi  $h_r = 5 \text{ m}$ , zichligi  $\rho = 1070 \text{ kg/m}^3$  (2.5.2-rasm). Ushbu miqdordagi tomat pastani uzatish uchun nasos qanday bosim berishi kerak?

**Yechish:**

Masalani ishlash quyidagi ketma – ketlikda olib boriladi:

1) 1-1, 2-2 kesmalar uchun nasos berayotgan N naporni hisobga olgan holda Bernulli tenglamasi yoziladi (2.5.2 – rasm).



2.5.2 – rasm. Tomat pastasini uzatish sxemasi

$$H = (\xi_{\text{vop}} + 2 \cdot \xi_{90^\circ} + \xi_{180^\circ} + \alpha) \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g} + \frac{\Delta P}{l} \cdot \frac{l}{\rho \cdot g} + h_r = h_r + \frac{\Delta P}{l} \cdot \frac{l_s}{\rho \cdot g}$$

2) Truba quvurining uzunligi bo'yicha mahalliy qarshiliklar mavjudligi sababli ya'ni 2 ta ventil qarshiligi uchun 0,2 m, 180° li burilish uchun 3 m ga, 90° li tirsak uchun 1,5 m ga uzaytirilishi kerak. Bunda, quvurning ekvivalent uzunligi

$$l = 60 + 21,5 + 3,0 + 0,2 = 66,2 \text{ m}$$

61 - jadvalga asosan, chiziqli interpolatsiyadan foydalanib,  $\Delta P/l = 8 \text{ kPa/m}$  ligini aniqlaymiz.

3) Topilgan ma'lumotlarni Bernulli tenglamasiga qo'yib, quyidagi natijani olamiz:

$$H = 5 + 8,0 \cdot \frac{66,2}{1070 \cdot 9,8} \cdot 10^4 = 5 + 50,5 = 55,5 \text{ m}$$

2.5.3- masala. Sarfi  $G=3000 \text{ kg/soat}$  va temperaturasi  $t=20^\circ\text{S}$  bo'lgan suv, ichki diametri 30 mm bo'lgan truba orqali uzatilmoqda. Suvning trubadagi o'rtacha tezligini aniqlansin.

Yechish:  $t=20^\circ\text{S}$  dagi suvning zichligini IV jadvaldan topamiz:  $\rho=998 \text{ kg/m}^3$ . Trubaning ko'ndalang kesim yuzasini quyidagi tenglama orqali topamiz:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,030^2}{4} = 0,00070 \text{ m}^2$$

Suvning trubadagi o'rtacha tezligini quyidagi tenglamadan aniqlaymiz:

$$w_{\text{sp}} = \frac{G}{F \cdot \rho} = \frac{3000}{3600 \cdot 0,00070 \cdot 998} = 1,18 \text{ m/c}$$

## Kontrol masalalar va topshiriqlar.

1. Sarfi  $V=1700 \text{ m}^3/\text{soat}$  (normal sharoitda) va temperaturasi  $t=30^\circ\text{S}$  bo'lgan metan gazi, ichki diamtri  $200 \text{ mm}$  bo'lgan truba orqali uzatilmoqda. Metan gazining trubadagi o'rtacha tezligini aniqlansin. ( $16,7 \text{ m/s}$ )

2. Bir yo'lli qo'biq trubali issiqlik almashinish qurilmasining trubalari (trubalar soni  $n=100$ , diametri  $20 \times 2 \text{ mm}$ ) orqali havo uzatilmoqda. Havoning o'rtacha temperaturasi  $50^\circ\text{S}$  va bosim  $2 \text{ kg-k/sm}^2$  (manometr ko'rsatkichi bo'yicha), tezligi  $9 \text{ m/s}$ . Barometrik bosim  $740 \text{ mm sim. us.}$  Quyidagilarni aniqlansin: a) havoning massaviy sarfi; b) havoning ishchi sharoitdagi hajmiy sarfi; v) havoning normal sharoitdagi hajmiy sarfi. (-a)  $0,57 \text{ kg/s}$ ; -b)  $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ ; -v)  $0,44 \text{ m}^3/\text{s}$ )

3. Sovutkich diametri  $20 \times 2 \text{ mm}$  bo'lgan  $19 \text{ dona}$  trubadan iborat. Sovutkichning truba kanallariga suv diametri  $57 \times 3,5 \text{ mm}$  bo'lgan truba orqali kirmoqda. Suvning ushbu trubadagi tezligi  $1,4 \text{ m/s}$ . Suvning truba kanallaridagi tezligini topilsin. ( $0,72 \text{ m/s}$ )

4. "Truba ichida truba" tipidagi sovutkichning ichki trubasi diametri  $29 \times 2,5 \text{ mm}$  va tashqi trubasi diametri  $54 \times 2,5 \text{ mm}$ . Ichki truba orqali  $3,73 \text{ l/soat}$  sarf bilan zichligi  $1150 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan eritma (rassol) harakatlanmoqda. Trubalararo bo'shliqda esa  $160 \text{ kg/soat}$  sarf va  $R_{\text{abs}}=3 \text{ kg-k/sm}^2$  bosim bilan temperaturasi  $0^\circ\text{S}$  bo'lgan gaz harakatlanmoqda. Gazning  $0^\circ\text{S}$  temperatura va  $760 \text{ mm sim. us.}$  dagi zichligi  $1,2 \text{ kg/m}^3$ . Sovutkichdagi suyuqlik va gazning tezligi hisoblab topilsin. ( $2,0 \text{ m/s}$ ;  $10,4 \text{ m/s}$ )

### 2.6. Maxalliy qarshiliklarni hisoblashga doir masalalar

Maxalliy qarshilik tezlikning suyuqlik harakat kilayotgan trubaning shakli o'zgarishiga bog'lik bo'lgan xar qanday o'zgarishi vaqtida paydo bo'ladi. Bularga bir trubadan ikkinchi trubaga o'tish joyi, trubalarning kengayishi yoki birdan kengayib birdan torayishi, tirsaklar, oqim yo'nalishini o'zgartiruvchi qurilmalar (kran. vintel va x.k) kiradi. Shunday qilib yo'qolgan bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$N_n = H_1 - H_m \quad (2.6.1.)$$

Bu yerda  $H_1$  - ishqalanish qarshiligi yoki uzunlik bo'yicha yo'qotish.  $H_m$  – maxalliy qarshilik.

Laminar tartib vaqtida ishqalanish qarshiligi yuqorida keltirilgan formulalardagi kabi nazariy usul bilan aniqlanishi mumkin.

$$H = \lambda \frac{l}{D} \cdot \frac{\rho v^3}{2g} \quad (2.6.2.)$$

Bu yerda  $\lambda = \frac{64}{Re}$  ni ishqalanish qarshiligi koeffitsienti deb atagan edik.

Ko'pincha uni soddaroq qilib ishqalanish koeffitsienti deyiladi. Silindrik trubalarda bu fomula Reynolds soni 2320 dan kichik bo'lgan laminar xarakatlar uchun tajribada olingan natijalarga juda yaqin keladi. Turbulent xarakat uchun ishqalanish qarshiligi tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

### 2.6.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

**2.6.1-masala.** Naporli kuvurda suyuqlikning turbulent harakati paytida uning uzunligi bo'yicha yo'qotilgan napomi aniqlang. Quvurning uzunligi  $l = 800$  m, undagi suyuqlik sarfi  $Q = 0,10$  m<sup>3</sup>/s. Kuvur po'latdan yasalgan bo'lib, diametri  $D = 0,25$  m va g'adir-budurligining o'rtacha balandligi  $\Delta = 0,0013$  m.

**Yechish.** Qaralayotgan masaladagi berilgan miqdorlar ikkinchi darajali qarshilik sohasida yotadi deb faraz qilamiz, u xolda yo'qotilgan napor  $A$ . Shezi formulasi  $v = S \sqrt{RJ}$  dan foydalanib kuyidagicha aniqlanadi:

$$h_f = \frac{v^3}{C^3 R}$$

Bu yerda

$$J = \frac{h_f}{l}$$

Bunda  $v$  uzluksizlik tenglamasidan aniqlanadi:

$$v = \frac{Q}{\omega} \cdot \frac{0,10}{\pi \frac{D^2}{4}} = \frac{0,10}{\frac{3,14 \cdot 0,15^2}{4}} = 2,04 \text{ m/c}$$

bu yerda

$$R = \frac{D^3}{4} = \frac{0,25}{4} = 0,0625 \text{ m}$$

1.1. Agroskin formulasidan S ni aniqlaymiz

$$C = 17,72(k_m + \lg R) = 50,2 \text{ m}^{0,5} / \text{c}$$

bunda

$$h_s = \frac{v^3}{C^2 R} \cdot l = \frac{2,04^3}{50,2^2 \cdot 0,0625} \cdot 800 = 21,14 \text{ m}$$

Masalaning boshlanishida biz suyuqlik harakati jarayonlarini ikkinchi darajali qarshilik sohasiga qarashli deb hisobni boshlagan edik. Endi haqiqatan ham shundaymi yoki yo'qmi ekanini tekshiramiz. Buning uchun O. Reynolds sonini hisoblaymiz.

$$Re_D = \frac{uD}{\nu} = \frac{2,04 \cdot 0,25}{1,31 \cdot 10^{-4}} \cdot 800 = 389313$$

bu yerda suvning harorati  $T^0S = 10^0S$  bo'lgani uchun 1,2-jadvaldan  $\nu = 1,31 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$  bo'ladi. Endi shunday O. Reynolds sonini aniqlashimiz kerakki (u chegaraviy O. Reynolds soni deyiladi), u chegaraviy  $Re_{\text{chegaraviy}}$  sonidan katta bo'lsa, u holda bizning masala ikkinchi darajali qarshilik sohasiga qarashli bo'ladi, ya'ni o'zan devori tulik, g'adir-budur.

$$Re_{\text{chegaraviy}} = 21,6C \frac{D}{\Delta} = 21,6 \cdot 50,2 \frac{0,25}{0,0013} = 208523$$

ya'ni

$$Re_D = 389313 > Re_{\text{chegaraviy}} = 208523$$

Bu tengsizlikdan shunday xulosa chiqadiki, berilgan masalada qaralayotgan suyuqlik xarakati haqiqatan ham ikkinchi darajali qarshilik oblastida ekan. Bundan ko'rinadiki, masalani yechishda biz tug'ri yo'l tutganmiz.

**2.6.2-masala.** Qobiqtubali issiqlik almashinish qurilmasi trubalararo bo'shlig'ning ekvivalent diametrini aniqlash kerak. Qurilma diametri  $38 \times 2,5 \text{ mm}$  li 61 ta trubalardan tashkil topgan kobig' (korpus)ning ichki diametri 625 mm.

**Yechish:**

$$n = 61$$

$$d = 3,8 \times 2,5 \text{ mm}$$

$$D = 625 \text{ mm}$$

$$d_e = ?$$

$$d_e = 4r_2 = \frac{4F}{\pi} = \frac{4 \frac{\pi D^3}{4} - n \frac{\pi d^3}{4}}{\pi D - n \pi d} = \frac{4 \frac{1}{4} \pi D^3 - n d^3}{\pi (D + nd)} = \frac{(0,625)^3 - 61(0,033)^3}{0,625 + 61 \cdot 0,033} = 0,103$$

**2.6.3-masala.** Diametri 19x2 mm uzunligi 10 m bo'lgan latun trubadan 2 m/s tezlikda suv oqib o'tmokda. Bosimning yo'qotilishini aniqlang. Temperatura 55°C trubaning g'adir- budirligi  $l = 0,005 \text{ mm}$

**Berilgan:**

$$D = 19 \times 2 \text{ mm}; l = 10 \text{ m}; w = 2 \text{ m/s}; t = 55^\circ \text{ C}; e = 0,005 \text{ mm}; \Delta P_{yo'q} = ?$$

**Yechish:**

$$\mu = 0,5064 \text{ m Pa} \cdot \text{s} = 0,5064 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$\rho = 985 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta P_{yo'q} = \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2 \rho}{2}$$

$$Re = \frac{wd\rho}{\mu} = \frac{2 \cdot 0,015 \cdot 985 \cdot 10^3}{0,5064} = 5,84 \cdot 10^4$$

$$\frac{d}{l} = \frac{15}{0,005} = 3000$$

$$\Delta P_{yo'q} = 0,02 \frac{10}{0,015} \cdot \frac{2 \cdot 985}{2} = 26266 \text{ Pa} = 2,63 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

## KONTROL MASALALAR

1. Temperaturasi 60°S bo'lgan 18 t/soat miqdorida oqib o'tayotgan CCl<sub>4</sub> suyuqlikning o'rtacha tezligi va xarakat rejimi topilsin. Truba o'qidagi maxalliy tezlik aniqlansin. Trubaning 62x2mm.

2. Temperaturasi 80°S o'rtacha tezligi 2,1 m/s bulgan metil spirti, truba ichidagi truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining ichki trubasi ichida xarakatlanmoqda. Agar truba diametri 50x2,5 mm ligi malum bo'lsa, suyuqlikning sarfi va truba ichidagi maxalliy tezlik aniqlansin.

3. Diametri 64x3 mm li zanglamaydigan yukori sifatli X18N10T po'latdan yasalgan trubadan 32 T/soat massaviy sarf bilan azot kislotasi xaydalmoqda. Trubada normal ventil to'sik 110°S burchak ostida 2 ta tirsak 90° burchakli 2 ta tirsak o'rnatilgan. Trubaning 64 m li uzunlikdagi bo'lagida bosimning yo'qotilishi xisoblansin.

4. 150 m li trubada suyuqlik xarakatlanishida bosimning yo'qotilishini xisoblansin. Truba ichida xarakat qilayotgan suyuqlik yo'lida diametri 68x4 mm, 52x3mm gacha to'satdan torayish, so'ng 2 ta jo'mrak va 2 ta 90° li tirsak qarshiliklar mavjud. Trubadan 60°S temperaturada 1,4 m/s tezlikda xlorbenzol xarakat qilmokda.

## KONTROL TOPSHIRIQLAR

Temperaturasi 70°S o'rtacha tezligi 2,2 m/s bo'lgan metil spirti, truba ichidagi truba" tipidagi issiqlik almashinish qurilmasining ichki trubasi ichida xarakatlanmoqda. Agar truba diametri 50x2,5 mm ligi malum bo'lsa, suyuqlikning sarfi va truba ichidagi maxalliy tezlik aniqlansin.

Parametr	O'lchov birligi	Shifrnig oxirgi raqami bo'yicha variantlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temperatura	°S	70	72	68	66	80	72	70	69	71	81
O'rtacha tezlik	m/s	2,2	2,4	2,0	2,1	2,2	2,0	1,9	2,3	2,0	2,3

### 3-bob. MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARNING ISHLASH PRINSIPI VA QURILMALARNI XISOBLASH.

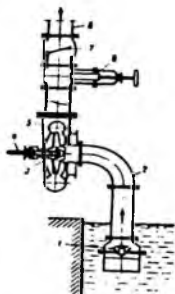
#### 3.1. Markazdan qochma nasoslarning ishlash prinsipi va turlanishi

Markazdan qochma nasoslarda suyuqlikka ishchi g'ildirak aylanishida kuraklarining ta'siri natijasida hosil bo'ladigan markazdan qochma kuch hisobiga suyuqlikka kerakli bosim va napor uzatiladi.

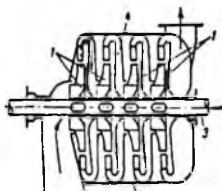
Markazdan qochma nasoslar oqim kinetik energiyasini bosimning potensial energiyaga aylantirib berishiga asoslanib ishlaydi (3.1.1-rasm). Bu turdagi nasoslarda suyuqlikni so'rish va uzatish markazdan qochma kuch ta'sirida bo'lib, bu kuch nasos ishchi g'ildiragiga joylashgan spiralsimon kurakchalarni aylanishidan hosil bo'ladi. Kurakchalar suyuqlik oqib o'tadigan kanalni hosil qiladi.

Suyuqlik, so'rish quvuri orqali, ishchi g'ildirak o'qi bo'ylab, nasosga kiradi. Ishchi g'ildirak suyuqlikka aylanma harakat beradi. Markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik nasos qobig'i bilan ishchi g'ildiragi orasidagi o'zgaruvchan ko'ndalang kesimli kanalga kirib boradi. Kanalda suyuqlik tezligi uzatish quvuridagi tezlik qiymatigacha kamayadi.

Natijada ishchi g'ildiragiga kirishdagi bosim pasayib, suyuqlik beto'xtov nasosga so'rib boriladi. Nasos kamerasiga markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlikning kelishi natijasida bosim ortib, suyuqlik nasos kamerasidan haydash quvuriga ko'tariladi



3.1.1-rasm. Markazdan qochma nasos sxemasi. 1-7-klapan, 2- surish quvuri, 3- ishchi g'ildirak, 4- 9x, 5- kobik, 6- haydash quvuri, 8- zalvonka.

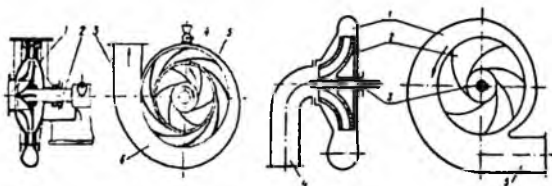


3.1.2-rasm. Kuz bosqunchi, markazdan qochma nasos sxemasi. 1- ishchi g'ildirak, 2- kobik, 3- 9x, 4- aylanma kanal.

Markazdan qochma nasoslarning asosiy qismlari korpus, valga o'rnatilgan aylanuvchi ishchi g'ildirak(lar) bo'lib, valga bir yoki bir nechta ishchi g'ildirak o'rnatish mumkin. Agar nasosda bir dona ishchi g'ildirak bo'lsa, u bir bosqichli, bir nechta bo'lsa, u ko'p bosqichli deyiladi.

Bir bosqichli nasosning bosimi 50 m suv ustunidan oshmaydi. Shuning uchun yuqori bosim hosil qilish uchun bir o'qning o'ziga ketma-ket bir necha ishchi g'ildiragi o'rnatiladi.

Ko'p bosqichli nasosning bosimi g'ildirak soniga proporsional. Ko'pincha g'ildiraklar soni beshta (va o'n ikkitadan ortmaydi) (3.1.2- rasm).



3.1.3-rasm. Markazdan qochma nasos:

A) 1-so'rish trubkasi; 2-val; 3-haydash  
patrubkasi; 4-ishchi g'ildirak;  
5-yo'naltiruvchi apparat.

B) 1-nasosning spiralsimon korpusi,  
2-parrakli ishchi g'ildirak, 3-val, 4-so'rish  
trubasi, 5-uzatish trubasi

Ishchi g'ildirak suyuqlikning oqishi uchun kanallar hosil qiluvchi kuraklar o'rnatilgan disk va qopqoqdan iborat. Kuraklar odatda turi (oldiga, orqaga egilgan va radial) shakllarda bo'ladi. Markazdan qochma nasoslarda hosil bo'ladigan bosim ishchi g'ildirakning aylanish tezligiga bog'liq.

Ishchi g'ildirak bilan korpus orasida kattagina tirqish bo'lib, agar korpus suyuqlik bilan to'ldirilmasa, g'ildirak aylanishidan hosil bo'lgan siyraklanish suyuqlikni ko'tarishgan yetmaydi. Shuning uchun markazdan qochma nasoslarni ishga tushirishdan oldin uning ichi suyuqlik bilan to'ldiriladi. Nasosni to'ldirishda yoki qisqa vaqt to'xtatganda suyuqlik oqib ketmasligi uchun so'rish quvurining suvga botirilgan qismida qaytarish klapani o'rnatilgan bo'ladi.

Salniklar nasosni korpusidagi val o'tadigan tirqishlarni zichlash vazifasini bajaradi. So'rish tomoniga o'rnatilgan salnik nasosga havo kirishini oldini olishi,

haydash tomonidagi salnik suyuqlikni tirqishdan tashqariga oqib chiqishini oldini oladi.

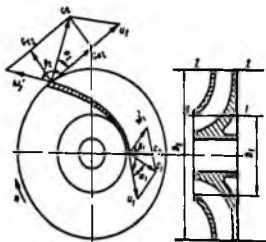
### 3.2. Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi (Eyler tenglamasi)

Markazdan qochma nasos uchun asosiy tenglamani 1755 yilda L. Eyler chiqargan bo'lib, keyinchalik kurakli mashinalar nazariyasida asosiy tenglama deb atala boshladi, so'ngra u turbinalar va boshqa turdagi kurakli mashinalarga ham qo'llana boshladi. Eyler tenglamasi ishchi g'ildiragining geometrik va kinematik xarakteristikalarini nasos hosil qilgan bosim bilan bog'laydi. Bu tenglama quyidagi ikkita masalani hal qilishga yordam beradi:

1) berilgan sarf va hosil qilinishi kerak bo'lgan bosim bo'yicha ishchi g'ildiraklari sonini va uning o'lchamlarini aniqlashni;

2) berilgan ishchi g'ildiragi va valning aylanish soni bo'yicha sarf va hosil bo'ladigan bosimni hisoblash.

*Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi hosil qilgan naporni (bosimni) hisoblaymiz. Buning uchun g'ildirak kanallaridan birini (3.2.1-rasm) ko'raib chiqamiz.*



3.2.1-rasm. Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasini keltirib chiqarishga oid

Suyuqlik so'rish quvuridan kanalga  $c_1$  tezlik bilan kiradi. Kirishdagi  $c_1$  tezlik kattaligi va yo'nalishi bo'yicha kanalning boshlanishidagi absolyut tezlikka, ya'ni aylanma tezlik  $u_1$  va kurakka nisbatan nisbiy tezlik  $w_1$  lardan tuzilgan parallelogramm diagonaliga teng. Kanaldan chiqishda suyuqlikning absolyut tezligi  $c_2$ , aylanma tezligi  $u_2$ , nisbiy tezligi  $w_2$  bo'ladi. Kirishda bosim  $p_1$ , chiqishda  $p_2$  bo'lsa, u holda

kanalning kirish va chiqish kesimlari uchun Bernulli tenglamasi ( $z_1 = z_2$  bo'lsa): quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{w_2^2}{2g} \quad (3.2.1.)$$

Bernulli tenglamasiga muvofiq aylanayotgan ishchi g'ildirakka suyuqlikning kirishidagi nabori  $H_1$  va undan chiqishdagi nabori  $H_2$  quyidagiga teng:

$$H_1 = \frac{p_1}{\rho g} + \frac{c_1^2}{2g}; \quad H_2 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{c_2^2}{2g} \quad (3.2.2.)$$

Nasosning nazariy nabori  $H_N$  suyuqlikning ishchi g'ildirakka kirishdagi va undan chiqishdagi nabori farqiga teng:

$$H_N = H_2 - H_1 = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} \quad (3.2.3)$$

Ishchi g'ildirakka kirish va chiqishdagi tezliklar parallelogrammasidan (7.4-rasm):

$$w_1^2 = u_1^2 + c_1^2 - 2u_1 c_1 \cos \alpha_1; \quad w_2^2 = u_2^2 + c_2^2 - 2u_2 c_2 \cos \alpha_2$$

U holda (3) tenglama quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$H_N = \frac{u_2 c_2 \cos \alpha_2 - u_1 c_1 \cos \alpha_1}{g} \quad (3.2.4)$$

(4) tenglama *Eylerning markazdan qochma mashinalar uchun asosiy tenglamasi*.

(4) tenglama barcha markazdan qochma nasoslar, turbogazoduvka, turbokompressor va ventilyatorlarni hisoblashda qo'llaniladi.

**Markazdan qochma nasosning haqiqiy nabori  $H$**

Nasosning  $H$  haqiqiy nabori nazariy napordan kichik bo'ladi. Chunki energiyaning bir qismi nasos ichidagi gidravlik qarshiliklarni yengishga sarflanadi:

$$H = H_N \cdot \eta_r \cdot \varepsilon \quad (3.2.5)$$

bu yerda  $\eta_r$  - nasosning gidravlik f.i.k.-i,  $\eta_r = 0,8 + 0,95$

$\varepsilon$  - markazdan qochma nasosdagi kuraklar sonini hisobga oluvchi koeffitsiyent,

$$\varepsilon = 0,6 + 0,8$$

*Markazdan qochma nasosning unumdorligi  $Q$*

Markazdan qochma nasosning unumdorligi  $Q$  ishchi g'ildirakning kuraklari orasidagi ( $b_1$  va  $b_2$ , rasm.) kanallar orqali oqib o'tgan suyuqlikning sarfiga teng:

$$Q = b_1(\pi D_1 - \delta z)c_v = b_2(\pi D_2 - \delta z)c_v \quad (3.2.6)$$

bu yerda  $\delta$  - kuraklar qalinligi;

$z$  - kuraklar soni;

$b_1$  va  $b_2$  - ishchi g'ildirak tashqi va ichki aylanasing eni (kengligi);

$c_{1v}$  va  $c_{2v}$  - ishchi g'ildirakka kirish va chiqishdagi absolyut tezliklarning radial tashkil etuvchilari ( $c_{1v} = c_{2v}$ ).

*Markazdan qochma nasosning unumdorligi va nafari ishchi g'ildirakning aylanishlar soniga (chastotasiga) bog'liq.* Ishchi g'ildirakning aylanish soni (chastotasi) o'zgarganda nasosning ish unumdorligi, nafari va nasos iste'mol qiladigan quvvat ham o'zgaradi.

*Markazdan qochma nasosning ish  $Q$  unumdorligi ishchi g'ildirakning aylanishlar soniga proporsional:*

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}; \quad (3.2.7)$$

*Napoming o'zgarishi aylanish sonining kvadratiga proporsional:*

$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2; \quad (3.2.8)$$

*Nasos o'qidagi (validagi) quvvaming quyidagi tenglamasidan:*

$$N_v = \frac{\rho g Q H}{\eta_H} \quad (3.2.9)$$

nasosning iste'mol quvvati  $N_v$ , unumdorlik  $Q$  va napoming  $H$  ko'paytmasiga proporsionaldir.

bu yerda  $Q$  - nasosning hajmiy unumdorligi,  $m^3/sek$ ;

$\rho$  - haydalayotgan suyuqlikning zichligi,  $kg/m^3$ ;

$H$  - nasosning to'liq nafari;

$\eta_n$  - nasosning umumiy f.i.k.-i.

(9) tenglamadan esa kelib chiqib, *nasos validagi iste'mol quvvatining o'zgarishi aylanishlar sonining 3- darajasiga (kubiga) proporsional*:

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \quad (3.2.10)$$

Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragining aylanishlar soni (chastotasi) ortishi bilan uning ish unumdorligi birinchi darajada, napori ikkinchi, iste'mol quvvati esa uchinchi darajada ortadi.

**Markazdan qochma nasos turlari.** Ishchi g'ildiragining charxiga qarab markazdan qochma nasoslar 5 guruhga bo'linadi.

Guruh	$D_1/D_2$	$n_s$
Sekin yurar	2,5	40...80
O'rtacha tezlikli	2	80...150
Tez yurar	1,4	150...300
Yarim o'qli	1,1	300...600
O'qli	0,8	600... 1200

Bir xil  $\alpha_2$ ,  $\beta_2$  burchaklar va  $\epsilon$ ,  $\eta_2$  koeffitsiyentlarga ega nasoslarning asosiy xarakteristikasini tez yurarlik kriteriysi  $n_s$  ifodalaydi.

Tez yurish kriteriysi etalon nasosning aylanish chasgotasi bo'lib, f.i.k. o'zaro teng bo'lib, 0,736 kVt kuvvat bilan 1 m suv ust. teng bosim hosil qiladi. Ishchi g'ildiragi  $D$  va  $D_s$  diametrlri 2 ta o'zaro mos bo'lgan, hamda aylanishlar chastotasi mos ravishda  $n$  va  $n_s$  bo'lgan nasoslarni tekshirib ko'ramiz. Ularning bosimlari  $N$  va  $N_s$ , unumdorligi  $\eta$  va  $\eta_s$  bo'lsa, kuvvatlar  $N$  va  $N_s = 0,736$  kVt bo'ladi.

(2.99) tenglamadan ko'rinadiki, aniq aylanishlar chastotasida tez yurarlik koeffitsiyenti unumdorlik yaxshilanishiga to'g'ri proporsional, naporga teskari proporsional. Shu sabab, sekin yurar nasoslar unumdorligi pasg bo'lib, bosimni yuqori qiymatga ko'garishga xizmat qilsa, tez yurarlar esa, kichik bosim bilan katta unumdorlikni ta'minlab beradi.

### 3.2.1. KONTROL MASALALAR

1. Markazdan qochma tipdagi nasosning ishchi g'ildiragi 0,12 m va uning chastotasi 2880 ayl/min. Ushbu nasos hosil qilayotgan napor qiymatini toping. Napor koeffitsiyenti  $\varphi = 0,7$ , gidravlik f.i.k.  $\eta_n = 0,65$  ga teng deb qabul qilish mumkin.

2. Agarda, markazdan qochma tipidagi nasosning aylanishlar soni 2950 dan 2500 ayl/min gacha kamaytirilsa, uning quvvagi qanchaga pasayadi. O'zgartirish kiritilgunga qadar, ishlayotgan nasos quvvati 3 kBT edi.

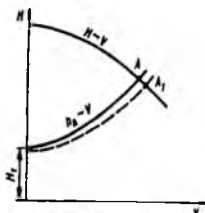
3. Vir minutda aylanish chastotasi 1800 bo'lgan markazdan qochma nasos temperaturasi 30°C bo'lgan suvni soatiga 140 m<sup>3</sup> miqdorda uzatib berishi kerak. Nasos o'rnatilgan joydagi o'rtacha atmosfera bosimi 745 mm.sim.ust. ni tashkil etadi. Surish tarmog'idagi to'da yo'qotilgan napor miqdori 4,2 m ga teng. Ruqsat etilgan nazariy surish balandligini aniqlang.

4. Nasos qurilmasi soatiga 35 m<sup>3</sup> suvni diametri 60x2,5 mm li trubadan 44 m balandlikka uzatib bermoqda. Truba tarmog'ida 3 ta silliq tirsak va 2 ta ventil bor. Trubaning uzunligi 95 m. Agarda nasosning f.i.k.= 0,6 ga teng bo'lsa, sarf bo'layotgan quvvat aniqlansin.

### 3.3. Nasosning tarmoqdagi ishi. Kavitatsiya

Nasos bilan biriktirilgan quvurlar tizimi *tarmoq* hisoblanadi.

Tarmoq xarakteristikasi uzatilayotgan suyuqlik unumdorligi bilan napor (bosim) orasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi



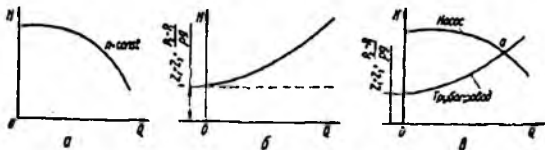
3.4.1-rasm. Nasosning tarmoq xarakteristikasi.

3.4.1-rasmda nasos va tarmoqning xarakteristikasi ko'rsatilgan. Bu xarakteristikalarning kesishgan joyi *A* ish nuqtasi deyiladi. Ushbu tarmoqda nasos ishlaganda bu nuqta eng yuqori unumdorlik ekanligini bildiradi. Agar kattaroq miqdorda unumdorlik kerak bo'lsa, elektr yuritkichning aylanishlar chastotasini oshirish zarur yoki

tarmoqda bosim yo'qotilishini, hamda geometrik uzatish balandligini kamaytirish

kerak.

Tarmoqda bosim yo'qotilishi kamaytirilganda, ish nuqtasi ( $A_1$ ) o'ngga suriladi. Agar, yuqorida qayd etilgan, uchchala usulda ham unumdorlik oshmasa, u holda nasos yanada quvvatlisi bilan almashtiriladi.



3.4.2-rasm. a) nasosning  $Q-N$  xarakteristikasi; b) quvurning xarakteristikasi; v) nasosning va quvurning birgalikdagi umumiy  $Q-N$  xarakteristikasi

Har bir tarmoq o'zining ichki (ishqalanishdagi va mahalliy qarshiliklar sababli) va tashqi (tarmoqdan chiqishdagi kesimda) bosim yo'qotishlari bilan xarakterlanadi. Ichki va tashqi bosim yo'qotishlar yig'indisi *tarmoqning to'liq gidravlik yo'qotishlarini* tashkil qiladi.

Yo'qotilgan  $h_y$  napor ishqalanish  $h_{ishq}$  va mahalliy qarshiliklar  $h_{m,q}$  napori yig'indisidan tashkil topgan:

$$h_y = h_{ishq} + h_{m,q} \quad (3.4.1)$$

Yo'qotilgan  $h_{y,o,q}$  napomi (yoki  $\Delta r_{y,o,q}$ ) bilmasdan turib nasos yordamida suyuqliklarni uzatish uchun zarur bo'lgan energiya sarfini aniq hisoblab bo'lmaydi.

Suyuqlikning qovushqoqligi sababli uning qatlamlari turlicha tezlik bilan harakatlanadi va qatlamlari bir-biri bilan ishqalanishi natijasida *ishqalanishdagi bosim yo'qotilishi* sodir bo'ladi. *Ishqalanishdagi bosim yo'qotilishi* har bir alohida uchastkalar uchun Darsi-Veysbax tenglamasidan aniqlanadi:

$$h_{y,q} = \lambda \frac{\ell}{d} \frac{w^2}{2g} \quad (3.4.2)$$

$w$  - suyuqlik tezligi;

$d$  - quvur diametri, m;

$l$  - quvur uzunligi, m;

$\lambda$  - gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti.

Ishqalanish qarshiligi (yoki uzunlik bo'yicha qarshilik) – tarmoqda suyuqlik harakat qilganda, ichki ishqalanish qarshiligi, uning butun uzunligi bo'yicha mavjud. Ichki ishqalanish kuchining kattaligi suyuqlik oqimining rejimiga (laminar, turbulent, turbulentlik darajasiga) bog'liq.

*Mahalliy qarshiliklar* – suyuqlik oqimi tezligi va harakat yo'nalishi o'zgarishi natijasida yuzaga keladi. Mahalliy qarshiliklarga keskin va asta-sekin toraygan va kengaygan qismlar, tirsaklar, jo'mrak, yopuvchi va rostlovchi uskuna (ventil, zadvijka, tiqinli kran) va boshqalar kiradi

Mahalliy qarshiliklardagi yo'qotishlar quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$h_{\text{mahalliy}} = \xi \frac{w^2}{2g} \quad (3.4.3.)$$

$\xi$  - mahalliy qarshilik koeffitsiyenti.

Tarmoqdagi *naporning umumiy* (bosimning) *yo'qotilishi* quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$\sum h_{\text{umumiy}} = \sum_1^n \lambda_i \frac{\ell_i w_i^2}{d_i 2g} + \sum_1^n \zeta_{w_i} \frac{w_i^2}{2g} \quad (3.4.4.)$$

yoki

$$\sum h_{\text{umumiy}} = KQ^2$$

Ushbu tenglama tarmoqning xarakteristikasi hisoblanadi.

bu yerda  $K$  - tegishli tarmoq uchun o'zgarmas konstanta bo'lib, tarmoqning gidravlik qarshiligini xarakterlaydi;

$l$  - tarmoq quvurlari uzunligi;

$d$  – quvur diametri;

$\lambda$  – gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti;

$\xi$  - ishqalanishga qarshilik koeffitsiyenti (koeffitsiyent soprotivleniya treniya).

## Kavitasiya

Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragining aylanish tezligi katta, hamda suyuqlik temperaturasi yuqori bo'lsa, suyuqlikda intensiv ravishda bug'lanish sodir bo'ladi. Bug' pufakchalari suyuqlik bilan birgalikda yuqori bosimli hududga kirganida ular kondensatlanadi. Bunda bug' pufakchalari egallab turgan hajmni suyuqlik zudlik bilan to'ldiradi, natijada gidravlik zarba, shovqin, nasosning silkinishlari yuz beradi. Bu hodisa kavitasiya deb nomlanadi. Kavtasiya nasosni yemirib ishdan chiqishiga olib keladi. Kavtasiya sababli nasosning unumdorligi va f.i.k. pasayadi.

Kavitasiyadagi tuzatish (popravka) quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$h_s = 0,019 \frac{(Qn^2)^{2/3}}{H} \quad (3.4.5.)$$

bu yerda  $Q$  - nasosning unumdorligi  $m^3/sec$ ;

$n$  - nasos valining aylanishlar soni  $sec^{-1}$ ;

$H$  - nasosning napori,  $m$

Nasosning so'rish balandligi amalda quyidagicha bo'ladi:

Temperatura, °S	10	20	30	40	50	60	65
So'rish balandligi	6	5	4	3	2	1	0

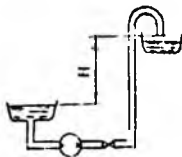
### 3.3.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

**3.3.1-masala.** Xajmiy sarfi  $3 \cdot 10^{-3} m^3/s$ , temperaturasi  $50^\circ C$  bo'lgan tomat pastasi truba quvuri orqali uzatilmoqda. Truba quvurining uzunligi  $60 m$ , diametri  $0,1 m$ ,  $R_{bur}/d = 3$ , ko'tarilish balandligi  $h_s = 5 m$ , zichligi  $\rho = 1070 kg/m^3$  (3.4.1-rasm). Ushbu miqdordagi tomat pastani uzatish uchun nasos qanday bosim berishi kerak?

**Yechish:**

Masalani ishlash quyidagi ketma – ketlikda olib boriladi:

1. 1-1 2-2 kesmalar uchun nasos berayotgan N naporni hisobga olgan holda Bernulli tenglamasi yoziladi (3.3.1 – rasm).



3.3.1 – rasm. Tomat pastasini uzatish sxemasi

$$H = (\xi_{\text{imp}} + 2 \cdot \xi_{90^\circ} + \xi_{180^\circ} + \alpha) \cdot \frac{w^2}{2 \cdot g} + \frac{\Delta P}{l} \cdot \frac{l}{\rho \cdot g} + h_r = h_r + \frac{\Delta P}{l} \cdot \frac{l_p}{\rho \cdot g}$$

2. Truba quvurining uzunligi bo'yicha mahalliy qarshiliklar mavjudligi sababli ya'ni 2 ta ventil qarshiligi uchun 0,2 m, 180° li burilish uchun 3 m ga, 90° li tirsak uchun 1,5 m ga uzaytirilishi kerak. Bunda, quvurning ekvivalent uzunligi

$$l_e = 60 + 21,5 + 3,0 + 0,2 = 66,2 \text{ m}$$

61 - jadvalga asosan, chiziqli interpolyasiyadan foydalanib,  $\Delta P/l = 8 \text{ kPa/m}$  ligini aniqlaymiz.

3. Topilgan ma'lumotlarni Bernulli tenglamasiga qo'yib, quyidagi natijani olamiz:

$$H = 5 + 8,0 \cdot \frac{66,2}{1070 \cdot 9,8} \cdot 10^3 = 5 + 50,5 = 55,5 \text{ m}$$

3.3.2 – masala. Aylanish chastotasi  $23 \text{ s}^{-1}$ , to'liq napori 22 m, hajmiy sarfi  $5 \text{ m}^3/\text{soat}$  bo'lgan nasosning kavitatsiya va tez yuruvchanlik koeffitsiyentlarini, hamda iste'mol qilayotgan quvvati hisoblab chiqilsin. Suyuqlik zichligi  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

**Yechish:**

Iste'mol qilinayotgan quvvat ushbu yo'l bilan topiladi:

$$N = \frac{5 \cdot 22 \cdot 1030 \cdot 9,81}{3600 \cdot 10^3 \cdot 0,3} = 1 \text{ кВт}$$

Tez yuruvchanlik koeffitsiyenti esa quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\eta_{\text{te}} = \frac{13140 \cdot n \cdot \sqrt{Q}}{\sqrt{H^3}} = \frac{13140 \cdot 23 \cdot \sqrt{0,00138}}{\sqrt{22^3}} = 1092,7$$

Kavitasiya koeffitsiyentini esa ushbu tenglamadan topish mumkin:

$$v = 0,00123 \cdot \frac{(3600 \cdot n^2 \cdot Q)^{0,44}}{H} = 0,00123 \cdot \frac{(3600 \cdot 23^2 \cdot 0,00138)^{0,44}}{22} = 0,011 \text{ m}$$

Hisoblab topilgan  $N$ ,  $n_{\text{tyu}}$  va  $\sigma$  parametrlarning son qiymatlari shuni ko'rsatadiki, nasosning ishlash rejimi sanoat miqyosida qo'llash uchun havfsizdir.

### Kontrol masalalar va topshiriqlar.

1. Aylanish chastotasi  $23 \text{ s}^{-1}$ , to'liq nabori  $22 \text{ m}$  va hajmiy sarfi  $5 \text{ m}^3/\text{soat}$  bo'lgan nasosning kavitasiya va tez yuruvchanlik koeffitsiyentlarini, hamda iste'mol qilinayotgan quvvati hisoblab topilsin. Suyuqlik zichligi  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

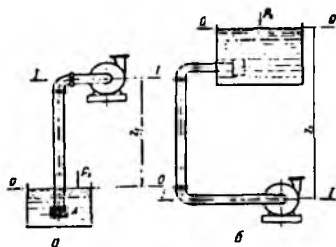
2. Hajmiy sarfi  $1,8 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$ , temperaturasi  $30^\circ\text{C}$  bo'lgan olma pyuresi truba orkali uzatilmoqda. Truba quvurining uzunligi  $25 \text{ m}$ , diametri  $0,205 \text{ m}$ ,  $R_{\text{bur}}/d = 4$ , kutarilish balandligi  $h_r = 3 \text{ m}$ , zichligi  $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$ . Yuqorida qayd etilgan hajmiy sarfdagi pyureni uzatish uchun nasos qanday bosim berishi kerak?

3. f.i.k.  $\eta_n = 0,5$ , to'liq nabori  $16 \text{ m}$  ga teng oddiy, gorizontol nasos soatiga  $12$  tonna oq muskat vinosini uzatmoqla. Ushbu nasos dvigatelining quvvatini hisoblab toping.

4. Ikki tomonlama ishlaydigan plunjerli nasos soatiga  $20 \text{ m}^3$  sutni uzatmoqda. Plunjer diametri  $125 \text{ mm}$ , shtokining diametri esa  $40 \text{ mm}$ , krivoship radiusi  $30 \text{ mm}$  va nasosning krivoship – shatun mexanizmining chastotasi  $70 \text{ ayl/min}$ . Ushbu nasosning uzatish koeffitsiyenti aniqlansin.

### 3.4. Nasosni o'rnatish balandligi. Truboprovodlarni hisoblash.

Markazdan qochma nasosning suyuqlikni geometrik so'rish balandligi  $z_1$  yoki boshqacha tushuntirganda so'riladigan suyuqlik sathidan nasosni qancha balandlikda o'rnatish nasosning ishlash sharoiti va boshqa faktorlar bilan chegaralangan.



3.4.1-rasm. Nasosni o'rnatish sxemalari

Markazdan qochma nasosning ruxsat etilgan so'rish balandligi yoki nasosni o'rnatish balandligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H_s^{pux} = 10 - (1,2 + 1,3) 10 \left( \frac{n\sqrt{Q}}{C} \right)^{4/3} \quad (3.5.1.)$$

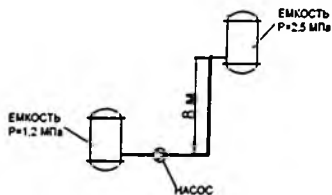
S – kavitatsiya koeffitsiyenti. Normal nasoslar uchun  $C = 800 + 1000$ .

n – aylanishlar soni.

Amalda oziq-ovqat sanoati qurilmalarida temperaturasi issiq bo'lgan suyuqliklarni haydashda nasosni o'rnatish balandligi noldan kichik son bo'lishi mumkin. Shu sababli nasos qurilmasida kavitatsiyani oldini olish uchun nasos 1-qavatda, suyuqlik so'rib olinadigan idish (rezervuar) 2-qavatda o'rnatiladi.

### 3.4.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

3.4.1-masala. Ortiqcha bosimi 1,2 bar bo'lgan idishdan zichligi  $1020 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan suyuqlikni (past qovushqoqli) ortiqcha bosimli -2,5 bar. idishga va diametri 20 sm bo'lgan quvur orqali uzatish kerak bo'lgan markazdan qochma nasosning naporini, sarfi va foydali quvvatini hisoblang. Quvur umumiy uzunligi (taxminan mahalliy qarshiliklar uzunligi bilan) 78 metr (ishqalanish koeffitsiyenti 0,032 qabul qilinsin). Idishlarning balandliq farqi 8 metrni tashkil qiladi (3.4.1-rasm).



3.4.1-rasm. Suyuqlikni quvur orqali uzatish sxemasi.

**Yechish:**

Past kovushoqli muxitlar uchun quvurdagi harakatning optimal tezligini 2 m/s ga teng deb qabul qilamiz. Berilgan quvur orqali suyuqlik oqimini sarfini hisoblaymiz:

$$Q = (\pi \cdot d^2) / 4 \cdot w = (3,14 \cdot 0,2^2) / 4 \cdot 2 = 0,0628 \text{ m}^3/\text{s}$$

Quvurdagi tezlik napori:

$$w^2/(2 \cdot g) = 2^2/(2 \cdot 9,81) = 0,204 \text{ m}$$

Tegishli tezlik napori bilan ishqalanishga va mahalliy qarshiliklarga yo'qotilgan qarshiliklarni quyidagicha aniqlanadi:

$$H_T = (\lambda \cdot l)/d_e \cdot [w^2/(2g)] = (0,032 \cdot 78)/0,2 \cdot 0,204 = 2,54 \text{ m}$$

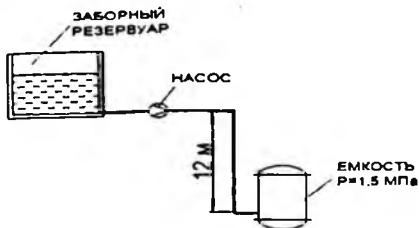
Umumiy napori:

$$H = (p_2 - p_1)/(\rho \cdot g) + H_g + h_p = ((2,5 - 1,2) \cdot 10^5)/(1020 \cdot 9,81) + 8 + 2,54 = 23,53 \text{ m}$$

Foydali quvvatni aniqlash qoladi:

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 1020 \cdot 9,81 \cdot 0,0628 \cdot 23,53 = 14786 \text{ Bt}$$

**3.4.2-masala.** Markazdan kochma nasos zichligi 1130 kg/m<sup>3</sup> bo'lgan suyuqlikni ochiq rezervuardan 1,5 bar ishchi bosimi 5,6 m<sup>3</sup>/soatiga sarfi bilan reaktorga haydaydi. Geometrik balandlik farqi 12 m ni tashkil etadi, reaktor rezervuardan pastda joylashgan. Quvurlardagi ishqalanish va mahalliy qarshilik tufayli yo'qolishi 32,6 m. Nasosning foydali quvvatini aniqlang (3.4.2-rasm).



3.4.2-rasm. Ochiq rezervuardan suyuqlikni xaydash sxemasi

**Yechish:**

Quvurdagi nasos orqali yaratilayotgan napor xisoblash:

$$H = (p_2 - p_1) / (\rho \cdot g) + H_g + h_p = ((1,5 - 1) \cdot 10^5) / (1130 \cdot 9,81) - 12 + 32,6 = 25,11 \text{ m}$$

Foydali quvvatni aniqlash qoladi:

$$N_p = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 1130 \cdot 9,81 \cdot 5,6 / 3600 \cdot 25,11 = 433 \text{ Bt}$$

**3.4.3-masala.** Bitta Ochiq rezervuardan boshqa ochiq rezervuarga sarfi  $24 \text{ m}^3$  soatiga suv xaydash kerak ( $1000 \text{ kg/m}^3$  ga teng qabul qilingan zichlik) Nasosning maksimal sarf o'sishini aniqlang. Suyuqlik ko'tarilishining geometrik balandligi 5 m. Suv 40x5 mm diametrlri quvurlar orqali xaydalanadi. Elektr dvigatelining quvvati 1 kBt. Qurilma foydali ish koeffitsiyentini 0,83 deb qabul qilinadi. Quvurlardagi ishqalanish va mahalliy qarshilik tufayli umumiy bosimning yo'qolishi 9,7 m.

**Yechish:**

Nasos tomonidan ishlab chiqilgan maksimal mumkin bo'lgan foydali quvvatga mos keladigan maksimal sarf kursatkichini aniqlaymiz. Buning uchun birinchi navbatda bir nechta oraliq parametrlarni aniqlaymiz.

Suvni uzatish uchun zarur bo'lgan naporni xisoblanadi:

$$H = (p_2 - p_1) / (\rho \cdot g) + H_g + h_p = ((1 - 1) \cdot 10^5) / (1000 \cdot 9,81) + 5 + 9,7 = 14,7 \text{ m}$$

Foydali quvvatni aniqlash:

$$N_p = N_{\text{chik}} / \eta_N = 1000 / 0,83 = 1205 \text{ Bt}$$

Maksimal sarfni hisoblaymiz:

$$N_p = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Qidirilayotgan kattalik aniqlanadi:

$$Q_{\text{maks}} = N_p / (\rho \cdot g \cdot H) = 1205 / (1000 \cdot 9,81 \cdot 14,7) = 0,00836 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nasos ekspluatatsiya qilish talablarini bajargan xolda, suv sarfini 1,254 marta maksimal oshirish mumkin.

$$Q_{\text{maks}}/Q = 0,00836/24 \cdot 3600 = 1,254$$

**3.4.4-masala.** Agar nasosning ishchi g'ildiragi diametri  $D_2 = 270$  mm va kirish qismi diametri  $D_0 = 100$  mm, bosimi  $H = 90$  m va aylanish chastotasi  $n = 2900$  ay/min bo'lsa, uning burchakli zichlash qismi tirqishidan qaytib o'tuvchi oqimcha miqdorini aniqlang.

**Yechish:** burchak tezligi

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 2900}{30} = 300 \frac{1}{\text{s}}$$

Ishchi g'ildirak aylanishidan hosil bo'luvchi bosimlar farqi

$$\Delta H_{\omega} = \frac{\omega^2}{8g} \cdot (R_2^2 - R_0^2) = \frac{300^2}{8 \cdot 9,81} \cdot (0,135^2 - 0,05^2) = 17,5 \text{ m.}$$

Demak, zichlagichdagi bosimlar farqi teng

$$\Delta H = 90 - 17,5 = 72,5 \text{ m}$$

Burchakli shakldagi zichlagich uchun  $\mu = 0,4$  va  $S = 0,3$  mm qabul qilib, undagi oqimcha miqdorini topamiz:

$$q = \mu F \sqrt{2g\Delta H} = 0,4 \cdot 0,000123 \sqrt{19,62 \cdot 72,5} = 0,00184 \text{ m}^3/\text{s} = 1,84 \text{ l/s}$$

**3.4.5 - masala.** Ishchi g'ildiragi diametri  $D_2 = 2050$  mm va kirish qismi diametri  $D_0 = 1580$  mm, zichlagich qismi diametri  $D_y = 1700$  mm, g'ilofi diametri  $d = 350$  mm bo'lgan V turdagi nasosning validagi o'qiy kuchni aniqlang. Nasosning aylanish chastotasi  $p = 250$  ay/min, bosimi  $H = 30$  m, kirish qismidagi vakuum 3 m suv ustuniga teng.

$$\text{Yechish: burchak tezligi } \omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 250}{30} = 26 \frac{1}{3}$$

Nasos o'qi boyicha ta'sir etuvchi kuchini (2.10) formula boyicha aniqlaymiz:

$$P_{o'q} = 9806 \cdot 3,14 \cdot 30(0,85^2 - 0,175^2) - 9806 \frac{3,14 \cdot 26^2}{16 \cdot 9,81} [(1,025^2 - 0,175^2)^2 - (1,025^2 - 0,85^2)^2] + 9806 \cdot 3,14 \cdot 0,85^2 \cdot 3 = 578750N = 0,57875MN$$

Demak gidravlik o'qiy kuch juda katta miqdorni tashkil etadi ya'ni  $P_{o'q} = 578750 \text{ N} = 59 \text{ t}$  ga teng. To'la o'qiy kuch miqdorini aniqlash uchun ushbu qiymatga ishchi g'ildirak va valning og'irlik kuchini ham qo'shiladi.

**3.4.6 -masala.** Markazdan qochma D6300-80 (24HD<sub>c</sub>) belgidagi nasos  $Q_s = 1,5 \text{ m}^3/\text{c}$ , harorati  $t = 50^\circ\text{S}$  bo'lgan suvni dengiz sathidan  $\nabla 1440 \text{ m}$  balandda joylashgan suv manbasidan yuqoriga uzatishga mo'ljallangan. Nasosning vakuummetrik so'rish balandligi  $H'_{\text{su}} = 3,8 \text{ m}$ , so'rg'ichi diametri,  $D_s = 800 \text{ mm}$  va so'rish tarmog'i gidravlik qarshiliklari yig'indisi  $\Sigma h_{\text{su}} = 0,5 \text{ m}$  ga teng bo'lsa, uning geodezik so'rish balandligi va o'qining o'matlash belgisini aniqlang.

**Yechish:** nasos so'rg'ichidagi suvning tezligi

$$V_c = \frac{4Q_s}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 0,8^2} = 2,93 \text{ m/s}$$

Harorati  $t = 50^\circ\text{S}$  teng suv uchun  $h_{\text{buq}} = 1,25 \text{ m}$  ga tengligini e'tiborga olib, formuladan geodezik so'rish balandligini aniqlaymiz:

$$h_{s,j} = H'_{\text{su}} - \Sigma h_{\text{su}} - \frac{V_c^2}{2g} - \frac{\nabla}{900} - h_{\text{su}} = 3,8 - 0,5 - \frac{2,93^2}{19,62} - \frac{1440}{900} - 1,25 = 0$$

Demak, nasosning so'rish balandligi nolga teng, lekin nasosni yurgizishdan avval suvga to'ldirish zarurligini e'tiborga olib,  $h_{s,j} = -0,5 \text{ m}$  qabul qilamiz. U holda nasos o'qining o'matlash belgisi:

$$\nabla N.O' = \nabla PBSS_{\text{min}} + h_{s,j} = 1440 - 0,5 = 1339,5 \text{ m}$$

**3.4.7-masala.** Sug'orish tizimiga suv uzatuvchi nasos stantsiya sutkasiga 24 soat ishlab, 1,5 oy (45 kun)  $Q_1=2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , 1 oy (30 kun)  $Q_2=4 \text{ m}^3/\text{s}$  va 2 oy (60 kun)  $Q_3=5,6 \text{ m}^3/\text{s}$  suv uzatadi. Yil davomida xizmatchilarning ish xaqi 15 mln so'm, amortizatsiya ajratmasi 28 mln so'm, yog'-moy materiallari va boshqa xarajatlar 7 mln ya'ni jami 60 mln so'mni tashkil etadi. Nasoslarning o'rtacha bosimi  $N=80 \text{ m}$  ga teng bo'lsa, yillik elektr energiya sarfi va uzatiladigan har bir  $\text{m}^3$  suvning tannarxini aniqlang. Nasos qurilmasining FIK  $\eta=0,7$  ga teng

**Yechish:**

1) yillik foydalanish davridagi uzatiladigan suv miqdori:

$$\Sigma W = (Q_1 t_1 + Q_2 t_2 + Q_3 t_3) \cdot 24 \cdot 3600 = (2,2 \cdot 45 + 4 \cdot 30 + 5,6 \cdot 60) \cdot 24 \cdot 3600 = 47952000 \text{ m}^3;$$

2) yillik sarflanadigan elektr energiya miqdori:

$$\Sigma E = \frac{9,81 Q_1 H}{\eta} \cdot T_1 + \frac{9,81 Q_2 H}{\eta} \cdot T_2 + \frac{9,81 Q_3 H}{\eta} \cdot T_3 = \frac{9,81 H}{\eta} (Q_1 T_1 + Q_2 T_2 + Q_3 T_3) = \frac{9,81 \cdot 80}{0,7} (2,2 \cdot 45 \cdot 24 + 4 \cdot 30 \cdot 24 + 5,6 \cdot 60 \cdot 24) = 14933621 \text{ kVt} \cdot \text{soat},$$

3) elektr energiya uchun sarflanadigan mablag':

$$A = \Sigma E \cdot S = 14933621 \cdot 60 = 896 \text{ mln so'm}$$

4) yillik foydalanish harajatlari

$$\Sigma C = A + 50 \text{ mln} = 946 \text{ mln so'm}.$$

1) Har  $1 \text{ m}^3$  suvning tannarxi

$$C_* = \frac{\Sigma C}{\Sigma W} = \frac{946 \cdot 10^6}{47,952 \cdot 10^6} = 19,7 \text{ so'm/m}^3;$$

#### KONTROL MASALALAR

1. Diametri 64x3 mm li zanglamaydigan yuqori sifatli X18N10T po'latdan yasalgan trubadan 32 t/soat massaviy sarf bilan azot kislotasi haydalmogda. Suyuqlik yo'nalishida trubada normal ventill, to'siq  $110^\circ$  burchak ostida 2 ta tirsak va  $90^\circ$

burchakli 2 ta tirsak o'rnatilgan. Trubaning 64 m li uzunligi bo'lagida bosimning yo'qotilishi hisoblansin.

2. 150 m li trubada suyuqlik harakatlanishida bosimning yo'qotilishi hisoblansin. Truba ichida harakat qilayotgan suyuqlik yo'lida diametri 68x4 mm dan 52x3 mm gacha to'satdan torayish, so'ng 2 ta jumrak va 2 ta 90° li tirsak qarshiliklar mavjuddir. Trubadan 60°C temiyaturada 1,4 m/s tezliqla xlorbenzol harakat qilmoqda.

3. Nasos qurilmasi 5 m<sup>3</sup>/soat sarfda konsentratsiyasi 25% li kalsiy xlor (CCl<sub>4</sub>) ni 32 m balandliqla joylashgan rezervuargacha uzatmoqla. Truba diametri 50x2,5 mm, uzunligi 74 m, tezligi 1,8 m/s ga teng. Aralashma zichligi 1200 kg/m<sup>3</sup>, qovushqoqlik koeffitsiyenti 1,8 sP. Suyuqlik yo'lida 3 tirsak (90° burchak ostida R<sub>0</sub>/d=4) va 2 ta ventil bor. Agarda f.i.k.=0,65 ga teng bo'lsa, quvvatning sarfi hisoblansin.

4. Diametri 50x2,5 mm bo'lgan trubadan temperaturasi 40°C li ammiak (26%) 5 t/soat massaviy sarf bilan oqib o'tayotganda, truba o'qidagi mahalliy tezlik aniqlansin. hamma hisoblar o'rtacha tezlik uchun ham bajarilsin va harakat rejimi topilsin.

#### KONTROL TOPSHIRIQ

Suvni uzatish uchun mo'ljallangan markazdan qochma tipidagi nasos quyidagi texnik xarakteristikalariga ega: Q<sub>1</sub> = 45 m<sup>3</sup>/soat; H<sub>1</sub> = 36 m; N<sub>1</sub> = 58 kVt; n<sub>1</sub> = 760 ayl/min. Agar, ushbu nasosning aylanishlar soni n<sub>2</sub> ga o'zgartirilsa, uning ish unumdorligi, nabori va quvvati qanchaga ortadi? Nasosning f.i.k. ham hisoblab chiqilsin.

Para- metr	O'lcho birligi	Shifrning oxirgi raqami bo'yicha variantlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
n <sub>2</sub>	ayl/min	1400	1440	2880	3600	2500	2900	1200	1260	3200	960

#### 4-bob – VENTILYATORLAR. VENTILYATOR QURILMALARINI XISOBI.

##### 4.1. Markazdan qochma ventilyatorlarning ishini tahtili.

Markazdan qochma ventilyatorlar xarakteristikasi nasoslarniki bilan bir xil bo'lib,  $Q$ ,  $H$ , va  $N$  kabi parametrlar aylanishlar soni  $n$  ga bog'liq va quyidagi tenglamalardan hisoblab aniqlanadi:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{c_2^3}{c_1^3} = \frac{n_1}{n_2} \quad (4.1.1.)$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad (4.1.2.)$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \quad (4.1.3.)$$

Ventilyatorlarda hosil bo'ladigan bosim  $N$  quyidagi tenglamalar yordamida aniqlanadi:

$$H = H_s + \frac{(p_2 - p_1)}{\rho \cdot g} + \frac{(w_{2\text{opt}}^2 - w_{1\text{opt}}^2)}{2 \cdot g} + h_{\text{opt}} \quad (4.1.4.)$$

$$H = H_s + \frac{(p_2 - p_1)}{(\rho \cdot g)} + h_{\text{opt}} \quad (4.1.5.)$$

Ventilyator o'qidagi  $N_e$  quvvatini:

$$N_e = \frac{\rho Q H g}{\eta_s} \quad \text{tenglamadan aniqlanadi.}$$

bu yerda  $\eta_v$  – ventilyator f.i.k. bo'lib, u uzatish f.i.k.  $\eta_v$ , gidravlik f.i.k.  $\eta_g$  va mexanik f.i.k.  $\eta_{\text{mex}}$  larning ko'paytmasi orqali topiladi.

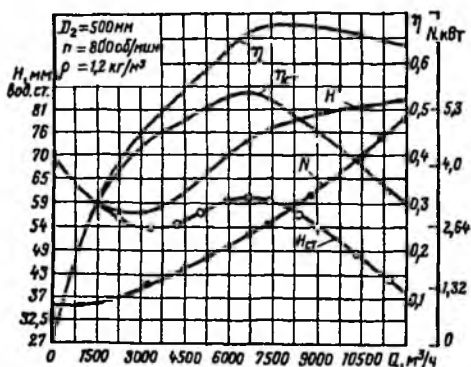
### Markazdan qochma ventilyatorlarning xarakteristikasi

Ventilyatorning nabori, quvvati validagi quvvati va hajmiy uzatish f.i.k. orasidagi bog'lanish grafigi ventilyatorning xarakteristikasi deyiladi.

Xarakteristika o'zgarmas chastotada ventilyatomi sinash bilan  $\rho = 1.2 \text{ кг/м}^3$  havo uchun quriladi.

Normal sharoit ( $T_0 = 293^\circ\text{K}$ ;  $p_0 = 103 \text{ кПа}$ ) va  $\varphi = 50\%$  uchun xarakteristika hisoblanganda unumdorlik (podacha), napor va f.i.k. o'zgarmasdan qoladi, bosim hamda valdagi quvvat ventilyator uzatayotgan gazning zichligiga proporsional ravishda o'zgaradi, ya'ni:

$$p = p_0 \frac{\rho}{1.2} \quad \text{va} \quad N = N_0 \frac{\rho}{1.2} \quad (4.1.6.)$$



5.4.1-rasm. Ventilyatorning xarakteristikasi  $n = \text{const}$ .

Ventilyatorlarning unumdorligi quyidagi usullar bilan boshqarish mumkin:

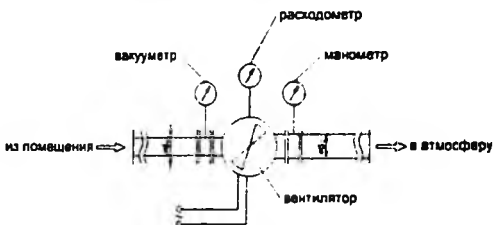
- 1) ventilyator valining aylanish chastotasini o'zgartirish;
- 2) ventiyatorga gazning kirishi va chiqishini drossellash.

#### 4.1.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

##### 4.1.1-Masala. Ventilyator foydali ish koeffitsiyenti (FIK) hisobi.

Havo ventilyator yordamida diametri  $d_v = 200$  mm bo'lgan so'ruvchi quvuri orqali xonadan chiqariladi va diametri  $d_n = 240$  mm bo'lgan xaydash quvuri orqali atmosferaga chiqariladi. Faqat to'g'ridan-to'g'ri ventilyatorga o'rnatilgan datchikdan olingan ko'rsatkichlar mavjud. Ventilyatorga kirish joyidagi o'rnatilgan vakuummetr ko'rsatkichi  $R_{vv} = 200$  Pa ni ko'rsatadi va ventilyatoridan chiqishidagi manometr qo'rsatkichi  $R_{nv} = 320$  Pa ortiqcha bosimni ko'rsatadi. Havo oqimini ko'rsatuvchi Sarf o'lchagichi  $Q = 500$  m<sup>3</sup>/soat qiymatini ko'rsatadi. Ventilyator hosil qiladigan quvvat  $N$  ning sarfi 0,08 kVt, vali  $n$  aylanish tezligi 1000 ayl/min. Hisoblashda havo zichligi  $\rho = 1,2$  kg/m<sup>3</sup> ga teng bo'ladi (4.4.1-rasm).

Ventilyator FIK va u yaratadigan bosimni hisoblang.



4.1.1-rasm. Ventilyator FIK va u yaratadigan bosimni hisoblash sxemasi

#### Yechish:

Birinchiidan, so'rish va xaydash quvurlarida havo harakati tezligini topamiz.

Tezlik  $\omega$  qiymatini hajmli sarf uchun tenglamadan fodalnamiz va topamiz:

$$Q = f\omega$$

Bu yerda:  $f = (\pi d^2)/4$  – quvur ko'ndalang kesim yuzasi. Undan olamiz:

$$\omega = Q/f = (Q \cdot 4)/(\pi d^2)$$

$$\omega_v = Q/f = (Q \cdot 4)/(\pi d_v^2) = (500 \cdot 4)/(\pi \cdot 0,2^2) = 4,4 \text{ m/s}$$

$$\omega_n = Q/f = (Q \cdot 4) / (\pi d_n^2) = (500 \cdot 4) / (3600 \cdot 3,14 \cdot 0,24^2) = 3,1 \text{ m/s}$$

So'ruvchi va xaydovchi quvurlardagi havo tezliklarni bilgan holda, xamda ventilyatorga kirish va chiqishdagi bosimni, qo'yidagi tenglama orqali ventilyator bosimini P aniqlash mumkin:

$$P = (P_{sv} + (\omega_n^2 \rho) / 2) - (P_{xv} + (\omega_x^2 \rho) / 2) = (320 + (3,1^2 \cdot 1,2) / 2) - (-200 + (4,4^2 \cdot 1,2) / 2) = 514 \text{ Pa}$$

Ventilyator FIK  $\eta$  quvvat tenglamasi orqali ifoda qilamiz.

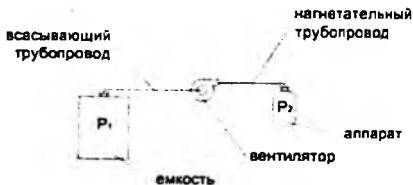
$$N = (Q \cdot P) / (1000 \cdot \eta)$$

$$\eta = (Q \cdot P) / (1000 \cdot N) = (500 \cdot 514) / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,08) = 0,9$$

Ventilyator FIK 0,9 va napor 514 Pa tengligini olamiz.

#### 4.1.2- masala. Ventilyator bosimini hisobi.

Ortiqcha bosimida azotni saqlash uchun  $R_1 = 540 \text{ Pa}$  da idish mavjud. Gaz 1000 Pa dan ortiqcha  $R_2$  bosim ostida qurilmaga suruvchi quvuri orqali saqlash idishga ulangan ventilyator tomonidan yetkazib beriladi va xaydash quvuri yordamida apparatlar, ulardagi bosim yo'qolishi esa mos ravishda  $R_{pv} = 120 \text{ Pa}$  va  $R_{pn} = 270 \text{ Pa}$  tashqil etadi. Xaydash quvur liniyasida gaz oqimi 10 m/s ga teng  $\omega$  tezligini oshiradi. Azot zichligini hisoblashda  $1,17 \text{ kg/m}^3$  ga teng  $\rho$  ni oling. Ventilyator orqali kelib chikadigan bosimni hisoblang (4.1.2-rasm).



4.1.2-rasm. Ventilyator bosimini hisoblash sxemasi

## Yechish:

So'rish va xaydash nuqtalardagi bosimlar farqi  $\Delta P$  :

$$\Delta P = P_T - P_I = 1000 - 540 = 460 \text{ Pa}$$

So'rish  $P_{pob}$  va xaydash quvurdagi umumiy bosimlar yo'qotilishi teng bo'ladi:

$$P_{pob} = P_{pv} + P_{pm} = 120 + 270 = 390 \text{ Pa}$$

Tezlik bosimi  $P_c$  qo'yidagi teglama orqali aniqlanadi:

$$P_c = (\omega^2 \cdot \rho) / 2 = (10^2 \cdot 1,17) / 2 = 59 \text{ Pa}$$

Yuqoridagi aniqlangan kattaliklarni olgan holda, ventilyator orqali kelayotgan bosimni  $P$  ko'yidagi tenglamadan topamiz :

$$P = \Delta P + P_{pob} + P_c = 460 + 390 + 59 = 909 \text{ Pa}$$

Ventilyator bosimi 909 Pa tashqil etadi.

### Kontrol masalalar va topshiriqlar.

1. Umumiy nabori 854 Pa (85 mm. suv ust.) ga teng bo'lgan, ish unumdorligi minutiga  $110 \text{ m}^3$  bo'lgan ventilyatorga qanday quvvatli elektrodvigatel o'rnatish kerak bo'ladi. Ventilyator f.i.k. = 0,47 ga teng.

2. Aylanish chastotasi minutiga 960 ga teng bo'lgan markazdan qochma ventilyator, soatiga  $3200 \text{ m}^3$  miqdorda havo uzatish paytida iste'mol qilayotgan quvvati 0,8 kVt ga teng. Ventilyator hosil qilayotgan bosim 44 mm.suv ust. ni tashkil etmoqla. Aylanish chastotasi minutiga 1250 gacha ko'paytirilsa, ish unumdorligi, bosim va iste'mol qilayotgan quvvat miqdori qanday bo'ladi. Undan tashqari, ventilyatorning f.i.k. ham aniqlansin.

3. Gaz aralashmasining massaviy konsentratsiyasi  $\mu = 0,2$ . Toza havo sarfi  $V = 5500 \text{ m}^3/\text{soat}$  va trubalar tarmog'idagi bosim yo'qotilish  $R_{havo} = 1250 \text{ N/m}^2$  bo'lganda, ventilyator quvvati hisoblab topilsin.

### 4.2. Ventilyator bosimi, unumdorligi hisoblash

Ventilyatorlarda gazni siqilish darajasi kam ekanligini nazarda tutib, gazning hajmiy og'irligi o'zgarishini hisobga olmasa ham bo'ladi. Bu holda markazdan

qochma nasosning nazariy naporini aniqlash tenglamasini markazdan qochma ventilyator uchun ham qo'llasa bo'ladi:

$$H_n = \frac{u_2 c_2 \cos \alpha_2 - u_1 c_1 \cos \alpha_1}{g} \quad (4.2.1.)$$

Bu yerda barcha belgilanishlar xuddi markazdan qochma nasoslarga tegishli ma'noni bildiradi.

Ishchi g'ildirakning kuraklararo bo'shlig'iga gazning zarbasiz radial kirishida ( $\alpha = 90^\circ$ ) markazdan qochma ventilyatorning hosil qiladigan haqiqiy naporini quyidagicha:

$$H_{\text{m}} = \frac{\gamma K \eta_r u_1 c_2 \cos \alpha_2}{g} \quad \text{mm.suv. ust.} \quad (4.2.2.)$$

chunki  $1 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ mm.suv. ust.}$

bu yerda:  $K = 0,8 + 0,82$  - kuraklar sonini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsiyenti

$\eta_g = 0,7 - 0,85$  - ishchi g'ildirak va ventilyatorning oqim yo'lida naporni yo'qotilishini hisobga oluvchi aerodinamik (gidravlik) f.i.k.

$\gamma$  - gazning hajmiy og'irligi,  $\text{kg/m}^3$

Ventilyatorning to'liq naporini statik  $h_{\text{cm}}$  va dinamik (tezlik)  $h_{\text{d}}$  naporlarining yig'indisidan iborat, ya'ni:

$$H = h_{\text{cm}} + h_{\text{d}} \quad (4.2.3.)$$

Statik napor so'rishdagi siyraklanish va haydashdagi ortiqcha bosimlar yig'indisidan iborat:

$$h_{\text{cm}} = h_{\text{cyp}} + h_{\text{zad}} \quad (4.2.4.)$$

Dinamik napor esa ventilyatordan chiqishdagi tezlikka ten

$$c = c_2$$

$$h_a = \frac{c^2}{2g}$$

Ventilyatorning to'liq napori esa:

$$H = h_{\text{cyp}} + h_{\text{vax}} + \frac{c^2}{2g} \quad (4.2.5.)$$

yoki Ventilyatorning hosil qilgan to'liq bosimi: atmosfera bosimidan boshlab hisoblanadi va statik  $p_{\text{cm}}$  hamda dinamik  $p_{\text{dun}}$  bosimlar yig'indisidan iborat bo'lib quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$p = p_{\text{cm}} + p_{\text{dun}} = p_{\text{cyp}} + p_{\text{vax}} + \frac{\rho c_x^2}{2} \quad (4.2.6.)$$

bu yerda  $p_{\text{cyp}}$  va  $p_{\text{vax}}$  - so'rishdagi (vakuum) va haydashdagi bosim;  $c_x$  - ventilyatorning chiqish trubkasidagi gazning tezligi.

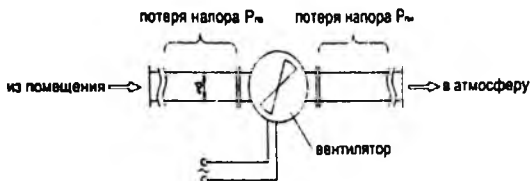
Sistemadagi bosimni hisoblashlardagi xatoliklarni nazarda tutib, ishchi parametrlar zahira bilan olinadi va ventilyatorlar unumdorligi 1,05 Q va bosim 1,1 p zahira tanlanadi.

#### 4.2.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

##### 4.2.1-masala. Ventilyatorning sarfi va bosimini hisoblash.

Atmosfera bosimi  $R_1 = 0,1$  mPa bo'lgan xonadan havo o'zgarmas diametri bo'lgan quvur orqali  $d = 500$  mm chiqariladi va  $R_2 = 0,1$  mPa atmosferaga chiqariladi. Ventilyator sarfi  $Q = 2000$  m<sup>3</sup>/soat oqim tezligi bilan ishlaydi,  $N = 1,1$  kVt quvvat iste'mol qiladi va uning valning aylanish tezligi  $n = 1000$  ayl/min. ni tashkil qiladi. O'lchovlar shuni ko'rsatdiki, assimilyasiya quvuridagi bosimning pasayishi  $R_{\text{pv}} = 60$  Pa, xaydash quvurida esa -  $R_{\text{qm}} = 80$  Pa. Hisoblashda havo zichligi  $\rho = 1,2$  kg / m<sup>3</sup> ga teng bo'ladi.

Ventilyator tomonidan sodir bo'ladigan bosimni hisoblang, shuningdek, valning aylanish tezligi  $n = 1200$  ayl/min. ga tezlik oshirilganda, ventilyatorning sarfi va quvvati qanday o'zgarishini hisoblang (4.2.2-rasm).



4.2.2-rasm. Ventilyatorning sarfi va bosimini hisoblash sxemasi

**Yechish:**

Ko'ndalang kesim yuzasi:

$$F = (\pi d^2) / 4 = (3,14 \cdot 0,5^2) / 4 = 0,2 \text{ m}^2$$

Ventilyator bosimini hisoblash uchun birinchi navbatda quvurdagi havo tezligini topish kerak, bu diametrlarning tengligi tufayli xaydash va so'rish qismlari uchun teng bo'ladi. Havo tezligini oqim tenglamasidan topish mumkin:

$$Q = F \omega$$

Bu yerda:

$$\omega = Q / F = 2000 / (3600 \cdot 0,2) = 2,8 \text{ m/s}$$

Tezlikni aniqlagandan keyin ventilyator bosimini aniqlash mumkin:

$$P = (P_T - P_U) + (P_{P_1} + P_{P_2}) + (\omega^2 \rho) / 2 = (10^5 - 10^5) + (60 + 80) + (2,8^2 \cdot 1,2) / 2 = 145 \text{ Pa}$$

Quyidagi tenglamadan aylanishlar soni oshirilganda sarf aniqlasa bo'ladi:

$$Q_n / Q = n_n / n$$

Bu yerdan:

$$Q_n = Q \cdot n_n / n = 2000 \cdot 1200 / 1000 = 2400 \text{ m}^3/\text{soat}$$

Yangi aylanishlar sonida quvvatni aniqlash uchun boshqa tenglama bilan foydalanamiz:

$$N_n/N = (n_n/n)^3$$

Bu yerdan:

$$N_n = N \cdot (n_n/n)^3 = 1,1 \cdot (1200/1000)^3 = 1,9 \text{ kVt}$$

Natijada ventilyator bosimi 145Pa ni tashqil etadi 1200 ayl/min. bo'lganda sarf 2400 m<sup>3</sup>/soat oshadi, quvvat esa 1,9 kVt.

### 4.3. Ventilyator quvvati va joylashtirish quvvatini hisoblash

Markazdan qochma ventilyatorning ishi berilgan aylanishlar chastotasida hajmiy samaradorlik (obemnaya podacha)  $Q$ , to'liq bosim  $p$ , quvvat  $N$ , to'liq f.i.k  $\eta$  bilan xarakterlanadi.

Markazdan qochma ventilyatorning hajmiy samaradorligi (obemnaya podacha)  $Q$  - vaqt birligi ichida ventilyator tomonidan uzatib berilgan havo yoki gazning hajmi.

Amaliyotda ventilyatorning hajmiy samaradorligi gazni so'rish va haydashdagi haqiqiy shart-sharoit bilan aniqlanadi. Shuningdek u standart texnik sharoitga, ya'ni 20°C va absolyut bosimga 101,3 kPa (760 mm.sm.usl.), zichligi 20°C,  $\rho_{cm} = 1,2 \text{ kg/m}^3$ , nisbiy namligi  $\varphi = 50$  ham keltirilishi mumkin.

Texnikada ventilyator hosil qiladigan to'liq bosim  $p$  va uning tashkil etuvchisi  $p_{cm}$  statik bosim absolyut nol bosimdan emas, balki atmosfera bosimidan boshlab hisoblanadi. Shunday qilib,  $p$  va  $p_{cm}$  ko'rib chiqilayotgan bosimning haqiqiy qiymati bilan atmosfera bosimi 101,3 kPa orasidagi farqqa teng. Shunga ko'ra agar ventilyator ortiqcha bosim hosil qilayotgan bo'lsa u holda,  $p$  va  $p_{cm}$  musbat qiymat, vakuum hosil qilinayotgan bo'lsa manfiy qiymatli bo'ladi. Dinamik bosim esa har doim musbat qiymatga teng.

Gazning bosimi  $p$  va nabori  $H$  o'rtasida quyidagi bog'lanish bor:

$$p = \rho g H$$

bunda

$$p = p_{cm} + p_A \quad (4.3.1)$$

O'z navbatida statik bosim ventilyator so'rishda hosil qiladigan vakuum  $p_v$  bilan haydashdagi bosim  $p_{\text{stat}}$  dan tashkil topgan:

$$p_{\text{cm}} = p_v + p_{\text{stat}} \quad (4.3.2)$$

Dinamik bosim ventilyatorning chiqish patrubkasidagi gaz yoki havoning tezligi orqali aniqlanadi:

$$p_R = \frac{\rho c^2}{2} \quad (4.3.3)$$

Demak ventilyatorning to'liq bosimi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$p = p_v + p_{\text{stat}} + \frac{\rho c^2}{2} \quad (4.3.4)$$

Agar ventilyatorning haydash patrubkasi atmosferaga bevosita ochiq bo'lsa,  $p_{\text{stat}} = 0$  u holda:

$$p = p_v + \frac{\rho c^2}{2} \quad (4.3.5)$$

Bunday ventilyator so'ruvchi ventilyator hisoblanadi.

Agar ventilyator so'rishda siyraklanish va haydashda napor hosil qilmasdan, faqat havoni harakatlantirayotgan bo'lsa, ya'ni  $p_v = 0$  va  $p_{\text{stat}} = 0$  bunday ventilyator naporsiz deyiladi. U statik napor hosil qilmaydi va energiya faqat harakatlantirilayotgan havoni tezligini hosil qilish uchun sarflanadi:

$$p = \frac{\rho c^2}{2} \quad (4.3.6.)$$

Ventilyator hosil qiladigan to'liq napor markazdan qochma nasosni napori kabi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$H = \frac{u_2 c_m}{g} k \eta_r \quad (4.3.7.)$$

$H$  - ventilyator napori;

$k$  - ventilyator ishchi g'ildiragidagi kuraklar soni,  $k = 0,8 - 0,85$ ;

$\eta_r$  - ventilyatorning gidravlik f.i.k.  $\eta_r = 0,7 - 0,85$

Ventilyator iste'mol qiladigan haqiqiy (amaldagi)  $N$  (кВт) quvvat unumdorlik (sarf) va to'liq bosim orqali aniqlanadi:

$$N = \frac{Q p}{1000 \eta} \quad (4.3.8.)$$

Lekin ba'zi holatlarda markazdan qochma ventilyator hosil qiladigan to'liq bosim bilan emas, balki uning bir qismi – statik bosim  $p_{cm}$  yoki statik napor  $H_{cm}$  bilan xarakterlanadi. Bunday holda ventilyatorning energetik jihatdan samaradorligi statik f.i.k.-i  $\eta_{cm}$  bilan hisoblanadi:

$$\eta_{cm} = \frac{\rho g Q H_{cm}}{1000 N} = \frac{Q p_{cm}}{1000 N} \quad (4.3.9.)$$

bu yerda  $\eta_{cm}$  – statik f.i.k., ya'ni statik bosimni hosil qilish uchun sarflangan foydali quvvatni ventilyatorning validagi quvvatga nisbati. Odatda  $\eta_{cm} = (0.7 - 0.8) \eta$  yoki markazdan qochma ventilyatorning f.i.k.-i elektr dvigatelning uzatayotgan quvvatni foydali quvvatga nisbati bilan aniqlanadi.

$$\eta = \frac{N_{uzat}}{N} = \frac{Q p}{1000 N} \quad (4.3.10.)$$

Ventilyator elektr dvigatelining quvvati ish rejimidan chetga chiqishlarni hisobga olgan holda zahira bilan hisoblanadi:

$$N_{zah} = m \frac{Q p_{cm}}{1000 \eta \eta_{uzat}} = m \frac{\rho g Q H}{1000 \eta \eta_{uzat}} \quad (4.3.11.)$$

bu yerda  $m = 1.05 - 1.2$  - zahira quvvat koeffitsiyenti.

$\eta$  - markazdan qochma ventilyatorning to'liq f.i.k. (~0,87);

$\eta_m$  - mexanik f.i.k. (0,96-0,98)

$\eta_{uzat}$  - uzatish f.i.k. (tasmali uzatmada

$\eta_{uzat} = 0,94 - 0,95$ ; вал двигателя безоса уланса  $\eta_{uzat} = 1$ ).

### Joylashtirish quvvati

Elektr dvigatelni joylashtirish (o'ratish) quvvati odatda 10-15 % zahira bilan olinadi, ya'ni:

$$N_{\text{noml}} = (1,1 + 1,15) N_a \quad (4.3.12.)$$

$N_a$  – ventilyator valida (o'qida) sarflangan quvvat,

$$N_a = \frac{\rho Q H g}{\eta}$$

bu yerda

$\eta$  - markazdan qochma ventilyatorning to'liq f.i.k. (~0,87) bo'lib u uzatish f.i.k.

$\eta_{\text{gidravlik}}$  gidravlik f.i.k.  $\eta_g$  va  $\eta_{\text{mex}}$  mexanik f.i.k. larning ko'paytmasi orqali topiladi:

$$\eta = \eta_{\text{gidravlik}} \cdot \eta_g \cdot \eta_{\text{mex}} \cdot \eta_r \quad (4.3.13.)$$

#### 4.3.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

**4.3.1-masala.** Ventilyator o'qi  $n=500$  ayl/min bo'lganda  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  miqdorda havo oqib o'tmoqda havo quvurida hosil bo'lgan bosim  $\Delta R=32 \text{ mm.suv.ust. teng}$ . Agarda, ventilyator o'qining aylanishi  $700$  ayl/iin gacha ortsa, uning hajmiy sarfi va zarur quvvatlari topilsin.

**Yechish:**

Aylanish soni  $n=500$  ayl/min bo'lsa, sarflanayotgan quvvat miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N = \frac{Q \cdot \Delta P}{102 \cdot \eta} = \frac{0,8 \cdot 32}{102 \cdot 0,5} = 0,5$$

bu yerda  $\eta=0,5$  - ventilyator f.i.k.

Ventilyator o'qining aylanishi  $n_2 = 700$  ayl/min gacha ko'paysa, uning ish unumdorligi quyidagicha o'zgaradi:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{n_2}{n_1} = 0,8 \cdot \frac{700}{500} = 11,2 \text{ m}^3/\text{c}$$

Bu aylanish soniga mos quvvat miqdori esa,

$$N_2 = N_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 = 0,5 \left(\frac{700}{500}\right)^3 = 2,2 \text{ kBr}$$

**4.3.2- masala.** Agarda ventilyatorning ish unumdorligi 10000 m<sup>3</sup>/soatdan 6600 m<sup>3</sup>/soatgacha kamaytirilsa, markazdan qochma ventilyatorning drossellash natijasida istemol qilayotgan quvvati xisoblab topilsin.

Ventilyatorning aylanish chastotasi  $\omega = 145 \text{ rad/s}$ , foydali ish koeffitsiyenti  $\eta = 0,4$ , va  $\Delta R = 1000 \text{ N/m}^2$ .

**YE ch i sh:**

Boshlang'ich berilgan asosan iste'mol qilayotgan quvvat qiymati

$$N = \frac{Q \cdot \Delta P}{1000 \cdot \eta} = \frac{10000 \cdot 1000}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,4} = 6,8 \text{ kBr}$$

O'zgartirish tufayli burchak tezligi doimiy bo'lgan holda, yani

$$\eta_1 = 0,5, \Delta P_1 = 1300 \text{ H/m}^2, L_1 = 6600 \frac{\text{m}^3}{\text{soat}}$$

$$N = \frac{6600 \cdot 1300}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,5} = 4,7 \text{ kBr}$$

Ish unumdorligi 6600 m<sup>3</sup>/soat bo'lganda,

$$\omega = 145 \cdot \frac{6600}{10000} = 95 \text{ rad/c}$$

by qiymatga  $\Delta P_2 = 450 \text{ N/m}^2$ , f.i.k. = const = 0,4. Bu holda iste'mol qilinadigan quvvat

$$N_2 = \frac{6600 \cdot 450}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,4} = 2,0 \text{ kBr}$$

Bu qiymag esa avvalgidan birmuncha kichik qiymatni tashkil etadi.

#### 4.4. Ventilyator qurilmasining hisobi.

Ventilyator qurilmasi quyidagi elementlardan iborat: ventilyator, ventilyatorni tarmoqqa ulashdagi kirish qutisi, ventilyatordan chiqishdagi diffuzor. Spiral korpusdan chiqishdagi oqimning dinamik bosimini, diffuzor qo'shimcha ravishda statik bosimga aylantirib beradi. Ventilyator ishlash rejimini boshqarish (regulirovaniye) uchun yo'naltiruvchi apparat qo'llaniladi.

Ventilyatorni hisoblashda odatda asosiy aerodinamik parametrlar: unumdorlik  $Q$  ( $m^3/c$ ), to'liq (yoki statik bosim)  $p$  ( $p_{cm}$ )  $Pa$ , ishchi g'ildirakning aylanish chastotasi  $n$  *ayl/min* (ba'zan tanlash mumkin), ba'zan ishchi g'ildirakning diametri  $D_2$ .

Dastlab berilgan unumdorlik va bosim bo'yicha o'lchamsiz  $\bar{Q}$  va  $\bar{p}$  (nisbiy) kattaliklar aniqlanadi. Agar ishchi g'ildirakning diametri  $D_2$  va uning aylanma tezligi  $u_2$  berilgan bo'lsa,  $\bar{Q}$  va  $\bar{p}$  koeffitsiyentlar quyidagi tenglamalar bilan aniqlanadi:

$$\bar{Q} = \frac{Q}{F_2 u_2}, \quad \bar{p} = \frac{p}{\rho u_2^2}$$

bu yerda  $F_2$  - kurakcha chekkalari bo'yicha olingan g'ildirak diskining yuzasi.

Agar ishchi g'ildirakning diametri  $D_2$  yoki aylanma tezligi  $u_2$  avvaldan noma'lum bo'lsa, berilgan unumdorlik  $Q$  va bosim  $p$  bo'yicha aylanish tezligi  $n_y$  aniqlanadi:

$$n_y = \frac{n \sqrt{Q}}{\sqrt{Q \bar{p}}}$$

Aniqlangan aylanish tezligi  $n_y$  qiymati bo'yicha ventilyatorga qo'yilgan qo'shimcha talablarni hisobga olgan holda nominal rejimdagi  $\bar{Q}$  va  $\bar{p}$  koeffitsiyentlar qiymati tanlanadi.

Aniqlangan bosim  $\bar{p}$  koeffitsiyenti orqali zarur bo'lgan ishchi g'ildirakning diametrini  $D_2$  hisoblash mumkin:

$$D_2 = \frac{60}{\pi n} \sqrt{\frac{p}{\rho \bar{p}}}$$

Ventilyatorning havo (gaz) oqib o'tadigan boshqa qismlari ishchi g'ildirakning diametriga  $D_2$  nisbatan bo'lgan o'lchamlarda olinadi.

*Ventilyatorning kirish patrubkasi diametri  $D_0$  - ni aniqlash.*

Kirish patrubkasi nisbiy diametri  $\overline{D}_0$  bosqichning (pog'onaning) unumdorlik  $\overline{Q}$  va  $\overline{p}$  bosim koeffitsiyentlariga bog'liq. Nisbiy diametri  $\overline{D}_0$  aylanish  $n_y$  tezligiga to'g'ri proporsional ventilyator diametri koeffitsiyentiga teskari proporsional.

Ekspirimentlar natijalari asosida markazdan qochma ventilyatorlar uchun berilgan gabarit o'lchamlar qiymati  $D_y$  bo'yicha nisbiy diametri  $\overline{D}_0$  ni quyidagicha hisoblash mumkin:

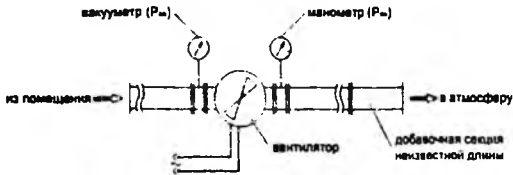
$$\overline{D}_0 = \frac{0,77 + 1,07}{D_y} = (1,15 + 1,6) \frac{\sqrt{\overline{Q}}}{\sqrt{\overline{p}}}$$

Ko'pchilik markazdan qochma ventilyatorlarning kurakchaga kirish chetining diametri  $D_1$  ishchi g'ildirakka kirish diametriga  $D_0$  teng ( $D_1 = D_0$ ) yoki undan bir oz katta bo'ladi.

#### 4.4.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

##### 4.4.1 masala. Ventilyator hisobi.

Xonani ventilyasiya qilish uchun ishlatiladigan  $R_{max}$  70 Pa dan ortiq bo'lmagan bosimini oshiradigan ventilyator mavjud (4.4.1 –rasm). Havo xonadan o'zgarmas diametri quvvur orqali olinadi, buning uchun uning qarshiligi har bir metr uchun 7 Pa ga oshadi deb taxmin qilish mumkin. Ventilyator noma'lum uzunlikdagi xaydash va so'rish quvvurlariga ulangan, shundan so'ng o'lchovlar ventilyator kirish qismida -32 Pa ga teng vakuum  $R_v$  va ventilyator chiqishida ortiqcha bosim  $R_{ort}$  24 Pa ga teng ekanligini ko'rsatdi. Quvvurdagi o'lchangan havo tezligi  $\omega=3$  m/s bo'lib chiqdi. Hisoblashda havo zichligi  $\rho$  1,2 kg / m<sup>3</sup> ga teng bo'ladi. Xaydovchi quvvurning maksimal uzunligi qanchaga oshirilishi mumkinligini hisoblang.



4.4.1-rasm. Xonani ventilyasiya qilish sxemasi

**Yechish:**

Ventilyator bosimini hisoblash uchun formulani ko'rib chiqing:

$$P = (P_m + (\omega_n^2 \cdot \rho)/2) - (P_v + (\omega_v^2 \cdot \rho)/2)$$

bu erda  $\omega_v$  va  $\omega_n$  - so'rish va xaydash quvurlaridagi havo tezligi. Quvurning diametri o'zgarmasligi sababli, u holda  $\omega_v = \omega_n$  bo'ladi, shuning uchun formulani quyidagi shaklda taqdim etish mumkin:

$$P = P_m - P_v = 24 - (-32) = 56 \text{ Pa}$$

Bundan kelib chiqadiki, ushbu ish sharoitida mavjud ventilyator  $70 - 56 = 14 \text{ Pa}$  bosim zaxirasiga ega.

Xaydovchi quvur uzunligining oshishi undagi qarshilikning oshishiga olib keladi, bu esa ventilyator naporining oshishiga olib keladi. Shuning uchun, ishlab chiqarilgan bosim bo'yicha ventilyator o'z chegarasiga yetguncha tushirish quvurining qarshiligini qancha vaqt davomida oshirish mumkinligini hisoblash mumkin:

$$14/7 = 2 \text{ m}$$

Demak, xaydash quvurini 2 metrdan ko'p bo'lmagan xolda uzaytirish mumkinligini aniqlandi.

**4.4.2- masala.** Havo quvurlari orqali ventilyator yordamida  $12 \text{ m/s}$  tezlikda havo o'tmoqda. Havoning ushbu tezlikda harakat qilishi uchun kerakli napor miqdori aniqlansin.

**Yechish:**

$$\Delta P = \frac{w^2 \cdot \rho}{2 \cdot g}$$

Unda

$$\Delta P = \frac{12^2 \cdot 1,29}{2 \cdot 9,81} = 9,5 \text{ мм. с.в. уст.}$$

4.4.3-masala. Havo quvuri orqali ventilyator yordamida  $w=15$  m/s tezliqqa  $Q=2,5$  m<sup>3</sup>/s hajmiy sarfda havo uzatilmoqda.

Havo quvurining diametri va zarur napor miqdorlari topilsin. Quvurdagi 2 ta tirsak  $R/D=2$  nisbatda tayyorlangan.

**Yechish:**

Havo quvurining diametri ushbu formuladan aniqlanadi:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 15}} = 0,47 \text{ м}$$

Havo oqimining harakat rejimini hisoblaymiz:

$$Re = \frac{w \cdot D \cdot \rho}{\mu} = \frac{15 \cdot 0,47 \cdot 1,29}{18,3 \cdot 10^{-6}} = 5,05 \cdot 10^6$$

Demak havo harakati turbulent oqim rejimiga to'g'ri keladi.  $Re > 10^5$  bo'lgani uchun, ishqalanish koeffitsiyenti ushbu formuladan hisoblanadi:

$$\lambda = 0,0032 + \frac{0,221}{Re^{0,237}} = 0,003 + \frac{0,221}{505000^{0,237}} = 0,013$$

Berilgan miqdordagi havoni uzatish uchun zarur umumiy napor quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\Delta P = \frac{\rho \cdot w^2}{2 \cdot g} \cdot \left( 1 + \lambda \cdot \frac{L}{D} + \sum \xi \right) + \rho \cdot H$$

bu yerda  $L=4+6+3=13$  m - truba quvurining uzunligi.

$$\sum \xi = 2 \cdot 0,15 = 0,3$$

$$\Delta P = \frac{1,29 \cdot 15^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \left( 1 + 0,013 \cdot \frac{13}{0,47} + 0,3 \right) + 1,29 \cdot 6 = 32 \text{ мм. с.в. уст.}$$

## Kontrol masalalar

1. Ventilyator o'qi  $n = 500$  ayl/min bo'lganda  $0,8$  m<sup>3</sup>/s miqdorda havo oqib o'tmoqda. Havo quvurida hosil bo'lgan bosim  $\Delta P = 32$  mm suv.ust. teng. Agarda ventilyator o'qining aylanishi  $700$  ayl/min gacha ortsa, uning hajmiy sarfi va zarur quvvatlari topilsin.

2. Havo quvurlari orqali  $18$  m/s tezlikda havo o'tmoqda. Havoning ushbu tezlikda xarakat qilishi uchun kerakli napor miqdori aniqlansin.

## Kontrol topshiriqlar

Havoning temperaturasi  $20^{\circ}\text{S}$ , sarfi esa  $Q = 0,4$  m<sup>3</sup>/s. Havo adsorberning pastki qismiga yuborilmoqda. Adsorbent qatlamining ostidagi va ustidagi havoning bosimi atmosfera bosimiga tengdir. Sorbent zarrachalarining zichligi  $\rho_s = 800$  kg/m<sup>3</sup>, o'rta o'lchami  $d = 0,00205$  m va shakl faktori  $F = 0,8$ . Qo'zg'almas sorbent qatlamining balandligi  $N = 0,65$  m, g'ovakligi  $\varepsilon = 0,4$  m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Adsorberning ichki diametri  $D = 1,34$  m. Havo so'rib olish joyidan adsorbergacha bo'lgan truba quvurining uzunligi  $l = 20$  m. Truba quvurida  $90^{\circ}$  li 4 ta tirsaklar va 1 ta zadviyka o'rnatilgan. Adsorber orqali havoni uzatish uchun ventilyator tanlansin.

Qatlam holatini aniqlaymiz.

Qurilmadagi havoning fiktiv tezligini topamiz:

$$W_o = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 1,34^2} = 0,284 \text{ m/s}$$

Arximed kriteriyasini quyidagi formuladan hisoblaymiz:

$$Ar = \frac{g \cdot d^2}{\mu^2} = \frac{9,81 \cdot 0,00205^2}{(1,85 \cdot 10^{-3})^2}$$

$Re_{cr}$  ni prof. O.M. Todes formulasi orqali hisoblab topish mumkin [1]:

$$Re_{cr} = \frac{Ar}{1400 + 5,22 \sqrt{Ar}} = \frac{2,38 \cdot 10^3}{1400 + 5,22 \sqrt{2,38 \cdot 10^3}} = 60,3$$

Mavhum qaynash tezligini esa ushbu formuladan aniqlanadi:

$$W_{cr} = \frac{Re_{cr} \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{60,3 \cdot 1,85 \cdot 10^{-3}}{0,00205 \cdot 1,206} = 0,45 \text{ m/s}$$

Shunday qilib,  $W_0 < W_m (0,284 \text{ m/c} < 0,45 \text{ Lu/c})$ , demak qatlam qo'zg'almas holatda.

Qatlamdagi Reynolds kriteriyasining qiymati aniqlanadi:

$$Re = \frac{2}{3} \cdot \frac{\phi}{(1-\epsilon)} \cdot \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{2}{3} \cdot \frac{0,8}{(1-0,4)} \cdot \frac{0,284 \cdot 0,00205 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-3}} = 33,7$$

Qarshilik koeffitsiyenti  $\lambda$  ushbu formuladan topiladi:

$$\lambda = \frac{133}{Re} + 2,34 = \frac{133}{33,7} + 2,34 = 6,29$$

Adsorbent qatlamining gidravlik qarshiligi hisoblanadi:

$$\Delta P_{\text{qatlam}} = \frac{3 \cdot \lambda \cdot H(1-\epsilon) \cdot \rho \cdot w^2}{4 \cdot \epsilon \cdot d \cdot \phi} = \frac{3 \cdot 6,29 \cdot 0,65 \cdot (1-0,4) \cdot 1,206 \cdot 0,284^2}{4 \cdot 0,4 \cdot 0,00205 \cdot 0,8} = 1705 \text{ Pa}$$

Adsorbentdagi gaz taqsimlovchi to'rt parda va boshqa yordamchi elementlarning gidravlik qarshiligi qatlam qarshiligining 10% ni tashkil etadi deb qabul qilamiz. Unda, qurilmaning gidravlik qarshiligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta P_{\text{qatlam}} \cdot 1,1 = 1705 \cdot 1,1 = 1876 \text{ Pa}$$

Truba quvuridagi havoning tezligini  $w = 10 \text{ m/s}$  deb qabul qilamiz. Unda, truba quvurining diametri (2.8) formuladan hisoblab chiqariladi.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \epsilon}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 10}} = 0,226 \text{ m}$$

Tashqi diametri 245 mm va devorining qalinligi 7 mm bo'lgan po'lat truba tanlanadi. Trubaning ichki diametri  $d = 0,231 \text{ m}$  va undagi haqiqiy tezlik quyidagiga teng bo'ladi:

$$w = \frac{\epsilon \cdot 4}{\pi \cdot d^2} = \frac{0,4 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,231^2} = 9,55 \text{ m/c}$$

Truba quvuridagi oqim uchun Reynolds kriteriyasi:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{9,5 \cdot 0,231 \cdot 1,206}{1,85 \cdot 10^{-3}} = 149800$$

Truba quvuri ishlatilgan, o'zgina yemirilgan deb qabul qilamiz. Unda

$\Delta = 0,15$  mm bo'lsa, quyidagi natijalar olinadi:

$$e = \frac{1,5 \cdot 10^{-3}}{0,231} = 6,49 \cdot 10^{-4}; \frac{1}{e} = 154; \quad 10 \cdot \frac{1}{e} = 15410$$

$$560 \cdot \frac{1}{e} = 862900, 15410 < Re = 143800 < 862900$$

Shunday qilib,  $\lambda$  ni hisoblash aralash ishqalanish zonasi uchun chiqarilgan (2.6) formuladan topish kerak.

$$\lambda = 0,1 \left( 6,49 \cdot 10^{-4} + \frac{68}{143800} \right)^{0,25} = 0,020$$

Mahalliy qarshilik koeffitsiyentlari aniqlanadi:

- 1) trubaga kirish (o'tkir qirrali):  $\xi_0 = 0,5$ ;
- 2) zadviyka:  $d = 0,231$  m uchun  $\xi_2 = 0,22$ ;
- 3) tirsak;  $\xi_1 = 1,1$ ;
- 4) trubadan chiqish:  $\xi_4 = 1$

Mahalliy qarshilik koeffitsiyentlarining yig'indisi

$$\sum \xi = 0,5 + 0,22 + 4 \cdot 1,1 + 1 = 6,12 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Truba quvurining gidravlik qarshiligi (1.1) formula orqali aniqlanadi:

$$\Delta P_{\text{tr}} = \left( \frac{\lambda \cdot 20}{d} + \sum \xi \right) \Delta P_{\text{sp}} = \left( \frac{0,02 \cdot 20}{0,231} + 6,12 \right) \cdot \frac{1,206 \cdot 9,55^2}{2} = 432 \text{ Pa}$$

Qurilma va truba quvurlarining qarshiliklarini yengish uchun ventilyator quyidagi miqdorda ortiqcha bosim bera olishi kerak:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{tr}} + \Delta P_{\text{sp}} = 1876 + 432 = 2308 \text{ Pa}$$

Shunday qilib, o'rta bosimli ventilyator kerak ekan. Ventilyatorning foydali kuvvati (2.9) formuladan aniqlanadi:

$$N_{\text{f}} = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q = Q \cdot \Delta P = 0,4 \cdot 2308 = 923 \text{ Bm} = 0,923 \text{ kBm}$$

Yechish uchun variantlar

1	D=1,34 m	H=0,65 m	l=20 m	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00205 m	$\epsilon = 0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$
2	D=1,35 m	H=0,66 m	l=25	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00206 m	$\epsilon = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$
3	D=1,36 m	H=0,67 m	l=30	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00207 m	$\epsilon = 0,6 \text{ m}^3/\text{m}^3$
4	D=1,37 m	H=0,68 m	l=34	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00210 m	$\epsilon = 0,7 \text{ m}^3/\text{m}^3$
5	D=1,38 m	H=0,70 m	l=31	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00212 m	$\epsilon = 0,6 \text{ m}^3/\text{m}^3$
6	D=1,39 m	H=0,61 m	l=22	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00215 m	$\epsilon = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$
7	D=1,40 m	H=0,71 m	l=24	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00220 m	$\epsilon = 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^3$
8	D=1,41 m	H=0,82 m	l=31	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00222 m	$\epsilon = 0,7 \text{ m}^3/\text{m}^3$
9	D=1,41 m	H=0,76 m	l=32	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00205 m	$\epsilon = 0,8 \text{ m}^3/\text{m}^3$
10	D=1,42 m	H=0,69 m	l=36	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00215 m	$\epsilon = 0,9 \text{ m}^3/\text{m}^3$
11	D=1,45 m	H=0,75 m	l=41	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00220 m	$\epsilon = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$
12	D=1,50 m	H=0,84 m	l=45	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00230 m	$\epsilon = 0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$
13	D=1,55 m	H=0,55 m	l=46	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00200 m	$\epsilon = 0,8 \text{ m}^3/\text{m}^3$
14	D=1,52 m	H=0,69 m	l=24	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00215 m	$\epsilon = 0,9 \text{ m}^3/\text{m}^3$
15	D=1,60 m	H=0,80 m	l=35	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00300 m	$\epsilon = 0,7 \text{ m}^3/\text{m}^3$
16	D=1,66 m	H=0,76 m	l=34	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00305 m	$\epsilon = 0,3 \text{ m}^3/\text{m}^3$
17	D=1,44 m	H=0,77 m	l=40	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00405 m	$\epsilon = 0,7 \text{ m}^3/\text{m}^3$
18	D=1,66 m	H=0,83 m	l=50	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00315 m	$\epsilon = 0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$
19	D=1,70 m	H=0,71 m	l=30	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00330 m	$\epsilon = 0,8 \text{ m}^3/\text{m}^3$
20	D=1,38 m	H=0,70 m	l=31	Q=0,4 m <sup>3</sup> /s.	d=0,00212 m	$\epsilon = 0,6 \text{ m}^3/\text{m}^3$

## 5- bob. KOMPRESSORLARNING ISHLASH PRINSIPI VA QURILMALARNI XISOBLASH.

### 5.1. Bir va ko'p pog'onali siqish

Kimyo va oziq-ovqat sanoati korxonalarida ko'p miqdorda gaz va gaz aralashmalarini qayta ishlashga to'g'ri keladi. Ko'pgina kimyoviy jarayonlarning atmosfera bosimdan farqli bosim ostida olib borilishi, jarayon tezligini oshiradi, qurilma o'lchamlarini kichik bo'lishiga va hokazolarga olib keladi.

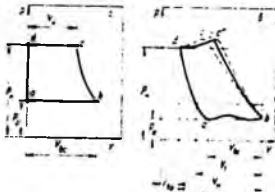
Gazlarni siqish yordamida ularni quvurlarda va qurilmalarda harakati ta'minlanadi va vakuum hosil qilinadi. Kimyo sanoatida qaysi maqsadda ishlatilishiga ko'ra gazni haydash mashinalari: kompressor, ventilyator va gazoduvkalarga bo'linadi.

*Gazlarni siqish va uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar kompressor mashinalari deyiladi.*

Kompressorlar gazni 0,2 MPa dan ortiqcha bosimga siqadigan mashinalardir. Kompressorlar past bosimli ( $P = 0,2 + 1,0 \text{ MPa}$ ), o'rta ( $P = 1,0 + 10,0 \text{ MPa}$ ) va yuqori bosimli ( $P = 10,0 + 100,0 \text{ MPa}$ ) turlarga bo'linadi.

Kompressor mashinasi hosil qiladigan oxirgi bosim  $R_2$  ning, gazni so'rilish paytidagi bosim  $R_1$  ga nisbati *siqish darajasi* deb nomlanadi.

**Indikator diagramma.** Porshenli kompressorlarni tekshirish uchun indikator diagrammasi olinadi. Bunda kompressorning tirsakli o'qi bir marta aylanganda, bosim va uzatilgan gaz hajmi orasidagi bog'liqlik quriladi. 5.1.1-rasmda bir tomonlama, bir bosqichli kompressorning nazariy  $p-V$  diagrammasi ko'rsatilgan. Nazariy kompressor diagrammadagi  $b$  va  $d$  nuqtalarga mos keladigan holatlarda silindr qopqog'iga yaqin keladi va gazni so'rish jarayoni uzatish tamom bo'lishi bilan boshlanadi. Diagrammada so'rish jarayoni  $ab$ , siqish  $bc$  va uzatish  $cd$  chiziqlar



bilan tasvirlanadi.

Haqiqiy kompressor siqish jarayoni (5.1.1-rasm) nazariy siqishdan ancha farq qiladi. Silindr qopqog'i va porshenning orasida doimo bo'sh hajm hosil bo'ladi

5.1.1-rasm. Indikator diagrammalari.  
a-nazariy; b-ishi.

va u «zararli bo'shliq» deb nomlanadi. Bu bo'shliqda uzatish va siqishdan jarayonidan so'ng porshen orqaga qaytganda, gaz kengayadi va so'rish klapani ochiladi, ya'ni porshen ma'lum bir oralikda  $a$  nuqtagacha bekor harakatlanadi. Buning oqibatida kompressor unumdorligi pasayadi, «zararli bo'shliq» silindrning ish hajmiga nisbatan ulushlarda olinadi:  $\epsilon-V$  (bu yerda  $\epsilon$ -zararli bo'shliq hajmining porshen harakati tufayli hosil bo'lgan foydali hajmga nisbati teng) odatda, «zararli bo'shliq» silindr hajmining 3...5% ni tashkil etadi.

5.1.1-rasmda  $v_s'$  va  $v_s''$  siqish chiziqlari mos ravishda izotermik va adiabatik jarayonlarni xarakterlaydi. Ushbu diagrammadagi yuzalar siqish jarayonida bajarilgan ishni anglatadi, ya'ni izotermik siqishda bajarilgan ish eng kichik bo'lsa, adiabatikda eng katta qiymatga ega bo'ladi.

Real sharoitda siqish jarayoni ( $v_s$  chiziq) politrop jarayonda amalga oshadi. Bunda, ajrab chiqayotgan issiqlikning bir qismigina atrof muhitga tarqaladi.

### *Ko'p pog'onali (bosqichli) siqish (kompressorlar)*

Gazlarni siqish jarayonida uning hajmi, bosimi va temperaturasi o'zgaradi.

Agar, gaz bosimini 0,5...0,7 MPa dan yuqori qiymatgacha siqish zarur bo'lsa, ko'p bosqichli kompressorlar qo'llaniladi.

Bunday kompressorlar gaz temperaturasini juda ko'p ko'tarilishiga yo'l qo'ymaydi va kompressorning ish samaradorligini oshiradi. Misol uchun, ikki bosqichli kompressorda bir xil qiymatga erishish uchun kam miqdorda energiya sarflanadi.

Bu holatni (5.1.2-rasmda) qurilgan  $p-V$  nazariy diagrammada ko'rib chiqamiz.

Ikki bosqichli kompressorning birinchi bosqichida  $p_0$  bosimidan  $p_1$  gacha  $AV$  oraliqda adiabatik siqiladi,  $VS$  chiziq oraliqida esa, gazning dastlabki temperaturasigacha issiqlik almashinish qurilmasida sovutiladi ( $ASE$  izoterma chizig'i). Ikkinchi bosqichda gaz  $SD$  adiabatik chizig'i bo'yicha oxirgi  $p_2$



5.1.2-rasm. Kompressorda gazni ko'p pog'onali (bosqichli) siqish jarayonining  $p-V$  nazariy diagrammasi.

bosimgacha siqiladi. Shuning uchun oraliq sovutkichli, ikki bosqichli gazni siqish bir bosqichli kompressorda siqish jarayonini ifodalovchi  $AVF$  adiabataga nisbatan izotermaga yaqin bo'ladi ( $AVSD$  silliq chiziq bo'ylab boradi). Shtrixlangan  $VSDF$  yuza ikki bosqichli siqishni bir bosqichligiga nisbatan bajarilgan ishdagi yutug'ini ko'rsatadi. Yuqorida aytilgan ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, bosqichlar soni ortishi bilan siqish jarayoni izotermik jarayonga yaqinlashadi. Lekin, kompressorda bosqichlar soni ortsa, konstruksiyasi murakkablashadi. Shuning uchun kompressorda bosqichlar soni 6...7 tadan ortmaydi.

Kompressorning hamma bosqichlarda siqish ko'rsatkichi bir xil bo'lishi, maqsadga muvofiq. Agar, mashina  $m$  siqish bosqichli bo'lganda

$$\epsilon = \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (5.1.1.)$$

Ko'p bosqichli kompressorlarning unumdorligi birinchi bosqichdagi so'rilgan gaz buyicha:

$$Q = \lambda_v \cdot zFS \cdot n \quad (5.1.2.)$$

tenglama orqali aniqlanadi.

bu yerda  $z$  - porshening bir marta yurganidagi so'rib olish soni, (bir tomonlama kompressorlarda  $z=1$ );

$F$ -porshen ko'ndalang kesim yuzasi;  $S$  - porshen yuli;  $n$  - bir sekundda kompressor o'qining aylanishlar soni.

Gazni siqish uchun kompressor sarflayotgan nazariy quvvat  $N_n$  (Vt) ushbu formula yordamida topiladi:

$$N_n = V\rho l \quad (5.1.3)$$

bu yerda  $V$  - kompressorning hajmiy sarfi,  $m^3/s$ ;  $\rho$  - gaz zichligi,  $kg/m^3$ .

Kompressor o'qidagi quvvat  $N_v$  ni quyidagi tenglama orqali hisoblab topiladi:

$$N_n = \frac{\rho V L}{\eta_v \eta_{mec}} \quad (5.1.4)$$

bu yerda  $\eta_v$  - hajmiy koeffitsiyent, suyuqlikni klapan, turli tirqishlardan oqib chiqib ketishini hisobga oladi;  $\eta_{mec}$  - kompressorning mexanik foydali ish koeffitsiyenti, mexanik ishqalanishni yengish uchun sarflanadigan energiyani hisobga oladi.

Elektr yuritkich kувvati  $N_{yn}$  kompressor o'qidagi quvvat  $N_v$  dan katta, chunki yuritkichning o'zida va uzatmada ma'lum miqdorda quvvat yo'qotiladi:

$$N_{yn} = \frac{N_v}{\eta_m \eta_{yn}} \quad (5.1.5)$$

bu yerda  $\eta_{yn}$  va  $\eta_m$  – elektr yuritkich va uzatmaning foydali ish koeffisientlari.

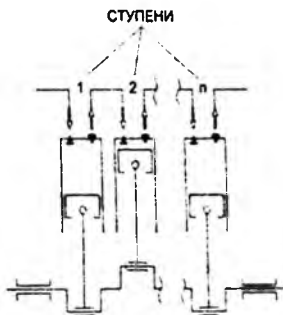
Yuritkich kerakli quvvati  $N_{yn}$  odatda 10...15% zahira bilan qabul qilinadi, ya'ni

$$N_{yn} = (1,1 - 1,15) \cdot N_{yn} \quad (5.1.6)$$

### 5.1.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.

5.1.1- masala. Kompressorni siqish bosqichlari sonini va har bir bosqichda bosim qiymatlarini aniqlash. 4,5 MPa bosimda 160 m<sup>3</sup>/soat miqdorida ammiakni yetkazib berish kerak. Azotning dastlabki bosimi 0,1 mPa, dastlabki harorati esa 20°C. Hisoblash uchun maksimal siqish nisbati  $\times 4$  ga teng bo'ladi (5.1.1-rasm).

Kompressorning siqish bosqichlari sonini va har bir bosqichda bosim qiymatlarini aniqlang.



5.1.1-rasm. Kompressorni siqish bosqichlari sonini aniqlash sxemasi

### Yechish:

Birinchiidan, siqilish nisbatini aniqlash uchun formuladan foydalanib, kerakli  $n$  bosqichlarini hisoblaymiz:

$$x^n = P_n/P_n$$

$n$  hisoblaymiz:

$$n = \log(P_n/P_n) / \log(x) = \log(4,5/0,1) / \log(4) = 2,75$$

Olingan qiymatni eng yaqin kattaroq butun songa yaxlitlaymiz va kompressor  $n = 3$  bosqichga ega bo'lishi kerakligini aniqlaymiz. Keyinchalik, har bir alohida bosqichda siqish nisbati bir xil deb hisoblab, bir bosqichning siqilish nisbatini aniqlaymiz.

$$x = \sqrt[n]{P_n/P_n} = \sqrt[3]{4,5/0,1} = 3,56$$

Birinchi bosqich  $P_{n1}$  ( $n = 1$ ) ning yakuniy bosimini hisoblaylik, bu ham ikkinchi bosqichning dastlabki bosimidir.

$$P_{k1} = P_n \cdot x^n = 0,1 \cdot 3,56^1 = 0,356 \text{ mPa}$$

Ikkinchi bosqich  $P_{n2}$  ( $n = 2$ ) ning yakuniy bosimini hisoblaylik, bu ham ikkinchi bosqichning dastlabki bosimidir.

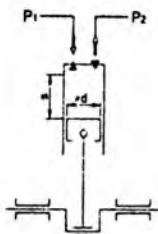
$$P_{k2} = P_n \cdot x^n = 0,1 \cdot 3,56^2 = 1,267 \text{ mPa}$$

Hammasi bo'lib kompressor uch bosqichga ega bo'lishi kerak va birinchi bosqichda bosim 0,1 mPa dan 0,356 mPa gacha, ikkinchisida - 0,356 mPa dan 1,267 mPa gacha, uchinchisida - 1,267 mPa dan 4,5 mPa gacha.

#### 5.1.2-masala. Porshenli kompressorning zararli gaz hajmini hisoblash.

Bir pog'onali, bir silindri, bir yo'lli kompressorning porshenining diametri  $d = 200$  mm va porshen qadami  $s = 150$  mm. Kompressor vali  $n = 120$  ayl/min tezlikda aylanadi. Kompressordagi havo  $R_1 = 0,1$  mPa bosimdan  $R_2 = 0,32$  mPa gacha bo'lgan siqilishga uchraydi. Kompressor quvvati  $Q = 0,5$  m<sup>3</sup>/min. Politropik indeks  $m = 1,3$  ga teng deb oling (5.1.2- rasm).

Bir silindridagi gazning zararli hajmining qiymatini hisoblash kerak.



5.1.2- rasm. Porshenli kompressomning zararli gaz hajmini hisoblash sxemasi

**Yechish:**

Birinchidan, porshen yuzasini  $F$  formuladan foydalanib aniqlaymiz:

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,2^2)/4 = 0,0314 \text{ m}^2$$

Shuningdek, bir zarbada porshen tomonidan tasvirlangan  $V_p$  hajmini aniqlaymiz:

$$V_p = F \cdot s = 0,0314 \cdot 0,15 = 0,00471 \text{ m}^3$$

Kompressomning unumdorligi formulasiidan uzatish koeffitsiyentining  $\lambda$  qiymatini topamiz (kompressor oddiy harakat bo'lgani uchun unda koeffitsiyent  $z = 1$  ga teng):

$$Q = \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n$$

$$\lambda = Q/(z \cdot F \cdot s \cdot n) = 0,5/(1 \cdot 0,0314 \cdot 0,15 \cdot 120) = 0,88$$

Yaqinlashgan uzatish koeffitsiyenti orqali nasosning hajmli FIK ni aniqlaymiz.

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot P_2/P_1)$$

$$\lambda_0 = \lambda / (1,01 - 0,02 \cdot P_2/P_1) = 0,88 / (1,01 - 0,02 \cdot 0,32/0,1) = 0,93$$

Zararli nasos hajmini aniqlaymiz:

$$\lambda_0 = 1 - s \cdot [(P_2/P_1)^{1/z} - 1]$$

bu yerda  $c = V_w/V_p$

$$V_w = [(1 - 0,93) / ((0,32/0,1)^{1/1,3} - 1)] \cdot 0,00471 = 0,000228 \text{ m}^3$$

Demak, nasosning zararli hajmi  $0,000228 \text{ m}^3$  ga teng.

## KONTROL TOPSHIRIQ

Dastlabki temperaturasi  $t_1$ , bosimi  $R_1$  bo'lgan D gazni adiabatik siqish natijasida uning bosimini  $R_2$  gacha ko'tarildi. 1 kg gazni adiabatik siqishga sarflangan ish va uning temperaturasi  $t_2$  hisoblab topilsin.

Parametr	O'lchov birligi	Shifrnig oxirgi raqami bo'yicha variantlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_1$	$^{\circ}\text{S}$	20	0	10	15	30	5	3.5	40	0	10
$R_1$	$\text{kg}\cdot\text{k}/\text{sm}^2$	0,5	1,0	1,5	2,0	1,8	1,4	0,6	0,2	0,8	1,3
$P_2$	$\text{kg}\cdot\text{k}/\text{sm}^2$	2	3	10	15	3,5	4,5	2,5	20	30	40

Parametr	Shifrnig oxiridan avvalgi raqami bo'yicha variantlar									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
D	Ag	NH <sub>3</sub>	N <sub>2</sub>	havo	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	SN <sub>4</sub>	S <sub>4</sub> N <sub>10</sub>

### 5.2. Kompresor unumdorligini hisoblash

**Kompresor unumdorligi.** Porshenning bir marta bosib o'tgan yo'lida so'rilgan gaz hajmi  $V_{so'v}$  «zararli bo'shliq» ta'siri tufayli  $V_f$  hajmga nisbatan kichik bo'ladi va kompressorning unumdorligini pasaytiradi. Bu unumdorlikning pasayishi kompressorning *hajmiy foydali ish koeffitsiyenti*  $\lambda_0$  bilan hisobga olinadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_0 = \frac{V_{so'v}}{V_n} = \frac{V_{so'v}}{Q_n} \quad (5.2.1.)$$

bu yerda  $Q_n$  – kompressorning nazariy unumdorligi, vaqt birligi ichidagi porshen harakati tufayli hosil bo'lgan  $V_f$  hajmga teng.

Silindrnig to'liq hajmi  $V_0 = V_f + \epsilon V_f$  dan, so'rib olingan gaz hajmi  $V_{so'v} = \lambda V_f$  ayirmasini foydali hajmga nisbatini  $x$  bilan belgilasak:

$$x = \frac{(V_0 - V_{so'v})}{V_n} = \frac{(V_f + \epsilon V_f - \lambda V_f)}{V_f} = 1 - \epsilon - \lambda$$

$$\lambda_0 = 1 + \epsilon - x \quad (5.2.2.)$$

«Zararli bo'shliq»da gazning kengayishi politropik deb hisoblasak, tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$p_1(\varepsilon \cdot V_0)^x = p_1(V_0 - V_{os})^x = p_1(x \cdot V_0)^x \quad (5.2.3.)$$

bu yerda  $x = \frac{V_0 - V_{os}}{V_0 - V_{os}} = p_2$  dan va  $p_1$  ga o'zgarganda gazning foydasiz bo'shliqda egallagan hajmi.

Bundan

$$x = \varepsilon \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (5.2.4.)$$

Ushbu ifodani (8) ga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\lambda_0 = 1 - \varepsilon \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \quad (5.2.5.)$$

(5.2.5.) ifodadan ko'rinib turibdiki,  $\lambda_0$  ning qiymati  $\varepsilon$  ga, siqish darajasi  $p_2/p_1$  ga va politropa ko'rsatkichi  $n$  ga, xossasi va kompressor konstruksiyasiga bog'lik ekan.

Siqish ko'rsatkichini ortishi hajmiy koeffitsiyent  $\lambda_0$  ning qiymati kamayadi va nolga teng bo'lib qolishi ham mumkin. Siqish ko'rsatkichi  $\lambda_0 = 0$  bo'lganda, siqish darajasi odatda siqish chegarasi deyiladi. Bu holda gaz, zararli bo'shliqda kengayadi va butun silindrni to'ldirib, so'rish jarayonini to'xtatadi va kompressor unumdorligi nol bo'lib qoladi.

Kompressorning unumdorligi nafaqat (5.2.5) tenglamadan aniqlanadigan  $\lambda_0$  ga kiradigan parametrlariga bog'liq, balki klapan yaxshi joylashmasa, gazning chiqib ketishi oqibatida unumdorlik pasayadi, hamda so'rilayotgan gaz silindr devoriga urilib qizishi oqibatida hajmi ortsa, so'riladigan gaz miqdori kamayadi. Shuning uchun, kompressor unumdorligini hisoblashda uzatish koeffitsiyenti kiritiladi. Uzatish koeffitsiyenti  $\lambda_v$  kompressordagi barcha yo'qotilishlarni hisobga

oladi.

Uzatish koeffitsiyenti  $\lambda_v$  hajmiy koeffitsiyent  $\lambda_0$  bilan, turli tirqishlardan gazni chiqib ketishi bilan birga isib ketishini hisobga oluvchi koeffitsiyent  $\lambda_1$  ning ko'paytmasidan tashkil topgan, ya'ni  $\lambda_v = \lambda_0 \lambda_1$ . Uzatish koeffitsiyenti  $\lambda_v$  ni quyidagi formuladan ham hisoblab topish mumkin:

$$\lambda_v = \lambda_0 \left( 1,01 - 1,02 \frac{p_2}{p_1} \right) + \quad (5.2.6.)$$

Oddiy (bir tomonlama) kompressorning haqiqiy umumdorligi  $Q$  ( $m^3/c$ ) shtokning ko'ndalang kesim yuzasini hisobga olmaganida quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \lambda_v \cdot zFS \cdot n \quad (5.2.7)$$

bu yerda  $z$  - porshenning bir marta yurganidagi so'rib olish soni, (bir tomonlama kompressorlarda  $z=1$ );

$F$  - porshen ko'ndalang kesim yuzasi;  $S$  - porshen yuli;  $n$  - bir sekunda kompressor o'qining aylanishlar soni.

Ikki tomonlama kompressorning haqiqiy umumdorligi  $Q$  ( $m^3/c$ ):

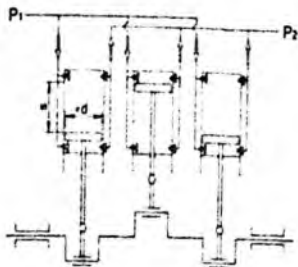
$$Q = \lambda_v \cdot (2F - f) S \cdot n \quad (5.2.8)$$

### 5.2.1. Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topsiriqlar.

**5.2.1-masala.** Porshenli kompressorning haqiqiy umumdorligini hisoblash.

Uch silindrli, ikki yo'lli porshenli kompressor berilgan (5.2.1-rasm). Porshenlarning diametri  $d=120$  mm, qadami esa  $s=160$  mm. Uning valining aylanish tezligi  $n=360$  ob/min. Kompressorda metan  $R_1 = 0,3$  mPa bosimdan  $R_2 = 1,1$  mPa bosimgacha siqiladi. Ma'lumki, hajm koeffitsiyenti  $\lambda_0$  0,92 ga teng.

Porshenli kompressorning haqiqiy umumdorligini hisoblash kerak.



5.2.1-rasm. Uch silindri, ikki yo'lli porshenli kompressor sxemasi.

**Yechish:**

Avval  $F$  kompressor porshenlarining ko'ndalang kesim yuzasini formuladan foydalanib hisoblaymiz:

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,12^2)/4 = 0,0113 \text{ m}^2$$

Uzatish koeffitsiyentini  $\lambda$  qo'yidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot (P_2/P_1)) = 0,92 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot (1,1/0,3)) = 0,86$$

Porshenli kompressorning unumdorligini aniqlaymiz

$$Q = \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n$$

Bu yerda  $z$  – porshenning so'rish tomonlar soni nisbati koeffitsiyenti. Kompressor 2 yo'lli bo'lgani uchun  $z$  kattaligi 2 ga teng.

Bundan tashqari, ko'rib chiqilayotgan holatda kompressor uch silindri bo'lgani uchun, ya'ni uchta silindr bir-biriga parallel ravishda ishlaydi, butun kompressorning yakuniy umumiy ishlashi alohida porshenning ishlashidan 3 baravar yuqori bo'ladi.

Yuqoridagilarning barchasini umumlashtirib, bizda:

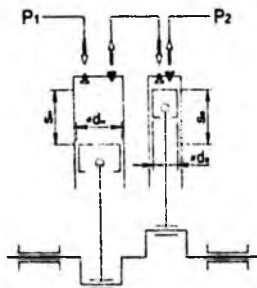
$$Q = 3 \cdot \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n = 3 \cdot 0,86 \cdot 2 \cdot 0,0113 \cdot 0,16 \cdot 360 = 3,6 \text{ m}^3/\text{min}$$

Hammasi bo'lib, biz ko'rib chiqilayotgan porshenli kompressorning unumdorligi  $3,6 \text{ m}^3/\text{min}$  yoki  $216 \text{ m}^3/\text{soat}$  ekanligini aniqlaymiz.

**5.2.2-masala.** Ikki bosqichli porshenli kompressorning unumdorlik hisobi. Ikki bosqichli, bir yo'lli porshenli kompressor mavjud (5.2.2-rasm). Past bosimli pog'onali porshenning diametri  $d_n = 100 \text{ mm}$ , qadami  $s_n$  esa  $125 \text{ mm}$ . Yuqori bosimli

porshen  $d_v$  diametri  $s_v = 125$  mm qadami bilan 80 mm ga teng. Valning aylanish tezligi 360 ob/ayl. Ma'lumki, kompressorni uzatib berish koeffitsiyenti  $\lambda$  0,85 ga teng.

Kompressorning unumdorligini hisoblang.



5.2.2-rasm. Ikki bosqichli porshenli kompressorning sxemasi

**Yechish:**

Ko'p bosqichli pistonli kompressorlarda ushbu past bosimli bosqichlar bog'liqliklarni hisoblash uchun ishlatiladi, chunki aynan shu bosqichda gazning birlamchi so'rish sodir bo'ladi, bu butun kompressorning ishlashini belgilaydi. Unumdorlikni hisoblashda keyingi bosqichlardagi ma'lumotlardan foydalanilmaydi, chunki ularda siqilgan gazning qo'shimcha so'rish yo'q. Bundan kelib chiqadiki, bu masalani hal qilish uchun past bosimli pog'onaning diametri  $d_n$  va porshenning  $s_n$  qadaminini bilish kifoy.

Past bosimli pog'onali porshenning ko'ndalang kesim yuzasini hisoblaymiz:

$$F_n = (\pi \cdot d_n^2)/4 = (3,14 \cdot 0,1^2)/4 = 0,00785 \text{ m}^2$$

Ko'rib chiqalayotgan kompressor oddiy harakatga ega bo'lgani uchun ( $z = 1$ ) kompressor unumdorligini qo'yidagi formula bo'yicha aniqlaymiz

$$Q = \lambda \cdot F_n \cdot s_n \cdot n = 0,85 \cdot 0,00785 \cdot 0,125 \cdot 360 = 0,3 \text{ m}^3/\text{min}$$

Ushbu porshenli kompressorning unumdorligi 0,3 m<sup>3</sup>/min yoki soatlik oqim tezligiga aylantirilganda 18 m<sup>3</sup>/soat ekanligini aniqlaymiz.

**5.2.3-masala.** Ikki vintli kompressoming haqiqiy unumdorligini hisoblash.

Kompressor qo'zg'atuvchi vali  $n=750$  ayl/min tezlikda aylanadi va uzunligi  $L$  20 sm bo'lgan  $z=4$  kanalga ega, shuningdek, qo'zg'atuvchi vali kanalining ko'ndalang kesimi yuzasi  $F_1=5,2$  sm<sup>2</sup> ekanligi ma'lum va boshqariladigan val  $F_2$  uchun bir xil qiymat 5,8 sm<sup>2</sup> ga teng. Hisoblashda unumdorlik koeffitsiyentini  $\lambda_{pr}$  0,9 ga oling (5.2.3-rasm).

Ikki vintli kompressor  $V_d$  ning haqiqiy unumdorligini hisoblash kerak.



ПЛОЩАДИ ПОПЕРЕЧНОГО  
СЕЧЕНИЯ КАНАЛОВ ВЕДУЩЕГО  
И ВЕДОМОГО ВИНТА

**5.2.3-rasm . Ikki vintli kompressor sxemasi**

**Yechish:**

Haqiqiy unumdorligini hisoblashdan oldin, biz rotorlar va kompressor korpusi orasidagi bo'shliqlar orqali gazning muqarrar teskari oqimini hisobga olmaydigan nazariy ko'rsatkichning qiymatini topamiz.

$$V_i = L \cdot z \cdot n \cdot (F_1 + F_2) = 0,2 \cdot 4 \cdot 750 \cdot (0,052 + 0,058) = 66 \text{ m}^3/\text{min}$$

Ishlash koeffitsiyenti ma'lum bo'lganligi sababli, gazning teskari oqimlarini hisobga olgan holda, berilgan ikkita vintli kompressoming haqiqiy unumdorligini aniqlash mumkin bo'ladi:

$$V_d = \lambda_{pr} \cdot V_i = 0,9 \cdot 66 = 59,4 \text{ m}^3/\text{min}$$

Natijada, biz bu ikki vintli kompressoming unumdorligi 59,4 m<sup>3</sup>/min ekanligini aniqlaymiz.

### 5.3. Porshenli kompressorlarni turlariga doir masalalar

5.3.1 – masala. Belgilangan shartlarga muvofiq kompressorni tanlash.

$R_2 = 0,5$  mPa bosim ostida  $R_1 = 0,1$  mPa boshlang'ich bosimi bilan  $7,2$  m<sup>3</sup>/soat miqdorida azot uzatishi  $Q_n$  bilan ta'minlash talab qilinadi. Faqat bitta bosqichli, ikki ta'sirli porshenli kompressor mavjud. Pistonning diametri  $d$  80 mm ga teng, uning qadam uzunligi  $s$  110 mm, zararli bo'shliqning hajmi esa porshen tomonidan tasvirlangan hajmning 7% ga teng. Kompressor milining aylanish tezligi  $n$  120 ayl/min. Hisob-kitoblarni amalga oshirishda politropik indeks  $m$  ni 1,3 ga teng oling (5.3.1-rasm).

Mavjud kompressorning vazifaga mos kelishini aniqlash kerak. Kompressor mos bo'lmasa, uni ishlatish mumkin bo'lishi uchun mil tezligini qancha oshirish kerakligini hisoblang.



5.3.1-rasm. Bitta bosqichli, ikki ta'sirli porshenli kompressor sxemasi

**Yechish:**

Zararli bo'shliqning hajmi porshen tomonidan tasvirlangan hajmning 7% ga teng bo'lganligi sababli, ta'rifdan kelib chiqadiki, zararli bo'shliq  $c$  qiymati 0,07 ga teng.

Bundan tashqari, avval porshen  $F$  ning ko'ndalang kesim yuzasini hisoblaymiz:

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,08^2)/4 = 0,005 \text{ m}^2$$

Kompressorning FIK ni aniqlaymiz  $\lambda_0$ :

$$\lambda_0 = 1 - s \cdot [(P_2/P_1)^{1/m} - 1] = 1 - 0,04 \cdot [(0,5/0,1)^{1/1,3} - 1] = 0,9$$

$\lambda_0$  aniqlab bo'lib uzatish koeffitsiyentini hisoblaymiz  $\lambda$ :

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot (P_2/P_1)) = 0,9 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot 0,5/0,1) = 0,82$$

Keyinchalik, kompressor Q ning ishlashini topish mumkin bo'ladi. Kompressor ikki yo'lli bo'lgani uchun z koeffitsiyenti 2 ga teng bo'ladi:

$$Q = \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n = 0,82 \cdot 2 \cdot 0,005 \cdot 0,11 \cdot 120 = 0,11 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q \text{ soatli sarfini ifodalaymiz } Q = 0,11 \cdot 60 = 6,6 \text{ m}^3/\text{chas.}$$

Kerakli oqim tezligi  $7,2 \text{ m}^3/\text{soat}$  bo'lganligi sababli, mavjud kompressor vazifani bajarishga qodir emas degan xulosaga kelish mumkin. Bunday holda, qo'llanilishi talablarini qondirish uchun mil tezligini qancha oshirish kerakligini hisoblab chiqamiz. Buning uchun munosabatlardan kerakli aylanalar sonini topamiz:

$$n_r/n = Q_r/Q$$

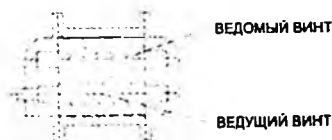
$$n_r = n \cdot Q_r/Q = 120 \cdot 7,2/6,6 = 131$$

Bunday holda, mavjud kompressor, agar uning milining aylanish tezligi  $131 \cdot 120 = 11 \text{ ayl/min}$  ga oshirilsa, foydalanish mumkin.

**5.3.2- masala.** Vintli kompressorning quvvat sarfini hisoblash.

Havo bosimini  $R_1=0,6 \text{ MPa}$  dan  $R_2=1,8 \text{ MPa}$  gacha oshirish uchun mo'ljallangan vintli kompressor mavjud. Nazariy kompressor quvvati  $V_r 3 \text{ m}^3/\text{min}$ . Hisoblashda adiabatik FIK  $\eta_{ad} 0,76$  ga, havo adiabatik indeksi  $k$  esa  $1,4$  ga teng qabul qilinadi (5.3.2-rasm).

Vintli kompressorning quvvat sarfini hisoblang  $N_p$ .



**5.3.2-rasm.** Vintli kompressor sxemasi

**Yechish:**

Vintli kompressorning adiabatik siqilishining nazariy kuchini hisoblash uchun biz quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$N_{ad} = P_1 \cdot V_T \cdot [k/(k-1)] \cdot [(P_2/P_1)^{(k-1)/k} - 1] = 600000 \cdot 3/60 \cdot 1,4/(1,4-1) \cdot [(1,8/0,6)^{(1,4-1)/1,4} - 1] \cdot 10^3 = 38,7 \text{ kVt}$$

Endi  $N_{ad}$  qiymati ma'lum, quruq kompressomning quvvat sarfini hisoblash mumkin:

$$N = N_{ad}/\eta_{ad} = 38,7/0,76 = 51 \text{ kVt}$$

Hammasi bo'lib, biz ushbu ikkita vintli kompressomning quvvat sarfi 50 kVt ekanligini aniqlaymiz.

**5.3.3 – masala.** Ikki vintli kompressomning quvvat sarfini hisoblash.  $Q=10 \text{ m}^3/\text{min}$  quvvat bilan ishlaydigan ikki vintli kompressor berilgan. Ish muhiti  $t=20^\circ \text{C}$  haroratdagi havo. Kompressorda havoning siqilishi  $P_1=0,1 \text{ mPa}$  bosimdan  $P_2=0,6 \text{ mPa}$  bosimgacha sodir bo'ladi. Ma'lumki, kompressorda orqaga oqish  $\beta_{pr}$  qiymati 0,02 ga teng. Kompressomning ichki adiabatik FIK  $\eta_{ad}$  0,8 ga,  $\eta_{mex}$  mexanik FIK esa 0,95 ga teng. Hisoblashda havo adiabatik ko'rsatkichi  $k$  ni 1,4 ga teng va havo  $R$  uchun gaz konstantasini  $286 \text{ Dj}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{K})$  deb qabul qiling (5.3.3-rasm).

Kompressor tomonidan iste'mol qilinadigan quvvatni  $N$ .



5.3.3-rasm. Ikki vintli kompressor sxemasi

**Yechish:**

Kompressomning o'ziga xos ishini aniqlaymiz  $A_{ad}$ :

$$A_{ad} = R \cdot T_v \cdot [k/(k-1)] \cdot [(P_2/P_1)^{(k-1)/k} - 1] = 286 \cdot [20+273] \cdot [1,4/(1,4-1)] \cdot [(0,6/0,1)^{(1,4-1)/1,4} - 1] = 196068 \text{ Dj/kg}$$

So'ngra havo sarfini aniqlaymiz  $G$ , harorat  $20^\circ\text{C}$  bo'lganda havo zichligi  $\rho_v$   $1,2 \text{ kg/m}^3$  ga teng:

$$G = Q \rho_v = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ kg/min}$$

Kompressorning quvvatini hisoblashda undagi ishchi muhimning orqa qochqinlari mavjudligini hisobga olish kerak, ularning kompensasiyasi qo'shimcha quvvat sarfiga olib keladi. Kompressorning umumiy sarfini  $G_{sum}$  aniqlaymiz:

$$G_{sum} = G \cdot (1 + \beta_p) = 12 \cdot (1 + 0,02) = 12,24 \text{ kg/min}$$

Endi adiabatik va mexanik FIK hisobga olgan holda kompressor quvvatini aniqlash mumkin bo'ladi:

$$N = (G_{sum} \cdot A_{ud}) / (\eta_{ad} \cdot \eta_{mex}) = (12,24 \cdot 196068) / (60 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 0,95) = 52,6 \text{ kVt}$$

Natijada kompressorning quvvati 52,6 kVt ga teng.

**5.3.4-masala.** Markazdan qochma kompressorning quvvatini hisoblash.

Markazdan qochma uch bosqichli bir qisimli kompressor berilgan, uning g'ildiraklari bir-biriga o'xshash. Kompressor  $t=20^\circ\text{C}$  haroratda (havo zichligi  $\rho$  1,2  $\text{kg/m}^3$  ga teng) 120  $\text{m}^3/\text{min}$  havoga teng  $V$  hajmli oqim tezligi bilan ishlaydi. Yana ma'lumki, g'ildirak tezligi  $u$  260  $\text{m/s}$ , nazariy bosqich bosim koeffitsiyenti  $\phi$  0,85 ga teng. Kompressorning umumiy FIK  $\eta$  0,9 ga teng. Birinchi bosqich uchun ishqalanishni yo'qotish koeffitsiyenti  $\beta_1 = 0,007$ , oqish yo'qotish koeffitsiyenti  $\beta_p = 0,009$  ga teng va hisoblashda keyingi bosqichlar uchun yo'qotishlar 1% ga oshadi deb faraz qiling (5.3.4-rasm).

Markazdan qochma kompressorning quvvatini hisoblang  $N$ .



5.3.4-rasm. Markazdan qochma kompressor sxemasi

**Yechish:**

Gazni siqish uchun sarflangan quvvat formuladan foydalanib hisoblanishi mumkin:

$$N_{in} = V \cdot \rho \cdot \sum [u_i^2 \cdot \phi_i \cdot (1 + \beta_1 + \beta_p)]$$

Bu yerda  $i$  –qadamlar soni. Muammoning shartlari kesimdagi barcha g'ildiraklar bir xil ekanligini bildirganligi sababli, ular teng periferik tezliklarga ega u va nazariy bosim ko'effitsiyentlari  $\phi$ , shuning uchun bu formulani o'zgartirish mumkin:

$$N_m = V \cdot \rho \cdot u^3 \cdot \phi \cdot \sum (1 + \beta_i + \beta_p)$$

Birinchi qadam uchun:

$$1 + \beta_i + \beta_p = 1 + 0,007 + 0,009 = 1,016$$

Keyinchalik, keyingi bosqichdagi yo'qotishlar 1% ga oshadi degan farazdan foydalanib, biz ikkinchi bosqich uchun  $1 + \beta_i + \beta_p$  qiymatini hisoblaymiz.

$$1,016 \cdot 1,01 = 1,026$$

Uchinchi qadam uchun:

$$1,026 \cdot 1,01 = 1,036$$

Umumiy:

$$N_m = 120/60 \cdot 1,2 \cdot 260^3 \cdot 0,85 \cdot (1,016 + 1,026 + 1,036) \cdot 10^3 = 424,5 \text{ kVt}$$

Endi kompressorning quvvat sarfini topish mumkin:

$$N = N_m / \eta = 424,5 / 0,9 = 471,7 \text{ Vt}$$

Natijada kompressorning quvvati 471,7 kVt.

**5.3.5-masala.** Markazdan qochma kompressorning FIK ni hisoblash.

Markazdan qochma ikki bosqichli bir qisimli kompressor berilgan, uning g'ildiraklari bir-biriga o'xshash (5.3.5-rasm). Kompressor havoni  $t=20^\circ\text{C}$  haroratda (havo zichligi  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$  ga teng)  $V = 100 \text{ m}^3/\text{min}$  sarfda  $R_1=0,1 \text{ mPa}$  dastlabki bosimdan  $R_2=0,25 \text{ mPa}$  yakuniy bosimgacha haydaydi. G'ildiraklarning tezligi  $u = 245 \text{ m/s}$  ga teng, nazariy bosim ko'effitsiyenti  $\phi = 0,82$  ga teng. Birinchi bosqich uchun ishqalanish va oqish ( $1 + \beta_i + \beta_p$ ) tufayli umumiy yo'qotish ko'effitsiyenti 1,012, ikkinchi bosqich uchun bu ko'effitsiyent 1,019 ga teng. Gazning siqilishi izentropik jarayonda sodir bo'ladi. Hisoblashda havo adiabatik ko'rsatkichi  $k$  ni 1,4 ga teng va  $R$  havo uchun gaz konstantasini  $286 \text{ Dj/(kg}\cdot\text{K)}$  deb qabul qiling. Masala shartlarida gaz siqilmas deb hisoblanadi (siqilish ko'effitsiyenti  $z = 1$ ).

$\eta_{iz}$  kompressorning izentropik FIK ni hisoblang.



СХЕМА ЦЕНТРИФАЖНОГО КОМПРЕССОРА

### 5.3.5-rasm. Markazdan qochma ikki bosqichli bir qismli kompressor sxemasi

#### Yechish:

Izoentropik FIK - izoentropik jarayonda gazni siqish quvvatining  $N_u$  kompressoring ichki siqish quvvatiga  $N_m$  nisbati. Bundan kelib chiqadiki, kerakli qiymatni topish uchun birinchi navbatda  $N_m$  va  $N_u$  hisoblash kerak.

Gazni izoentropik rejimda siqish kuchini qo'yidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$N_m = V \cdot \rho \cdot z \cdot R \cdot (273+t) \cdot k/(k-1) \cdot [(P_2/P_1)^{k-1} - 1] =$$

$$= 100/60 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 286 \cdot (273+20) \cdot 1,4/(1,4-1) \cdot [(0,25/0,1)^{(1,4-1) \cdot 1,4} - 1] \cdot 10^3 = 175,5 \text{ kVt}$$

Kompressoring ichki quvvati:

$$N_m = V \cdot \rho \cdot \sum [u_i^2 \cdot \varphi_i \cdot (1 + \beta_i + \beta_p)] = 100/60 \cdot 1,2 \cdot 245^2 \cdot 0,82 \cdot (1,012 + 1,019) =$$

$$200 \text{ kVt.}$$

So'ngra kerakli qiymatni aniqlaymiz:

$$\eta_{ic} = N_u/N_m = 175,5/200 = 0,88$$

Natijada, ushbu ikki bosqichli bir qismli kompressoring izoentropik FIK ni 0,88 ga teng ekanligini aniqlaymiz.

## NASOS, VENTILYATOR VA KOMPRESSORLAR

### FANIDAN

### TEST SAVOLLARI

1. Elektr dvigatelning mexanik energiyasini uzatish energiyasiga aylantiradigan va suyuqlikning bosimini oshiradigan gidravlik mashinalar qanday nomlanadi...?

- Nasos
- Gidravlik press
- Kompressor
- Ventilyator

2. Ishlash prinsipiga ko'ra nasoslar qanday turlarga bo'linadi...?

- Hajmiy va dinamik
- massaviy va gidravlik
- mexanik va pnevmatik
- kinetik va potensial

3. Suyuqlik bosimini berk oralikdan siqib chiqaradigan nasos qanday nomlanadi...?

- Porsbenli
- Parrakli
- Plastinali
- Shestemali

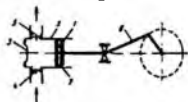
4. Kam miqdorda va yuqori bosimda (50-1000 atm) qanday nasoslar ishlatiladi...?

- Porsbenli
- Parrakli
- Plastinali
- Shestemali

5. Nasosning ishchi g'ildiragi aylanishi natijasida, markazdan qochma kuch yordamida suyuqlikning bosimini oshiradigan nasoslar qanday nomlanadi...?

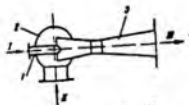
- Parrakli
- Porsbenli
- Plastinali
- Shestemali

6. Nasos turini toping...?



- Porsbenli
- Markazdan qochma
- Oqimchali
- Plastinali

7. Nasos turini toping...?



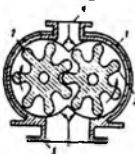
Oqimchali  
Markazdan qochma  
Shesterniyali  
Plastinali

8 Nasos turini toping-...?



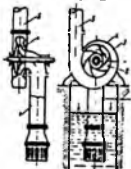
Plastinali  
Oqimchali  
Shesterniyali  
Markazdan qochma

9 Nasos turini toping-...?



Shesterniyali  
Porshenli  
Markazdan qochma  
Plastinali

10 Nasos turini toping-...?



Markazdan qochma  
Porshenli  
Plastinali  
Shesterniyali

11 Nasoslarning asosiy parametrlariga nimalar kiradi ...?

Sarf, napor (bosim), quvvat, foydali ish koeffitsiyenti  
Zichlik, (napor) bosim, dinamik qovushqoqlik, temperatura

Nisbiy zichlik, gidravlik radius, kinematik qovushqoqlik

Solishtirma og'irlik, ichki energiya, suyuqlik miqdori

12 Nasos sarfi nima deb ataladi ...?

Vaqt birligida gidravlik mashina yordamida uzatilgan suyuqlik miqdori

Birtik hajmdagi suyuqlik massasi

Suyuqlik hajmiy sarfini qatlam ko'ndalang kesimi yuzasiga nisbati

Birtik hajmdagi modda og'irligi

13 Porshenli nasosning ishlash prinsipi nimaga asoslangan ...?

Plunjer yoki porshenning ilgarilanma-qaytma harakatiga

Silindrning ilgarilanma-qaytma harakatiga

Plunjer yoki porshenning foydali ish koeffitsiyentiga

Porshenning unumdorligiga

14 Porshenli nasoslar silindrining joylashuvi bo'yicha qanday turlarga bo'linadi ...?

Vertikal va gorizontal

Differensial va plunjerli

Radial va eksentrik

Diametrial va parallel

15 Porshen harakatida uzatishlar soni bo'yicha nasoslar qanday turlarga bo'linadi ...?

Bir, ikki, uch, to'rt, ko'p harakali, differensial harakatli

Sekin, o'rta, tez harakatli

Gorizontal, to'g'ri harakatli

Membrana, diafragma, krivoship soni bo'yicha harakatli

16 Porshenli nasosning asosiy qismlari nimalardan iborat ...?

Silindr, shatun, krivoship, porshen, klapanlar.

Porshen, shesternya, ishchi kuraklar, yo'naltiruvchi

Silindr, turbina, diffuzor, porshen

Yo'naltiruvchi mexanizm, porshen, ishchi g'ildirak

17 Porshenli nasosning suyuqlikni uzatishi (unumdorligi) qanday o'zgaradi ...?

Sinusoida bo'yicha

Radial bo'yicha

Urinma bo'yicha

Gipertola bo'yicha

18 Qaysi tenglamadan nasosning foydali quvvati aniqlanadi...?

$$\rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

$$\frac{P_M - P_M}{\rho \cdot g}$$

$$H_2 + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + h_n$$

$$\frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot Q}{\eta_M \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_m}$$

$$\eta_M \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_m$$

19 Qaysi tenglamadan nasosning o'qidagi quvvati aniqlanadi...?

$$\rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

$$\eta_n$$

$$\frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot Q}{\eta_M \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_m}$$

$$\eta_M \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_m$$

$$\rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

$$H_2 + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + h_n$$

- 20 Qaysi tenglamadan elektr yuritkichning iste'mol quvvati aniqlanadi...?

$$\frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta_n \cdot \eta_p \cdot \eta_m}$$

$$H_2 + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + h_n$$

$$\rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

$$\frac{P_M - P_{MC}}{\rho \cdot g}$$

- 21 Qaysi tenglamadan nasosning foydali ish koeffitsiyenti aniqlanadi...?

$$\eta_n = \eta_V \cdot \eta_T \cdot \eta_{mex}$$

$$\eta_n = \eta_p \cdot \eta_m \cdot \beta$$

$$\eta_n = \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_e$$

$$\eta_n = \eta_{\phi_{max}} \cdot \eta_m \cdot \eta_T$$

- 22 Nasosning to'liq napori qaysi tenglama bilan aniqlanadi?

$$H_T + \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + h_n$$

$$\rho \cdot g \cdot h \cdot Q$$

$$\frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot Q}{\eta_n \cdot \eta_p \cdot \eta_m}$$

$$\frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot Q}{\eta_n}$$

- 23 Qaysi tenglama elektr yuritkichning o'rnatish quvvatini aniqlaydi...?

$$N_{yom} = \beta \cdot N_n$$

$$N_{yom} = \beta \cdot N_n$$

$$N_{yom} = \beta \cdot N_e$$

$$N_{yom} = \beta \cdot \eta_n$$

- 24 Nasos qurilmasingin f.i.k. qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$\eta_{n.e} = \eta_n \cdot \eta_p \cdot \eta_m;$$

$$\eta_{n.e} = \eta_e \cdot \eta_V \cdot \eta_m$$

$$\eta_{n.e} = \eta_V \cdot \eta_e \cdot \eta_{mex}$$

$$\eta_{n.e} = \eta_V \cdot \eta_e \cdot \eta_{mex}$$

- 25 Porshenli nasosning unumdorligi qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$Q_n = F \cdot S \cdot n$$

$$Q = \eta_n \cdot F \cdot n;$$

$$Q = \eta \cdot S \cdot n;$$

$$Q = F \cdot S \cdot \eta;$$

- 26 O'tkazuvchi porshenli nasoslar qanday maqsadda qo'llaniladi...?

Chuqur quduqlardan suyuqlikni tortib olish uchun  
 Uzoq masofaga suyuqlikni uzatish uchun  
 Unumdorlikni oshirish uchun  
 Suyuqlikni bir meyorda uzatish uchun

- 27 Porshenli nasoslarning afzalliklari...?

Suyuqliklarni yuqori bosimda uzatish, qovushqoqligi yuqori suyuqliklarni uzatish,  
 f.i.k. katta  
 Tuzilishi oddiy, metall sarfi kam, suyuqlikni bir meyorda uzatadi

O'Ichami kichik, shovqinsiz ishlaydi, tarkibida qattiq zarrachalarga ega suyuqliklarni uzatadi

Yuqori tezlikda ishlaydi, konstruksiyasi ixcham, klepanlari mustahkam

28 Porshenli nasoslarning kamchiliklari...?

Tuzilishi murakkab, suyuqlikni bir meyorda uzatmaydi, o'rnatish uchun mustahkam poydevor talab etiladi

Yuqori napor hosil qilmaydi, qovushqoq suyuqliklarni uzata olmaydi

Agressiv muhitli suyuqliklarni uzata olmaydi, oldindan suyuqlik quymay ishlatib bo'lmaydi

Kam miqdordagi suyuqliklarni uzata olmaydi, past bosim hosil qiladi

29 Ishlash prinsipi bo'yicha manometrlar qanday turlarga bo'linadi..?

Suyuqlik, prujinali, membranali, elektrokontaktli, differensial manometrlar

Dinamik, reversiv, optik manometrlar

Turbomanometr, pirometrik, fotoelementli manometrlar

Logometrik, potensiometr, gravitasion manometrlar

30 Nasosning hajmiy f.i.k. qaysi javobda keltirilgan...?

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_{\text{sm}}};$$

$$\eta_r = \frac{H}{H_{\text{sm}}};$$

$$\eta_N = \frac{N}{N_{\text{sm}}};$$

$$\eta_f = \frac{F}{F_{\text{sm}}};$$

31 Nasosning gidravlik f.i.k. qaysi javobda keltirilgan -...?

$$\eta_r = \frac{H}{H_{\text{sm}}};$$

$$\eta_N = \frac{N}{N_{\text{sm}}};$$

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_{\text{sm}}};$$

$$\eta_p = \frac{P}{P_{\text{sm}}};$$

32 Siyraklangan bosimni qanday asbob yordamida o'lchash mumkin?

Vakuummetr

Manometr

Pezometr

Barometr

33 Vakuummetrik bosim qanday bosim?

Atmosfera bosimigacha bo'lgan bosim

Suyuqliklarda atmosfera bosimiga teng bo'lgan bosim

To'liq gidrostatik bosim kuchi

Nuqtaga ta'sir etayotgan bosim

34 Manometrik bosim nimani ifodalaydi?

Atmosfera bosimidan yuqori bo'lgan bosim

Atmosfera bosimigacha bo'lgan bosim

Nuqtaga ta'sir etayotgan bosim

Suyuqliklardagi absolyut to'liq bosim

35 Nasosning hajmiy f.i.k. ( $\eta_v$ ) nimani bildiradi?

Suyuqlikning nasosdagi zichlagichlar, salnik, klapanlar orqali sirqib chiqishi va ish kamerasini yetarli to'ldirmasligini

So'rish, haydash quvuridagi barcha qarshiliklarni yengishga sarf bo'lgan energiyani

Nasos so'rayotgan suyuqlikka sarflangan energiyani

Podshipnik, salnikda ishqalanishga sarflangan quvvat yo'qotishlarni

- 36 Nasosning gidravlik f.i.k. ( $\eta_r$ ) nimani bildiradi?

Suyuqlikning nasos orqali oqib o'tishidagi napor yo'qotishlarni

So'rish, haydash quvuridagi barcha qarshiliklarni yengishga sarf bo'lgan energiyani

Suyuqlikning salnik, klapanlar orqali sirqib chiqishini

Podshipnik, salnikda ishqalanishga sarflangan quvvat yo'qotishlarni

- 37 Nasosning mexanik f.i.k. ( $\eta_{me}$ ) nimani bildiradi?

Nasosning podshipnik, salniklarida ishqalanishga sarflangan quvvat yo'qotishlarni

So'rish, haydash quvuridagi barcha qarshiliklarni yengishga sarf bo'lgan energiyani

Suyuqlikning salnik, klapanlar orqali sirqib chiqishini

Nasosning so'rayotgan suyuqlikka sarflangan energiyani

- 38 Suyuqlik sarfi va tezligini o'lchovchi asboblarni nomini aytib bering.

Pito-Prandtl naychasi, Venturi quvuri

Viskozimetr, chastotometr

Fure naychasi, adgezimetr,

Baypas quvuri, Rebinder naychasi

- 39 Quvurlarda suyuqlik harakati davrida qanday qarshiliklar mavjud ...?

Mahalliy, ishqalanish qarshiligi

Mahalliy, umumiy qarshilik,

Lokal, ishqalanish qarshiligi

Lokal, umumiy qarshilik.

- 40 Mahalliy qarshilik turlarini nimalar kiradi ...?

Oqimning quvurga kirish va chiqish joyi, tirsak, jo'mrak, ventilyadviyka

Quvurning uzunligi, turbulent oqim, suyuqlik parametrlari

Ishqalanishda yo'qotilgan bosim, ishqalanish koeffitsiyenti

Gidravlik g'adir-budurlik, qovushqoqlik koeffitsiyenti

- 41 Ishqalanish qarshiligida yo'qotilgan napor qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$h_{\text{ism}} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^3}{2g}$$

$$\xi_{\text{ism}} = \lambda \cdot \frac{l}{d}$$

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

- 42 Mahalliy qarshiliklarda yo'qotilgan napor qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$h_{\text{ism}} = \sum \xi \cdot \frac{w^3}{2g}$$

$$\xi_{\text{ism}} = \lambda \cdot \frac{l}{d}$$

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt{Re}}$$

- 43 Porshen halqalari qanday vazifani bajaradi ...?  
 Zichlagich vazifasini  
 Rostlash vazifasini  
 Indikator vazifasini  
 Aylanishlarni boshqarishni .
- 44 Plunjerli nasos plunjerining uzunligi diametriga nisbatan qanday bo'ladi ...?  
 Katta  
 Teng  
 Kichik  
 Teng yoki kichik
- 45 Porshenli nasosning indikator diagrammasi nimani ko'rsatadi...?  
 Silindr ichidagi bosimning o'zgarishini  
 Silindr ichidagi temperatura o'zgarishini  
 Silindr ichidagi suyuqlik tezligini  
 Silindr ichidagi sarfni rostlashni
- 46 Nasosning indikator diagrammasi nima uchun kerak...?  
 Nasos quvvatini va nosozliklarni aniqlash uchun  
 Unumdorlikni aniqlash uchun  
 Mexanik kuchlanishni aniqlash uchun  
 Nasos yuklamasini aniqlash uchun
- 47 Indikator diagrammadan qanday nosozliklarni aniqlash mumkin ...?  
 Silindrga havo kirib qolishi, klapanlarni nosoz ishlashi  
 Silindrga moy kirib qolish, shtokning nosoz ishlashi  
 Nasos valining notekis harakatlanishi  
 Elektr yuritkichning nosozligini
- 48 Porshenli nasosning unumdorligi qanday parametrlarga bog'liq ...?  
 Porshen ishchi yuzasi, porshen harakatlanish yo'li uzunligi, valning aylanishlar soni  
 Nasosning nabori, haydash quvuri diametri  
 Manometning ko'rsatkichi, so'rish quvuri diametri  
 Ishchi kurakchalarning soni va joylashuvi, harakatlanish rejimi
- 49 Porshenli nasos xarakteristikasi nimani ifodalaydi...?  
 Unumdorlikning naborga bog'liq emasligini  
 Suyuqlikni bir meyorda uzatilmaligini  
 Napor bilan bosimning o'rtasidagi bog'lanishni  
 Nasosning nosozliklarini
- 50 Porshenli nasos qurilmasida havo qalpoqchalari nima uchun ishlatiladi...?  
 Suyuqlikni uzatish va so'rish quvurlarida harakatlanishidagi notekisliklarini kamaytirish uchun  
 Krivoship-shatun mexanizmi bir tekis ishlashini ta'minlash uchun  
 Klapan va salniklardan suyuqlik sirqib chiqishini oldini olish uchun  
 Zichligi katta bo'lgan suyuqliklarni uzatib berish uchun
- 51 Porshenli nasoslarning armaturasiga nimalar kiradi...?  
 Rostlovchi, berkituvchi ventill, zadviyka, qaytarish klapani, sathni ko'rsatuvchi asbob  
 So'rish va haydash klapanlari, kreyskopf, shtok  
 Porshen halqalari, rezbalı mufta, shatun  
 Asosiy val, maxovik, stanina, salnik, podshipnik va vtulkalar
- 52 Nasosni o'rnatishning umumiy qoidalari...?  
 Quvurlarda ventill, tirsak, mahalliy qarshiliklar kam bo'lishi, so'rish quvuri

- qisqa va to'rt to'siqli bo'lishi, barcha flaneslar jips biriktirilishi, haydash quvurida nasosdan keyin zadvijka o'matilishi shart  
Elektr yuritkich past chastotada ishlashi, nasos qismlari spektrometrdagi tekshirilgan bo'lishi, so'rish quvuri diametri tarlovka qilinishi zarur  
Haydash quvuriga to'rt to'siq o'matilishi, flaneslar poydevorga mustahkamlangan bo'lishi, salniklar silindrga zich biriktirilishi shart  
Nasos qurilmasi akustik tekshiruvdan o'tkazilgan bo'lishi, elektromufta mustahkam biriktirilgan, yo'naltiruvchi qurilma to'g'ri joylashtirilgan bo'lishi shart
- 53 Dozator-nasos sifatida qanday nasoslar ishlatiladi...?**  
Plunjerli, membranali, porshenli  
Markazdan qochma, parrakli nasos  
Oqimchali, turbonasos, kurakchali nasos  
Sirkulyasiyalı, shtangali nasos
- 54 Porshenli nasosning asosiy buzilishlari nimalar kiradi...?**  
Nasos suyuqlik uzatmaydi, kerakli miqdorda suyuqlik uzatmaydi, podshipnik va salniklar qizib ketadi, nasos taqillab ishlaydi  
Nasos patrubbikasi qizib ketadi, yo'naltiruvchi moslama vibrasiyalanadi, reduktordagi moyning kamayishi  
Nasos kurakchalari notekis harakatlanadi, kurakchalar bilan qobiq orasidagi masofaning kamayib ketishi  
Nasos parraklarining teskari yo'nalishda harakatlanishi, nasosning sovutish sistemasi qizib ketishi, diffuzorning tebranish bilan ishlashi
- 55 Porshenli nasosni ishga tushirish qanday amalga oshiriladi...?**  
Barcha ulangan va jipslangan joylar tekshiriladi, podshipnik, moylagichlar moyi tekshiriladi, so'rish va haydash zadviyklari ochiladi, kran orqali havo chiqarib tashlanadi, yuritkich past aylanishlar sonida ishga tushiriladi  
So'rish quvuridagi zadvijka ochiladi, haydash quvuridagi zadvijka esa yopiladi, moylagichlardagi moyning temperaturasi tekshiriladi, valning aylanishlar soni rostanadi, yuritkich ishga tushiriladi  
Krivoshipning radiusi sozlanadi, so'rish quvuri zadviykasi ochiladi, flanes birikmalari tekshiriladi, moylagichlardagi moy tekshiriladi, yuritkich ishga tushiriladi  
Variator yordamida valning aylanishlar soni rostanadi, haydash quvuri zadviykasi ochiladi, manometr ko'rsatkichi nazorat qilinadi, yuritkich ishga tushiriladi
- 56 Porshenli nasosni to'xtatish qanday amalga oshiriladi...?**  
So'rish quvuridagi zadvijka yopiladi, nasos to'xtatiladi, haydash quvuridagi zadvijka yopiladi  
Nasos to'xtatiladi, so'rish quvuridagi zadvijka yopiladi, haydash quvuridagi zadvijka yopiladi  
Haydash quvuridagi zadvijka yopiladi, so'rish quvuridagi zadvijka yopiladi, nasos to'xtatiladi  
Kran orqali havo chiqarib tashlanadi, haydash quvuridagi zadvijka yopiladi, yuritkich to'xtatiladi
- 57 Porshenli nasosning ishlashi qanday nazorat qilinadi...?**  
Nasosning moyi va moylash sistemasi, moy temperaturasi nazorat qilinadi, manometr va vakuumetr ko'rsatkichlari, nasosning ortiqcha shovqinsiz ishlashi, salniklar nazorat qilinadi  
Porshenning shtokka ulanishi, valning aylanish chastotasi, shesternya ishlashi nazorat qilinadi, gidrostatik bosim ko'rsatkichi nazorat qilinadi  
Variator ko'rsatkichi, reduktor podshipniklaridagi moy nazorat qilinadi, dinamik bosim ko'rsatkichi kuzatib boriladi

Klapnalarning moylash sistemasi nazorat qilinadi, zadvijskalarining ishlashi, yunitkich valining porshenga parallel birlashtirilishi nazorat qilinadi

- 58 Markazdan qochma nasos qanday qismlardan iborat...?  
Val, ishchi g'ildirak, korpus, yo'naltiruvchi qurilma, so'rish va haydash patrubkasi, salnik, podshipniklar  
Porshen, val, silindr, so'rish va haydash klapnalari, salniklar  
Krivoship-shatun mexanizmi, val, salnik, podshipnik  
Zadvijka, ventil, diafragma, val, podshipnik
- 59 Markazdan qochma nasosning ishchi g'ildiragiga kirishida bosim qanday o'zgaradi...?  
Pasayadi  
Ortadi  
Atmosfera bosimiga teng  
Atmosfera bosimdan yuqori
- 60 Markazdan qochma nasoslar valining joylashuvi bo'yicha qanday klassifikatsiyalanadi...?  
Gorizontal, vertikal  
Vertikal, 30° burchak ostida  
Gorizontal, 45° burchak ostida  
Diagonal bo'yicha
- 61 Markazdan qochma nasoslar ishchi g'ildirakning bosqichi (soni) bo'yicha qanday klassifikatsiyalanadi...?  
Bir va ko'p bosqichli  
Bir bosqichli  
Ko'p bosqichli  
Normal bosqichli
- 62 Bir bosqichli markazdan qochma nasosning napori necha metrdan oshmaydi...?  
50  
75  
75  
100
- 63 Parrakli (kurak) nasoslar qanday turlarga bo'linadi...?  
Markazdan qochma, o'qli, uyurmaviy  
Plastinali, diafragmalı  
Oqimchali, vintli  
Membranali, shesteroyalı
- 64 Markazdan qochma nasosda oqim energiyasi qanday o'zgaradi...?  
Oqimning kinetik energiyasi bosimning potensial energiyasiga aylanadi  
Oqimning kinetik energiyasi ortadi  
Oqimning tezligi o'zgarmaydi  
Oqimning potensial energiyasi kamayadi
- 65 Markazdan qochma nasoslar bosimi bo'yicha qanday klassifikatsiyalanadi...?  
Past bosimli, o'rta bosimli, yuqori bosimli  
Atmosfera bosimli, yuqori bosimli  
Past bosimli, atmosfera bosimli  
O'rta bosimli, atmosfera bosimli
- 66 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragidagi kurakchalar qaysi yo'nalishda bukilgan bo'ladi...?  
Ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi  
Ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishi bo'yicha  
Ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishiga radial bo'yicha  
Ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishiga parallel

- 67 Ko'p bosqichli markazdan qochma nasosni qo'llash nimani oshiradi...?  
 Naporni  
 Unumdorlikni  
 Foydali ish koeffitsientini  
 Aylanish chastotasini
- 68 Ko'p bosqichli markazdan qochma nasosning bosimi ishchi g'ildirak soniga qanday bog'liq...?  
 Proporsional  
 Parallel  
 Uchinchi darajada  
 Bog'liq emas
- 69 Shlamli nasoslar qanday maqsadda ishlatiladi...?  
 Tarkibida mayda zarrachalar bo'lgan suyuqliklarni uzatishda  
 Kimyoviy agressiv suyuqliklarni uzatishda  
 Emulsiyali suyuqliklarni uzatish uchun  
 Suyuqlik-gaz aralashmasini uzatish uchun
- 70 Shlamli nasoslarning turlari...?  
 Vertikal, gorizontal, suyuqlik ichiga tushiriladigan  
 Plastinali, o'tkazuvchi klapanli  
 Ilgarilanma-qaytma harakatlanuvchi, shesterniyali  
 Nasadkali, termokompensatorli
- 71 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragidagi kurakchalar nima uchun g'ildirakning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi bukilgan bo'ladi...?  
 Gidravlik yo'qotishlarni kamaytirish uchun  
 Qovushqoqligi yuqori suyuqliklarni uzatib berish uchun  
 Zichligi yuqori suyuqliklarni uzatib berish uchun  
 Podshipniklarni qizib ketishini oldini olish uchun
- 72 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragidagi kurakchalar qancha gradusga bukilgan bo'ladi...?  
 $\beta_1 < 90^\circ$   
 $\beta_1 > 90^\circ$   
 $\beta_1 = 90^\circ$   
 $\beta_1 > 120^\circ$
- 73 Markazdan qochma nasosning solishtirma to'liq energiyasida qanday energiya qiymati yuqori bo'lishi kerak...?  
 Potensial energiya  
 Kinetik energiya  
 Ishqalanish energiyasi  
 Yurukich energiyasi
- 74 Markazdan qochma mashinalar uchun Eylerning asosiy tenglamasini aniqlang...?  

$$H_H = \frac{u_2 c_2 \cos \alpha_2 - u_1 c_1 \cos \alpha_1}{g}$$

$$-\frac{\partial p}{\partial x} = 0; -\frac{\partial p}{\partial y} = 0; -\rho \cdot g - \frac{\partial p}{\partial z} = 0;$$

$$p_1 = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} = z_0 + \frac{p_0}{\rho \cdot g}$$
- 75 Markazdan qochma nasosning haqiqiy napori qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?  
 $H = H_H \cdot \eta_T \cdot \epsilon$

$$H_2 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{c_2^2}{2g}$$

$$H_1 = \frac{p_1}{\rho g} + \frac{c_1^2}{2g}$$

$$H = \left( z + \frac{p}{\rho g} + \frac{w^2}{2g} \right)$$

76 Markazdan qochma nasosning umumdorligi qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$Q = b_1(\pi D_1 - \delta z)c_v = b_2(\pi D_2 - \delta z)c_v$$

$$M = \rho \cdot w \cdot F$$

$$Q = wF$$

$$G = g \cdot dm$$

77 Markazdan qochma nasosning napori va umumdorligi nimaga bog'liq...?

Ishchi g'ildirakning aylanish chastotasiga

Haydash quvurining diametriga

Silindrning ko'ndalang kesim yuzasiga

Suyuqlikning fizik parametrlariga

78 Markazdan qochma nasosning napori va umumdorligi qanday bog'lanishda o'zgaradi...?

Umumdorlik ortishi bilan nasosning napori pasayadi

Sinusoida bo'yicha o'zgaradi

Umumdorlik ortishi bilan nasosning napori o'zgarmaydi

Umumdorlik otishi bilan nasosning napori ortadi

79 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi aylanishi va umumdorligi o'rtasidagi munosabatni ifodalovchi tenglamani aniqlang...?

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$Q = F \cdot r \cdot \omega \cdot \sin \varphi$$

$$Q_{\omega} = F \cdot \omega_{\omega} = \frac{F \cdot r \cdot \omega}{\pi}$$

$$Q = wF$$

80 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragi aylanishi va napori o'rtasidagi munosabatni ifodalovchi tenglamani aniqlang...?

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

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{\pi D_1 n_1}{\pi D_2 n_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{F \cdot C_{1,2}}{F_2 C_{1,2}}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{v - v_2}{v}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{v - v_2}{v}$$

81 Markazdan qochma nasos iste'mol quvvati va ishchi g'ildiragi aylanishi o'rtasidagi munosabatni ifodalovchi tenglamani aniqlang...?

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

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^2$$

82 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragining o'zgarmas aylanishlar sonida nasos napori, validagi quvvat, f.i.k. bilan unumdorlikning grafikdagi bog'lanishi qanday nomlanadi ...?

Nasos xarakteristikasi

Nasos hajmiy f.i.k.

Nasos dvigateli quvvati

Nasos indikator.

83 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragining o'zgarmas aylanishlar sonida, unumdorlik ortishi bilan nasos napori qanday o'zgaradi ...?

Kamayadi

Ortadi

Proporsional

O'zgarmaydi

84 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragining o'zgarmas aylanishlar sonida, unumdorlik ortishi bilan valdagi quvvat qanday o'zgaradi ...?

Ortadi

O'zgarmaydi

Kamayadi

Sinusoida bo'yicha

85 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragining o'zgarmas aylanishlar sonida, unumdorlik ortishi bilan f.i.k. qanday o'zgaradi ...?

Maksimum orqali o'tadi

Minimum orqali o'tadi

Kamayadi

Ortadi

86 Markazdan qochma nasos ishchi g'ildiragining turli aylanishlar sonida nasos napori, validagi quvvat, f.i.k. bilan unumdorlikning grafikdagi bog'lanishi qanday nomlanadi ...?

Nasosning universal xarakteristikasi

Nasosning xarakteristikasi

Nasosning indikator diagrammasi

Nasosning gidravlik xarakteristikasi

87 Markazdan qochma nasosning universal xarakteristikasi nima uchun kerak ...?

Nasosning optimal ishlash rejimini tanlash uchun

Nasosning maksimal naporini aniqlash uchun

Nasosning ishlash muddatini aniqlash uchun

Nasosning dinamik naporini aniqlash uchun

88 Tarmoq xarakteristikasi qaysi parametrlar orasidagi bog'lanishni ifodalaydi ...?

Suyuqlik sarfi bilan zarur napor o'rtasidagi bog'lanishni

Suyuqlik sarfi bilan f.i.k. o'rtasidagi bog'lanishni

Sarf bilan ishchi g'ildirak aylanishi o'rtasidagi bog'lanishni

Suyuqlik tezligi bilan yuritkich quvvati o'rtasidagi bog'lanishni

89 Tarmoq xarakteristikasi qaysi tenglama yordamida aniqlanadi ...?

$$H = H_p + k \cdot Q^2$$

$$H_H = \frac{u_2 c_2 \cos \alpha_2 - u_1 c_1 \cos \alpha_1}{g}$$

$$Q = F \cdot r \cdot \omega \cdot \sin \varphi$$

$$Q = b_1 (\pi D_1 - \delta z) c_v = b_2 (\pi D_2 - \delta z) c_v$$

90 Suyuqlikning qovushqoqligi ortishi bilan markazdan qochma nasosning asosiy parametrlari qanday o'zgaradi..?

Sarf, napor, f.i.k. kamayadi

Sarf, napor, f.i.k. ortadi

Sarf, ZICHLIK, f.i.k. kamayadi

Sarf, zichlik, f.i.k. ortadi

91 Grafikda tarmoq xarakteristikasi bilan nasos xarakteristikasi kesishgan nuqta qanday nomlanadi...?

Ishchi nuqta

Indikator nuqta

Izotermik nuqta

Adiabatik nuqta

92 Kavitasiyani aniqlovchi ifoda qaysi ...?

Nasodagi bosimning suyuqlikning to'yingan bug' bosimiga teng yoki undan past bo'lishi

Nasodagi bosimning suyuqlikning to'yingan bug' bosimidan yuqori bo'lishi

Nasodagi bosimning atmosfera bosimidan yuqori bo'lishi

Nasodagi bosimning atmosfera bosimiga teng bo'lishi

93 Kavitasiyani oldini olish va bartaraf etish uchun qanday choralar ko'rish kerak ...?

So'rish quvurining balandligini kamaytirish, ishchi g'ildirakning aylanish chastotasini kamaytirish

So'rish quvurining balandligini oshirish, ishchi g'ildirakning aylanish chastotasini ko'paytirish

Suyuqlikning nasosga kirishdagi bosimini pasaytirish

Nasosning quvvatini oshirish

94 Kavitasiya nasosning ishlashiga qanday ta'sir ko'rsatadi ...?

Napor, unumdorlik, f.i.k. pasayadi

Haydash quvuridagi bosim ortadi

Suyuqlik oqimi uzluksiz harakatlanadi

Nasosning validagi quvvat pasayadi

95 Yuqori naporda (katta aylanishlar chastotasida) ishlaydigan nasoslarning ishchi g'ildiragi kavitasiyaga chidamli bo'lishi uchun qanday materialdan ishlanadi ...?

Ni va Cr qo'shilgan legirlangan po'latdan

Uglerod miqdori 10 % bo'lgan po'latdan

P va S 0, 4% qo'shilgan po'latdan

St 5 markali po'latdan

96 Nasosning so'rish balandligi qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

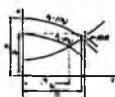
$$H_{\text{sp}} \leq \frac{p_2}{\rho g} - \left( \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_{\text{sp}}^2}{2g} + h_{\text{sp}} \right)$$

$$H_{\text{sp}} \leq \left( \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w_{\text{sp}}^2}{2g} + h_{\text{sp}} \right)$$

$$H_{\text{sp}} = \left( \frac{p_1}{\rho g} + \frac{w^2}{2g} + h_{\text{sp}} \right)$$

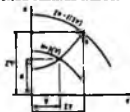
$$H_{sp} = \frac{P_1 - P_2}{\rho g} + H + h$$

- 97 Quvurlar qanday parametrlarni aniqlash uchun hisoblanadi ...?  
 Diametrlarni  
 Uzunligini  
 Kinematik qovushqoqlikni  
 Universal xarakteristikani
- 98 Suyuqlikning quvurlarda harakatlanishi davrida qanday qarshiliklar mavjud ...?  
 Mahalliy, ishqalanish qarshiligi  
 Mahalliy, umumiy qarshilik  
 Absolyut, ishqalanish qarshiligi  
 Statik, dinamik qarshilik
- 99 Oqimning yo'nalishi o'zgarishida qanday qarshilik yuzaga keladi...?  
 Mahalliy  
 Ishqalanish  
 Absolyut  
 Qovushqoqlik
- 100 Ishqalanish qarshiligi qayerda yuzaga keladi ...?  
 Quvur uzunligi bo'yicha  
 Quvur diametri bo'yicha  
 Quvur kesimi bo'yicha  
 Quvur qalinligi bo'yicha
- 101 Nasoslarni parallel ulashdan maqsad nima...?  
 Unumdorlikni oshirish;  
 Quvvatni oshirish;  
 Naporni oshirish;  
 F.i.k. ni oshirish;
- 102 Nasoslarni ketma-ket ulashdan maqsad nima...?  
 Naporni oshirish;  
 Unumdorlikni oshirish;  
 Quvvatni oshirish;  
 F.i.k. ni oshirish;
- 103 Ushbu rasmda nasoslarning qanday ulanishi tasvirlangan...?



- Parallel  
 Ketma-ket  
 Umumiy  
 Universal

- 104 Ushbu rasmda nasoslarning qanday ulanishi tasvirlangan...?



- Ketma-ket  
 Parallel

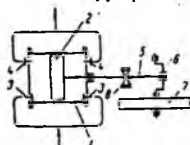
Umumiy

Universal

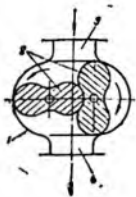
- 105 Markazdan qochma nasoslar qanday usullar bilan rostlanadi - ...?  
Zadvijka yordamida, aylanish chastotasini o'zgartirish bilan  
So'rish quvuri diametridi o'zgartirish bilan  
Haydash quvuri diametridi o'zgartirish bilan  
Ishchi g'ildirak kurakchalari sonini o'zgartirish bilan
- 106 Nasosning so'rish balandligi  $H_{\text{so}}$  qaysi omillarga bog'liq - ...?  
Atmosfera bosimi, suyuqlik tezligi, zichligi va temperaturasi, so'rish quvurining gidravlik qarshiligi  
Bosim, suyuqlik diffuziya koeffitsiyenti, haydash quvurining gidravlik qarshiligi  
Kinematik qovushqoqlik, hajmiy koeffitsiyent, gidravlik yo'qotishlar  
Yunitkich quvvati, f.i.k., suyuqlikning massaviy sarfi
- 107 Markazdan qochma nasos qurilmasidagi diffuzor qanday vazifani bajaradi...?  
Oqimning kinetik energiyasini qisman potentsial energiyaga aylantiradi  
Oqimning potentsial energiyasini kinetik energiyaga aylantiradi  
Nasosdagi hajmiy yo'qotishlarni kamaytiradi  
Nasos salniklarini bir meyorda ishlashini ta'minlaydi
- 108 Suyuqlik qovushqoqligini ortishi nasosning asosiy parametrlariga qanday ta'sir qiladi...?  
Unumdorlik, napor, f.i.k. kamayadi  
Turbulentlik, napor, f.i.k. ortadi  
Gidravlik qarshilik, f.i.k. o'zgarmaydi  
Gidrostatik bosim, konveksiya, nisbiy zichlik kamayadi
- 109 Markazdan qochma nasoslarning afzalliklari...?  
Tuzilishi oddiy, ixcham, unumdorligi yuqori, suyuqlikni bir meyorda uzatadi, ifloslangan suyuqlikni uzata oladi  
Qovushqoqligi va temperaturasi yuqori suyuqliklarni uzata oladi  
Yuqori bosim hosil qiladi, napor va unumdorlik nasosning ish rejimiga bog'liq emas  
Napor ortishi bilan unumdorlik o'zgarmaydi, napori yuqori, napor ortishi bilan f.i.k. o'zgarmaydi
- 110 Markazdan qochma nasoslarning kamchiliklari...?  
Kam bosim hosil qiladi, bosim, unumdorlik va f.i.k. nasosning ish rejimiga bog'liq, past unumdorlikda f.i.k. kichik bo'ladi  
Nasosga suyuqlik quymasdan ishlatish mumkin, unumdorlik va f.i.k. nasosning ish rejimiga bog'liq emas.  
Qovushqoqligi va temperaturasi yuqori suyuqliklarni uzatadi  
Napor va unumdorlik bir-biriga bog'liq emas
- 111 Markazdan qochma nasoslar ishchi g'ildiragining qanday turlari mavjud...?  
Ochiq, yarim ochiq, yopiq  
Diffuzor, konfuzor, assimetrik  
Yopiq, asinxron, konfuzor  
Universal, diafragmalı, konussimon
- 112 Gazlarni siqish va uzatish uchun mo'ljallangan mashinalar nima deb ataladi...?  
Kompresor  
Ventilyator  
Nasos  
Gidrostatik mashina
- 113 Kompresor mashinasi hosil qilgan oxirgi bosim  $R_2$  ning, gazni so'rinish paytidagi bosimi  $R_1$  ga nisbati nima deb nomlanadi...?

- Siqish darajasi  
 Hajmiy koeffitsiyenti  
 So'rish balandligi  
 Foydali ish koeffitsiyenti
- 114  $R_2/R_1 < 1,1$  bo'lganda, ko'p miqdordagi gazlarni uzatish uchun qanday mashinalar ishlatiladi...?  
 Ventilyator  
 Vakuu nasos  
 Gazoduvka  
 Kompessor
- 115  $R_2/R_1 < 3$  bo'lganda, nisbatan yuqori bosimda gazlarni uzatish uchun qanday mashinalar ishlatiladi...?  
 Gazoduvka  
 Vakuu nasos  
 Kompessor  
 Ventilyator
- 116  $R_2/R_1 > 3$  bo'lganda, yuqori bosim bosil qilish uchun qanday mashinalar ishlatiladi...?  
 Kompessor  
 Vakuu nasos  
 Gazoduvka  
 Ventilyator
- 117 Bosimi atmosfera bosimidan past bo'lgan gazlarni so'rish uchun qanday mashinalar ishlatiladi...?  
 Vakuu nasos  
 Kompessor  
 Gazoduvka  
 Ventilyator
- 118 Agar gazlarni siqish paytida hamma issiqlik atrof-muhitga ajratib olinsa, gaz va jarayonning temperaturasi o'zgarmas bo'lsa, bu qanday jarayon...?  
 Izotermik  
 Adiyatik  
 Politropik  
 Normal
- 119 Agar gazlarni siqish paytida gaz bilan atrof-muhit orasida issiqlik almashmas va hamuna ajralib chiqayotgan issiqlik gazning ichki energiyasini oshirsa sarf bo'lsa bu qanday jarayon...?  
 Adiyatik  
 Izotermik  
 Politropik  
 Normal
- 120 Agar gazlarni siqish davomida ajralib chiqayotgan issiqlikning bir qismi atrof-muhitga ketse va uning hajmi, bosimi va temperaturasi o'zgarsa bunday jarayon qanday nomlanadi...?  
 Politropik  
 Adiyatik  
 Izotermik  
 Normal
- 121 Kompessorlar ishlash usuli bo'yicha qanday turlarga bo'linadi...?  
 Hajmiy, dinamik  
 Gorizontal, barabandli  
 Sentrifugali, ventilyatorli  
 Sektorli, filtrlovchi

- 122 Hajmiy kompressorlarning turlari qaysi ...?  
 Porshenli, rotorli, plastinali,  
 Markazdan qochma  
 Turbokompressor  
 O'qli, kurakchali
- 123 Dinamik kompressorlarning turlari qaysi ...?  
 Markazdan qochma, turbokompressor, o'qli  
 Rotorli  
 Plastinali  
 Porshenli
- 124 Porshenli kompressorlarda gazlarni siqish qanday amalga oshiriladi...?  
 Hajmning kamayishi hisobiga  
 Ishchi g'ildirakning aylanishi hisobiga  
 Markazdan qochma kuch hisobiga  
 Oqim hisobiga
- 125 Porshenli kompressorlar siqish bosqichi soni bo'yicha qanday bo'ladi...?  
 Bir, ikki va ko'p bosqichli  
 Bir bosqichli  
 Ko'p bosqichli  
 Ikki tomonlama
- 126 Porshenli kompressorlar ishlash prinsipi bo'yicha qanday turlarga bo'linadi...?  
 Oddiy (bir tomonlama), ikki tomonlama  
 Ko'p tomonlama  
 Klapanli  
 Bosim rostlagichli
- 127 Porshenli kompressorlar silindrining joylashuvi bo'yicha qanday turlarga bo'linadi...?  
 Gorizontal, vertikal, burchakli  
 Vertikal  
 Gorizontal  
 Radial
- 128 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?

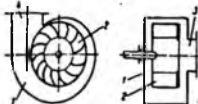


- Bir silindri, ikki tomonlama harakatli, porshenli kompressor  
 Bir silindri, oddiy porshenli kompressor  
 Rotasion ventilyator  
 Plastinali kompressor
- 129 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?



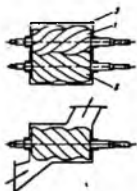
Rotasion gazoduvka  
 Porshenli nasos  
 Vintli ventilyator  
 Plastinali ventilyator

130 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?



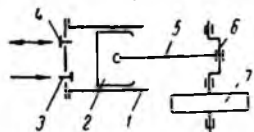
Markazdan qochma ventilyator  
 Plastinali ventilyator  
 Vintli ventilyator  
 Rotasion gazoduvka

131 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?



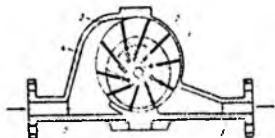
Vintli kompressor  
 Plastinali ventilyator  
 Rotasion gazoduvka  
 Markazdan qochma ventilyator

132 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?



Bir silindrli, oddiy porshenli kompressor  
 Plastinali ventilyator  
 Rotasion gazoduvka  
 Vintli ventilyator

133 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?



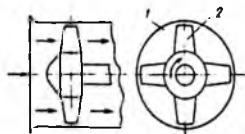
Plastinali tipdagi rotorni kompressor  
 Turbokompressor  
 Markazdan qochma ventilyator  
 Vintli ventilyator

134 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?



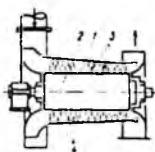
Turbogazoduvka  
 Vintli ventilyator  
 Turbokompressor  
 Markazdan qochma kompressor

135 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?



O'qli ventilyator  
 Markazdan qochma ventilyator  
 Vintli ventilyator  
 Turbogazoduvka

136 Ushbu rasmda qaysi qurilma tasvirlangan...?



O'qli kompressor  
 Plastinali ventilyator  
 Markazdan qochma ventilyator  
 Vintli ventilyator

137 Gazlarni siqish jarayonida qaysi parametrlari o'zgaradi...?  
 Hajmi, bosimi, temperaturasi

Issiqlik sig'imi, tarkibi  
 Regenerasiya, namligi  
 Issiqlik o'tkazuvchanligi, adgeziyasi

- 138 Porshenli kompressorlarning indikator diagrammasi nima uchun tuziladi...?  
 Kompressor ishini nazorat qilish uchun  
 Gazni siqish uchun  
 Gazni quritish uchun  
 Gazni tozalash uchun
- 139 Kompressor indikator diagrammasi qaysi parametrlar orasidagi bog'lanishni ifodalaydi...?  
 Bosim va hajm  
 Hajm va quvvat  
 Temperatura va quvvat  
 Gidravlik qarshilik va bosim
- 140 Kompressor indikator diagrammasi yordamida qanday quvvat hisoblanadi ifodalaydi...?  
 Indikator quvvati  
 Valdagi quvvat  
 Dvigatel quvvati  
 Foydali quvvat
- 141 Kompressorming indikator quvvati qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$N_{ind} = \frac{F n f_{ind}}{M_{np}}$$

$$N_{som} = \beta \cdot N_{in}$$

$$N_{som} = \frac{N_s}{\eta_{os} \eta_{sp}}$$

$$N_{os} = (1,1 - 1,15) \cdot N_{os}$$

- 142 Burchaksimon kompressorlarning asosiy qismlari nimalardan iborat...?  
 Tirsakli val, silindr, porshen, shatun, klapanlar, stanina, salniklar  
 Ishchi g'ildirak, yo'naltiruvchi moslama, qaytarish klapani  
 Kurakchalar, spiralsimon qobiq, so'rish patrubkasi  
 Rotor, soplo, diffuzor, aralashtirgich
- 143 Porshenli, oddiy (bir tomonlama harakatli) kompressorning nazariy unumdorligi qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$Q_s = F \cdot S \cdot n$$

$$Q = \eta_s \cdot F \cdot n;$$

$$Q = \eta \cdot S \cdot n;$$

$$Q = F \cdot S \cdot \eta;$$

- 144 Porshenli, oddiy (bir tomonlama harakatli) kompressorning haqiqiy unumdorligi qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$V = \lambda_v \cdot V_n$$

$$Q = \eta_s \cdot F \cdot n;$$

$$Q = \eta \cdot S \cdot n;$$

$$Q_s = F \cdot S \cdot n$$

- 145 Porshenli, oddiy kompressorming gazni siqish uchun sarflaydigan nazariy quvvati qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$N_s = V \rho l$$

$$N_s = \frac{\rho V L}{\eta_v \eta_{uz}}$$

$$N_{sum} = \beta \cdot N_s$$

$$N_{uz} = \frac{N_s}{\eta_{uz} \eta_v}$$

146 Porshenli, oddiy kompressorning o'qidagi quvvati qaysi tenglama bilan aniqlanadi ...?

$$N_s = \frac{\rho V L}{\eta_v \eta_{uz}}$$

$$N_s = V \rho l$$

$$N_{sum} = \beta \cdot N_s$$

$$N_{uz} = \frac{N_s}{\eta_{uz} \eta_v}$$

147 Porshenli, oddiy kompressor uchun yuritkich quvvati qaysi tenglama bilan aniqlanadi ...?

$$N_{uz} = \frac{N_s}{\eta_{uz} \eta_v}$$

$$N_s = V \rho l$$

$$N_{sum} = \beta \cdot N_s$$

$$N_s = \frac{\rho Q L}{\eta_v \eta_{uz}}$$

148 Qaysi tenglama porshenli oddiy kompressor elektr yuritkichining o'rnatish quvvatini aniqlaydi...?

$$N_{sum} = (1,1 - 1,15) \cdot N_s$$

$$N_{sum} = \beta \cdot N_s$$

$$N_{sum} = \beta \cdot N_s$$

$$N_{sum} = \beta \cdot \eta_s$$

149 Gazlarni (0,5-0,7 MPa-dan) yuqori bosimgacha siqish uchun qanday kompressorlar qo'llaniladi...?

- Ko'p bosqichli
- O'qli
- Rotorli
- Turbogazoduvka

150 Nazariy jihatdan kompressorda gazni siqishda qanday jarayon bo'lishi mumkin...?

- Izotermik, adiabatik
- Izobarik, izoxorik
- Izoxorik, adiabatik
- Izotermik, izoxorik

151 Amaliyotda kompressorda gazlarni siqish qanday jarayonda amalga oshiriladi...?

- Politropik
- Adiabatik, politropik
- Politropik, izotermik
- Politropik, izobarik

152 Gazlarni siqishda ko'p bosqichli kompressordan foydalanishning sababi nima..?

- Temperaturaning ortib ketishi
- Bosimning ortib ketishi

- Vakuumnin ortib ketishi  
Bosimning pasayib ketishi
- 153 Ko'p bosqichli kompressorda bosqichlar soni nechta bo'ladi...?  
6-7  
10  
12  
15
- 154 Porshenli kompressor silindrini qopqog'i va porshenning orasidagi bo'sh hajm qanday nomlanadi...?  
"Zararli bo'shliq"  
"To'liq bo'shliq"  
"Silindr bo'shlig'i"  
"Haqiqiy bo'shliq"
- 155 Qanday jarayonda gazni siqish uchun eng kam energiya sarflanadi...?  
Izotermik  
Adiabatik  
Termodinamik  
Politrop
- 156 Kompressor ish jarayonini izotermik jarayonga yaqinlashtirish uchun qanday chora ko'rish kerak...?  
Sovutish  
Isitish  
Izolyatsiyalash  
Bosimni oshirish
- 157 Kompressorning uzatish  $\lambda_v$  koeffitsiyenti qanday yo'qotishlarni hisobga oladi...?  
Hajmiy, germetik, termik  
Adiabatik, izotermik  
Politrop, adiabatik  
Termodinamik
- 158 Porshenli kompressorning unumdorligi, valning aylanishlar chastotasi bilan qanday bog'lanishda...?  
Proporsional  
Hajmiy  
Bosqichli  
Dinamik
- 159 Porshenli kompressorning "zararli bo'shlig'i" ortishi bilan hajmiy f.i.k. qanday o'zgaradi...?  
Kamayadi  
Ko'payadi  
O'zgarmaydi  
Proporsional
- 160 Porshenli kompressorlarning afzalliklari...?  
Bosimi, f.i.k. yuqori  
Qattiq zararchali chang aralashmali gazlarni uzata oladi, filtr kerak emas  
Ixcham, ishqalanuvchi qismlari yo'q, past inersiyali  
Siqilgan gazni bir meyorda uzatadi, unumdorligi yuqori
- №161 Porshenli kompressorlarning kamchiliklari...?  
Katta joy egallaydi, sekin harakatlanadi, ko'p metall sarflaydi  
Rostlash murakkab  
Podshipniklari oz muddat ishlaydi  
Gidravlik uzatmasi murakkab
- 162 Porshenli kompressorning porsheni bilan silindrini o'zaro zichlashda qanday

detal ishlatiladi...?

Metall, kompozit halqalar

Salnik

Vtulka

Sirpanish podshipniklari

163 Porshenli kompressorlarni sovutishda asosan qanday modda ishlatiladi...?

Suv, havo

Difenil,

Silikon moyi

Difenil efiri

164 Porshenli kompressorda siqilgan gazni iste'molchiga uzluksiz uzatish uchun qanday qurilma ishlatiladi...?

Resiver

Gradirnya

Radiator

Stanina

165 Porshenli kompressorning so'rish patrubkasiga qanday moslama o'rnatiladi...?

Filtr

Yo'naltiruvchi moslama

Konfuzor

Nasadka

166 Porshenli kompressorda siqilgan gaz iste'molchiga yuborilishdan avval qanday moddalardan tozalanadi...?

Moy va namlikdan

Gaz aralashmalaridan

Karbonat angdrididan

Yengil uchuvchan moddalardan

167 Kompressorning uzatish koeffitsiyenti qaysi tenglama yordamida aniqlanadi...?

$$\lambda_s = \lambda_o \cdot \lambda_r \cdot \lambda_T$$

$$\lambda_o = \frac{V_{BC}}{V_n}$$

$$\lambda_r = \frac{V_{BC}}{Q_T}$$

$$V = \lambda_s \cdot V_o$$

168 Porshenli kompressor ishining qaysi jarayonida gazning temperaturasi ortib ketadi...?

Siqish jarayoni oxirida

Siqish jarayoni boshlanishida

So'rish jarayoni oxirida

So'rish jarayoni boshlanishida

169 Porshenli kompressor aylanishlar chastotasi ortishi qaysi parametri ko'payishiga olib keladi...?

Unumdorlik

Napor

F.i.k

Qoldiq hajm

170 Kompressorning yordamchi qurilmalari tizimiga quyidagilar kiradi...

Sovutish, moylash, boshqaruv shiti va asboblari tizimi

Flanets, klapanlar, karter tizimi

- So'rish va haydash patrubkalari, yo'naltirish tizimi  
 Salnik, podshipniklar tizimi
- 171 Bosimni yuqori darajada oshiradigan kompressorni aniqlang...  
 Porshenli kompressor  
 Rotorli kompressor  
 Markazdan qochma kompressor  
 O'qli kompressor
- 172 Gazni bir meyarda uzatmaydigan kompressorni aniqlang...  
 Porshenli  
 O'qli  
 Markazdan qochma  
 Gazoduvka
- 173 Kompressorning indikator bosim qaysi tenglama bilan aniqlanadi..?

$$P_{ind} = \frac{f_{ind}}{SM_{np}}$$

$$P_1 = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

$$p = \rho RT$$

$$p = -\rho RT$$

- 174 Porshenli vertikal kompressorning gorzontal kompressordan afzalliklari...  
 Tezyurar, unumdorligi yuqori, silindri kamroq ishdan chiqadi  
 Klapanlari uzoq muddat ishlaydi, sovutish tizimi mukammal  
 Gazni bir meyarda uzatadi, moy sarfi kam  
 Siqilgan gazni moy va namlikdan tozalash shart emas, silindr hajmi katta
- 175 Porshenli kompressorning bir bosqichida nima uchun gazni yuqori darajada siqib bo'lmaydi..?

Moylovchi moyning alanganish temperaurasi past (220-260°S) bo'lgani uchun

Sovutish tizimining samarasi pastroq bo'lgani uchun

Gazning tarkibi turlicha bo'lgani uchun

"Zararli bo'shliq" bo'lgani uchun

- 176 Porshenli kompressorda so'rilgan gaz hajmini silindrning hajmiga nisbati qanday nomlanadi...?

Hajmiy koeffitsiyent

Uzatish koeffitsiyenti

Siqish koeffitsiyenti

Zichlik koeffitsiyenti

- 177 Porshenli kompressorning hajmiy koeffitsiyenti qaysi tenglama orqali aniqlanadi..?

$$\lambda_0 = \frac{V_{sc}}{V_n}$$

$$V = \lambda_v \cdot V_n$$

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

$$\lambda = \frac{B}{Re}$$

- 178 Porshenli kompressorlarda nima uchun kreyskopf mexanizmi ishlatiladi..?  
 Valning aylanma harakatini porshenning ilgarilanma-qaytma harakatiga bir tekis o'zgartirish uchun  
 Valning ishlash muddatini uzaytirish uchun  
 Valning aylanishlar sonini o'zgartirish uchun

- Valni bir mcyorda aylanishini ta'minlash uchun
- 179 Porshenli kompressorlarni ketma-ket ulab ishlatishdan maqsad..?  
 Bosimni oshirish  
 Unumdorlikni oshirish  
 Gidravlik yo' qotishlarni kamaytirish  
 Aylanish chastotasini oshirish
- 180 Porshenli kompressorlarni parallel ulab ishlatishdan maqsad..?  
 Unumdorlikni oshirish  
 Bosimni oshirish  
 Gidravlik yo' qotishlarni kamaytirish  
 Aylanish chastotasini oshirish
- №181 Kompressorlar unumdorligini boshqarish (rostlash) usullarini aniqlang  
 Drossellash, aylanishlar sonini o'zgartirish  
 Silindr o'lchamlarini o'zgartirish  
 Sovutish tizimini o'zgartirish  
 Filtrlash tizimini takomillashtirish
- 182 Gazni uzatadigan va siqish darajasi  $\epsilon < 1,15$  mashina qanday nomlanadi .?  
 Ventilyator  
 Drossel  
 Gazoduvka  
 Kompressor
- 183 Gazni uzatadigan, siqish darajasi  $\epsilon > 1,15$  va sun'iy sovutilmaydigan mashina qanday nomlanadi ..?  
 Gazoduvka  
 Drossel  
 Kompressor  
 Ventilyator
- 184 Gazni uzatadigan, siqish darajasi  $\epsilon > 1,15$  va sun'iy sovutiladigan mashina qanday nomlanadi ...?  
 Kompressor  
 Ventilyator  
 Gazoduvka  
 Drossel
- 185 Markazdan qochma ventilyatorlar bosimi bo'yicha qanday turlarga bo'linadi..?  
 Kichik  $r < 1000$  Pa; o'rtta  $r = 1000 - 3000$  Pa; ; yuqori  $r = 3000-4000$  Pa bosimli  
 O'rtta  $r = 1000 - 3000$  Pa; ; yuqori  $r = 3000-4000$  Pa bosimli  
 Kichik  $r < 1000$  Pa bosimli  
 Yuqori  $r = 3000-4000$  Pa bosimli
- 186 Markazdan qochma prinsipda ishlovchi gazni uzutib beradigan mashinalarga qaysi qurilmalar kiradi . ?  
 Ventilyator, gazoduvka, turbokompressor  
 Rotorli kompressor  
 Plastinali kompressor  
 Suv halqachali kompressor
- 187 Rotorli kompressorming ishlash prinsipi nimaga asoslangan .?  
 Ish bo'shlig'i kamayishining hisobiga  
 Ish bo'shlig'i ortishi hisobiga  
 Porshenning ilgari lanma-qaytma harakati hisobiga  
 Ishchi g'ildirak kurakchalarining harakati hisobiga
- 188 Rotorli kompressorming asosiy ishchi detallari..?  
 Rotor, plastina-shiber  
 Rotor, salnik  
 Gaz patrubkasi, rotor

- Krivoship-shatun mexanizmi, rotor
- 189 Rotorli kompressorning porshenli kompressordan afzalliklari..?  
 Ravon ishlaydi, ixcham, aylanish chastotasi katta, kam joy egallaydi  
 f.i.k. katta, tayyorlash texnologiyasi oddiy  
 Siqilgan gaz bosimi katta  
 Uzoq muddat ta'mirsiz ishlaydi
- 190 Rotorli kompressorning porshenli kompressorga nisbatan kamchiliklari..?  
 F.i.k. kichik, gaz bosimi katta emas, qismlari aniq ishlanishi kerak  
 Gaz bosimi yuqori, detallar soni ko'p  
 Moylash tizimi murakkab  
 Tebranish va shovqin bilan ishlaydi
- №191 Markazdan qochma ventilyatorming asosiy qismlari qanday detallardan iborat?  
 Diffuzor-qobiq, ishchi g'ildirak, kuraklar, so'ruvchi va uzatuvchi patrubka  
 Qobiq, krivoship mexanizmi, so'rish va uzatish klapanlari  
 Zichlovchi halqalar, qobiq, filtrlash moslamasi  
 Qobiq, silindr, aralashish kamerasi
- 192 Markazdan qochma ventilyatorda bosimning ortishi nimani hisobiga yuz beradi  
 ...?  
 Kurakli ishchi g'ildirak aylanishi va markazdan qochma kuch ta'sirida  
 Ventilyator hajmining o'zgarishi natijasida  
 Ishqalanish kuchi ta'sirida  
 Ilgarilanma-qaytma harakatlanish natijasida
- 193 Yuqori bosimli markazdan qochma ventilyatorming kurakchalari qancha gradusga  
 bukilgan bo'ladi...?  
 $\beta_2 < 90^\circ$   
 $\beta_2 > 90^\circ$   
 $\beta_2 = 90^\circ$   
 $\beta_2 > 125^\circ$
- 194 Past va o'rta bosimli markazdan qochma ventilyatorming kurakchalari qancha  
 gradusga bukilgan bo'ladi...?  
 $\beta_1 = 120^\circ - 150^\circ$   
 $\beta_2 < 45^\circ$   
 $\beta_2 < 90^\circ$   
 $\beta_2 = 90^\circ$
- 195 Kurakchalari ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishi bo'yicha bukilgan  
 markazdan qochma ventilyatorming  $\eta_r$  gidravlik f.i.k. qanday bo'ladi..?  
 Past  
 O'zgarmas  
 Yuqori  
 Davriy o'zgaruvchan
- 196 Kurakchalari ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi bukilgan  
 markazdan qochma ventilyatorming  $\eta_r$  gidravlik f.i.k. qanday bo'ladi..?  
 Yuqori  
 O'zgarmas  
 Past  
 Davriy o'zgaruvchan
- 197 Yuqori bosimli markazdan qochma ventilyatorming kurakchalari odatda qaysi  
 yo'nalishda bukilgan...?  
 Ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi ( $\beta_1 < 90^\circ$ )  
 Ishchi g'ildirakka nisbatan radial

Ishchi g'ildirakka nisbatan urinma bo'yicha

Ishchi g'ildirakning aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi ( $\beta_1 = 90^\circ$ )

198 Ventilyator o'qidagi quvvat qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$N_s = \frac{\rho Q H g}{\eta_s}$$

$$N_{\text{sum}} = \beta \cdot N_s$$

$$\eta_s = \frac{N}{N_{\text{sum}}}$$

$$N_{\text{sum}} = \beta \cdot \eta_s$$

199 Ventilyator elektr yuritkichini o'rnatish quvvati qaysi tenglama bilan aniqlanadi...?

$$N_{\text{sum}} = (1,1 - 1,15) \cdot N_s$$

$$\eta_s = \frac{N}{N_{\text{sum}}}$$

$$N_s = \frac{\rho Q H g}{\eta_s}$$

$$N_{\text{sum}} = \beta \cdot \eta_s$$

200 Ventilyator sarfini rostlashning eng oddiy usuli...?

Drosellash

Parraklar shaklini o'zgartirish

Yo'naltiruvchi moslama o'rnatish

Diffuzordan foydalanish

## GLOSSARIY

**Arximed kuchi** (*yunon*) - Suyuklik yoki gazga botirilgan har qanday jismga shu jism siqib chiqargan suyuqdik yoki gaz og'irligiga teng gidro-, aerostatik «ko'tarish kuchi» ta'sir qilishini ifodalaydi.

**Atmosfera bosimi** (*yunon*) - atmosfera havosining 0°C dagi haroratda dengiz sathidagi o'rtacha bosimi.

**Apparat** (*lat*) - asbob, texnik qurilma, moslama.

**Bosim kuchi** - biror jismning boshqa jism sirtiga tik yo'nalishda ta'sir qiladigan kuchlar intensivligini ifodalovchi fizik kattalik. Pa(paskal) yoki N/sm<sup>2</sup> da o'lchanadi.

**Vakuum** (*lat.*) - idishga qamalgan, bosim atmosfera bosimidan anchagina past bo'lgan gaz holati.

**Vakuum-nasos** (*lat., rus.*) - siyrak gazlar (vakuum) hosil qilish maqsadida idishlardan gaz yoki bug'larni so'rib oladigan qurilma.

**Ventil** (*nem.*) - trubada harakatlanuvchi suyuqlik, gaz yoki bug' berish miqdorini zolotnik yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.

**Ventilyator** (*lat.*) - xonalarni shomollatish, aeroaralashmalarni trubalarda uzatishda havo yoki boshqa gazlarni haydash uchun kichik bosim (0,01MPa gacha) hosil qiladigan qurilma.

**Gazoduvka** (*rus.*) - havo yoki boshqa gazlarni siqish va haydash uchun o'rtacha bosim (0,01 da 0,3 MPa gacha) hosil qiladigan qurilma.

**Gidravlika** (*yunon*) - suyuqliklarning harakati va muvozanat qonunlarini hamda bu qonunlarni muxandislik masalalarini hal qilishda tatbiq etish usullarini o'rganuvchi fan.

**Gidrodinamika** (*yunon.*) - gidromexanikaning siqilmaydigan suyuqliklar harakatini va ularning qattiq jismlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganadigan bo'limi.

**Gidromexanika** (*yunon*) - suyuqlikning muvozanati va harakatini, shuningdek, suyuqlikning unga botirilgan yoki unda harakatlanayotgan jism bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi.

**Gidrostatika** (*yunon.*) - gidromexanikaning qo'yilgan kuchlar ta'sirida suyuqliklarning muvozanat sharoitlarini, shuningdek sokin suyuqliklarning ularga botirilgan jismlarga va idish devorlariga ta'sirini o'rganadigan bo'limi.

**Detander** (*frans.*) - bosimni pasaytirish, siqilgan gazda ishlaydigan porshenli mashina.

**Drossel** (*nem.*) - bug', gaz yoki suyuqliklarni quvur va trubalar orqali o'tishini rostlovchi klapan.

**Injektor** (*frans.*) - suyuqlikni uzatuvchi oqimchali nasos.

**Kavitatsiya** (*lot.*) - suyuqlik ichida gaz, bug' yoki ularning aralashmasi bilan to'lgan bo'shliq (kavitatsiya pufakchalari) hosil bo'lishi hodisasi. Tez oqayotgan suyuqlikda bosimning ma'lum kritik qiymatgacha kamayishi (gidrodinamik Kavitatsiya) natijasida yoki suyuqlikda akustik to'lqinlarning o'tishi (akustik Kavitatsiya) natijasida sodir bo'ladi

**Kompressor (lat.)** - havo yoki gazni 0,3 MPa va undan yuqori bosim bilan siqadigan mashina.

**Kran (goll.)** - trubadagi berkitish – ochish uchun jo'mrak. Uning qo'zg'aluvchan detali (tiqini) teshikli aylanuvchi jism shaklida bo'lib, suyuqlik (gaz) oqimi yo'lini ochish va berkitishda o'z o'qi atrofida oqim yo'nalishiga perpendikulyar ravishda buriladi.

**Konstruksiya (lat)** - biror qurilma, mexanizm va boshqa qismlarning tuzilishi, joylashish tartibi, tarkibi.

**Korpus (lat)** - mashina, mexanizm, asbob, qurilmalarning boshqa detallar montaj qilinadigan asosiy qismi.

**Laminar oqim (lot.)** - suyuqlik yoki gazning tartibli (qatlamli) aralashmasdan oqishi. Laminar oqimda suyuqlik yoki gaz oqimiga nisbatan parallel ravishda qatlam-qatlam bo'lib siljiydi. Suyuqlik yoki gazlarning kichik tezlik bilan oqishi, o'ta qovushoq suyuqliklarning oqishi, shuningdek, kichik hajmdagi jismdan suyuqlikning ohista oqib o'tishi va boshqalar laminar oqimga misol bo'ladi.

**Mashina (frans.)** — energiya, materiallar yoki informatsiyani o'zlashtirish maqsadida mexanik harakat bajaruvchi qurilma. Kimyoviy texnologiyada – odatda material (yoki ishlov beriladigan narsa)ning shakli, xossasi, holati, vaziyatini o'zgartiradigan qurilma.

**Manometr (yunon.)** - suyuqlik va gaz bosimini o'lchaydigan asbob. Bunday asboblardan bir necha turga bo'linadi: noldan (to'la vakuumdan) hisoblanadigan bosimni o'lchaydigan manometrlar; ortiqcha bosimni ya'ni absolyut bosim atmosfera bosimidan katta bo'lganda. Atmosfera bosimini o'lchash uchun barometrlar, nolga yaqin bosimlarni o'lchash uchun vakuummetrlar ishlatiladi.

**Naminal (lot.)** – o'matilgan, belgilangan, nominal.

**Nasos (rus.)** - suyuqlikni bosim ostida haydaydigan gidromashina.

**Obochayka** - obochayka, metallardan o'rab yasalgan silindrik jism

**Protsess (lat)** - hodisalarning izchil almashinib turishi, biror narsaning taraqqiyot holati, jarayon.

**Patrübok (rus.)** – asosiy truba, rezervuar yoki qurilmalardan gaz, bug' yoki suyuqlik olinadigan qisqa truba.

**Rezervuar (frans.)** – suyuqliklar va gazlar saqlanadigan hermetik idish.

**Standart (ing)** - norma, andoza, namuna, o'lcham. Keng mahroda boshqa obekt (mahsulot)larni taqqoslash uchun dastlabki obekt deb qabul qilingan o'ziga o'xshash namuna, etalon, model. Standart bajarilishi lozim bo'lgan bir qancha shartlardan iborat hujjat holida, kattaliklar birliklari yoki fizik konstantalar holida taqqoslash uchun biror predmet holida bo'lishi mumkin.

**Suspenziya (lat.)** – suyuq dispersion muhitli va zarrali broun harakatiga to'sqinlik qila oladigan darajada yirik bo'lgan dispers fazali turli jinsli sistemalar.

**Tehnologiya (yunon)** - ishlab chiqarish jarayonida tayyor mahsulot olish uchun ishlatiladigan xom-ashyo, material yoki yarim fabrikatlarning holati, xossasi va shakllarini o'zgartirish, ularga ishlov berish, tayyorlash uslublari majmui; xom-ashyo, material va yarim fabrikatlarga mos ishlab chiqarish qurollari ta'sir etish usullari haqidagi fan.

**Turbulent oqim (lat.)** - zarachalari murakkab trayektoriyalar bo'yicha turg'unlashmagan tartibsiz harakatlanadigan suyuqlik (yoki gaz) oqimi. Bunday holatda suyuqlik tezligi va uning bosimi oqimining har bir nuqtasida tartibsiz o'zgaradi.

**Uzatma** - tezlik va shunga mos xolda burovchi momentni o'zgartirib, xarakat uzatishga mo'ljallangan mexanizm.

**Forsunka (ing.)** - suyuqlikni zarralarga aylantiradigan bir necha teshikli qurilma.

**Zadvijka (rus.)** - truboprovoddagi oqim miqdorini pona shakliga ega bo'lgan zatvor yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.

**Zaslonka (rus.)** - kanal (truba)ning kesim yuzini o'zgartiradigan hamda shu yo'l bilan undan o'tadigan gaz yoki suyuqlik massasi va xajmini rostlaydigan moslama.

**Shtuser (nem.)** - uchi rezbali birlitirish patrubkasi. Rezervuarlar yoki qurilmalarning trubalariga yoxut chiqish patruboklariga payvandlanadi, kavsharlanadi yoki burab qo'yiladi. Trubaprovodlardagi kichikroq diametrli (10 -20 mm) truba bo'lagi shtuser deb ataladi; undan suv yoki havoni chiqarib yuborish uchun, shuningdek truboprovoddagi suyuqlik bosimini o'lchash maqsadida foydalaniladi.

**Emulsiya (lat.)** - bir suyuqlikning mayda tomchilari (dispers faza) boshqa suyuqlik (dispersion muhit) da tarqalishi natijasida hosil bo'lgan turli jinsli sistemalar.

## ADABIYOTLAR

1. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov X.S., Zokirov S.G., Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar. – Darslik. -T.: Sharq, 2016. – 848 b.
2. Nurmuxamedov X.S., Abdullayev A.SH., Babayev Z.K., Zokirov S.G., Karimov Q.F., Matchanov SH.K. “Gidravlika, gidromashina va gidroyuritmalar. Darslik. – T.: Fan va texnologiya, 2012.-303b.
3. Charles E.Thomas. Process Technology Equipment and Systems. Cengage Learning. 2015. 526.
4. Umarov A.Y. Gidravlika. Darslik.– T.: O‘zbekiston, 2002. – 460 b.
5. K.SH. Latipov. Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar. T. – «O‘qituvchi» - 1992 –336 b.
6. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Zokirov S.G. Kimeviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalar. – T.: Shark, 2003. – 644 b
7. Yusupbekov N.R., Zakirov S.G. va boshqalar. Kimyo va oziq-ovqat sanoatlarning asosiy jarayon va qurilmalarini hisoblash va loyihalash/Nurmuxamedov X.S. taxriri ostida. –Toshkent. ToshkTI. 2000.-231b.
8. Yusupbekov N.R., Nurmuxamedov X.S., Ismatullaev P.R.. Kimyo va oziq ovqat sanoatining jarayon va qurilmalari fanidan xisoblar va misollar. –T.: Nisim, 1999/ -351 c.
9. Kimyoviy texnologiya jarayon va qurilmalari fanidan test. Prof X.S.Nurmuxamedov taxriri ostida. T.: TKTI,-2020. 277b.
10. Enyushin B. N., Pravnik Y. I., Крайнов Д. В. Metodicheskie ukazaniya dlya provedeniya laboratornix rabot po discipline «Nasosi, ventilyatori, kompressori». Kazan, Zelenaya, 1 2009 r.-20.s.
11. Anderson H.H. Centrifugal pumps. The trade and technical press Ltd. Enrland, 2001.-314 c.
12. Porshnie kompressori. T. 2. Konstrukcii/ Plastinin P.I.. - M.: Izdatelstvo "Kolos S", 2004. - 480 s.; 60x88/16. - ISBN 5-9532-0177-X (в пер.).

13. Гідравліка: Учеб. для вузов / Штеренлихт Д. В.. - 3-е изд., перераб. і доп.. - М.: Издательство "KolosS", 2004. - 656 с.; 60x88/16. - ISBN 5-9532-0142-7 (в пер.), 2000 екз. (Рекомендовано Міністерства освіти України).

14. Орифонов О. Гідравліка (масалалар то'плами). О'қув қo'лланма.– Т.: Истиқлол, 2005. – 84 б.

15. Sazonov Y. A., Timoshenko B. G., Tumanyan X. A., Frankov M. A. Pryanіe і obratnіe zadachi v teorii lopastnix nasosov: Uchebno-metodicheskoe posobie. – М.: Izdatelskiy sentr RГU nefti і raza (NIU) imeni I. M. Губкіna, 2019. – 59 s.

16. Sazonov Y. A., M.A. Frankov, D.Y. Ivanov. Raschet і konstruirovaniye ob'yomnogo nasosa. Uchebno-metodicheskoe posobie. – М.: Izdatelskiy sentr RГU nefti і raza (NIU) imeni I. M. Губкіna, 2017. – 95 s.

17. Nurmuhamedov H.S., Karimov Q. F., Mavlanov E. T., Nig'madjonov S. K., Xakimova Г.N.va boshqalar. Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari fanidan test. O'quv qo'llanma. Xorazm Ma'mun akademiyasi. Xiva 2023. 277 bet.

## MUNDARIJA

	<b>KIRISH .....</b>	<b>3</b>
1- bob.	<b>SUYUQLIKLARNING FIZIK XOSSALARI VA ULARNI IFODOLOVCHI KATTALIKLAR.....</b>	<b>6</b>
1.1.	Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari.....	6
1.2.	Suyuqliklarni uzatish va siqishda hisoblash formulallari va asosiy bog'liqliklar.....	12
1.3.	Suyuqliklarni uzatishga doir masalalar.....	19
1.3.1.	Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	24
2-bob.	<b>PORSHENLI NASOSLARNING ISHLASH PRINSIPI VA QURILMALARNI XISOBLASH.....</b>	<b>28</b>
2.1.	Porshenli nasos tiplari. Porshenli nasoslarni ishlash prinsipini o'rganish.....	28
2.1.1	Mavzuga oid misollarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	33
2.2.	Porshenli nasosning uzatish meyorini darajasi.....	37
2.2.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	39
2.3.	Indikator diagrammadan porshenli nasoslarni bir xil nosozliklarini aniqlash.....	42
2.4.	Monometrlar va vakkumetrlar.....	46
2.4.1.	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	47
2.5.	Suv sarfini aniqlash.....	52
2.5.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	53
2.6.	Maxalliy qarshiliklarni hisoblashga doir masalalar.....	55
2.6.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	56
3-bob.	<b>MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARNING ISHLASH PRINSIPI VA QURILMALARNI XISOBLASH.....</b>	<b>60</b>
3.1.	Markazdan qochma nasoslarning ishlash prinsipi va turlanishi.....	60
3.2.	Markazdan qochma nasosning asosiy tenglamasi (Eyler tenglamasi).....	62
3.2.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	66
3.3.	Nasosning tarmoqdagi ishi. Kavitatsiya.....	66
3.3.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	69
3.4.	Nasosning o'rnatish balandligi. Truboprovodlarni hisoblash.....	71
3.4.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	72

<b>4.</b>	<b>VENTILYATORLAR. VENTILYATOR QURILMALARINI XISOBI.....</b>	<b>79</b>
4.1.	Markazdan qochma ventilyatorlarning ishini tahlili.....	79
4.1.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	81
4.2.	Ventilyator bosimi unumdorligi xisoblash.....	83
4.2.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	85
4.3.	Ventilyator quvvati va joylashtirish quvvatini hisoblash .....	87
4.3.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	90
4.4.	Ventilyator qurilmasining hisobi.....	92
4.4.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	93
<b>5.</b>	<b>KOMPRESSORLARNING ISHLASH PRINSIPI VA QURILMALARNI XISOBLASH.....</b>	<b>100</b>
5.1.	Bir va ko'p pog'onali siqish.....	100
5.1.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	103
5.2.	Kompressor unumdorligini hisoblash.....	106
5.2.1	Mavzuga oid masalalarni ishlash namunasi. Kontrol masalalar va topshiriqlar.....	108
5.3.	Porshenli kompressorlarni turlariga doir masalalar.....	112
	TESTLAR.....	118
	GLOSSARIY.....	145
	ADABIYOTLAR.....	148
	MUNDARJA.....	150

**Xakimova G.N.**

**NASOS, VENTILYATOR VA  
KOMPRESSORLAR**

**Nashr litsenziyasi: A1 № X-25113 2023-yil 5-yanvar sanasida berilgan.**

**Original maket «AFZALZODA BOOKS» nashriyoti  
tahririyatida tayyorlandi, matbaa bo'limida ofset usulida  
chop etildi va muqovalandi.**

**Bosishga 28.08.2024-yilda ruxsat etildi.**

**Formati 60x84 1/16. Buyurtma raqami № 44**

**Adadi 100 nusxa.**



097084

ISBN 978-9910-9144-1-6



9 789910 914416