

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

BUXORO MUHANDISLIK- TEXNOLOGIYA INSTITUTI

“Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari” kafedrası

*Texnologik mashinalar va jihozlar (Oziq- ovqat va kimyo sanoati mashinalari
va agregatlari) yo'nalishi bakalavrlari yo'nalishi uchun*

«Nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlar»

fanidan

amaliy mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha

USLUBIY KO'RSATMA



Buxoro - 2019

Tuzuvchi:

Katta o'qituvchi. Xoliqov A.A.

Taqrizchilar:

prof. Djurayev X.F.

dots. Gafurov K.X.

Institut uslubiy kengashi yig'ilishi

№_____ bayoni bilan tastiqqlangan

_____ 2019yil

“Oziq-ovqat va kimyo sanoati mashina va jihozlari” kafedrası

yig'ilishining 2019 yil _____ № _____

bayoni bilan tastiqqlangan.

Mundarija.

1. Kirish	4
2. Hajmiy nasoslarga oid misol va masalalar yechish.Plunjerli nasoslarga oid misol va masalalar yechish. Porshenli nasoslarga oid misol va masalalar yechish.....	12
3. Vintli nasoslarga oid misol va masalalar yechish. Shesternyali nasoslarga oid misol va masalalar yechish.....	14
4. Dinamik nasoslarga oid misol va masalalar yechish. Markazdan qochma nasoslarga oid misol va masalalar yechish.....	15
5. Ventilyatorlarga oid misol va masalalar yechish. Ventilyatorlarning unumdorligi va bosimiga oid misol va masalalar yechish.....	20
6. Ventilyatorlarning FIKga oid misol va masalalar yechish.....	23
7. Markazdan qochma ventilyatorlar va o'qli ventilyatorlarga oid misol va masalalar yechish.	24
8. Porshenli kompressorlarga oid misol va masalalar yechish. Kompressorlarning quvvati va energiya sarfiga oid misol va masalalar yechish.	25
9. Kompressorlarning siqish bosqichlari va bosimini aniqlashga oid misol va masalalar yechish. Vintli kompressorlarga oid misol va masalalar yechish.	30
10.Markazdan qochma kompressorlarga oid misol va masalalar yechish.	37

Kirish

«Nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlar» fanini sanoatda suyuqlik va gazlarni uzatish va ba'zi texnologik jarayonlarni amalga oshirish uchun ishlatiladigan texnika ya'ni nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlarning ishlash prinsiplari, tuzilishlari, muhim xossalari, texnik ko'rsatkichlari, ekspluatasiya qilish, rostdash va boshqarish, nosozliklarni aniqlash, hisoblash va tanlashni o'rgatish, talabalarga sanoatda nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlarni nazariy, ilmiy va amaliy asoslari haqida bilim ko'nikma va malaka beradi. Nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlarni tanlash uchun unchalik murakkab bo'lmagan hisoblashlarni bajarishdan iboratdir.

Ushbu ko'rsatmada, ishlab chiqarishga keng tarqalgan barcha ishlab chiqarish jarayonlari amalga oshiriladigan apparatlarda kechadigan jarayonlarni amalga oshirishda yordamlashadigan nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlarni hisoblash uslublari, masalalarni yechish tartibi, masalalarning shartlari variantlar asosida keltirilgan. Har bir talaba uchun masalalarni variantlar asosida tanlab mustaqil yechish imkoniyati yaratilgan.

Nasoslarni tanlashning asosiy prinsiplari

Nasoslarni tanlash masuliyatli jarayon, bu esa texnologik qurilmalarni loyihalashda uning parametrlariga bog'liq bo'ladi. Ularni tanlashda uch guruhdagi mezonlarga asoslanadi.

- 1) Konstruktiv va texnologik talablar
- 2) Uzatish muhitining xarakteriga qarab
- 3) Asosiy parametrlarning hisobiga qarab

Konstruktiv va texnologik talablar :Ba'zan nasoslarni tanlashda texnologik va konstruktiv talablarga qat'iy rioya etiladi. Markazdan qochma nasoslar porshenli nasoslarga qaraganda uzatilishi kerak bo'lgan muhitni bir me'yorda uzatadi. Porshenli nasoslarda esa bu ishni amalga oshirishda qiyinchilik tug'diradi.

Uzatish muhitining xarakteriga qarab: Muhitning xarakteri nasoslarni tanlashda asosiy omil hisoblanadi. Suyuqliklar har xil bulganligi sababli, ularning qovushqoqligi, zaharliligi va boshqa parametrlariga qarab ular tanlanadi hamda ishlatiladi.

Asosiy parametrlarning hisobiga qarab:

Ishlatilish sohasiga va texnologik parametrlar hisobiga qarab bir necha xil nasoslar tanlanishi mumkin. Bu parametrlar unumdorlik, napor va talab qiladigan quvvati aniq qiymatlarda hisoblanib tanlanadi. Quyidagi jadvalda kup qullaniladigan nasoslarning tanlanish chegarasi bo'yicha berilgan.

Napor berishiga qarab nasoslarni qo'llanish sohasi va tanlanishi

10 m, gacha	10 dan 100 m, gacha	100 dan 1 000 m, gacha	1000 dan 1 0000 m, gacha	10 000 m, dan ortiq
Bir bosqichli markazdan qochma				
		Ko'p bosqichli markazdan qochma		
O'qli (napori 20 dan-30 m, gacha)				
	Porshneli			
	Vintli			
			Plunjerli	
Uyurmali				

Unumdorlik bo'yicha nasoslarning tanlanishi

Yuqorida ko'rsatilgan uchta mezonlar buyicha talablarga mos keladigan nasoslar tanlansa, kafolatli, ishonchli va uzoq vaqt davomida nasoslar ishlatiladi.

Turli xil nasoslarning unumdorligini hisoblash

Turli xil nasoslarni asosan ikki guruhga ajratish mumkin va ularning unumdorligini prinsip jihatdan farq qiladi. Ishlash prinsipiga ko'ra nasoslar dinamik va hajmiy nasoslarga bo'linadi.

Dinamik nasoslarga quyidagilar kiradi:

- 1) Ishqalanish nasoslari (uyurmali, diskli, oqimchali va h.k.z.)
- 2) Qanotli (o'qli, markazdan qochma)
- 3) Elektromagnitli

Hajmiy nasoslarga quyidagilar kiradi:

- 1) Ilgarilanma -qaytma (porshenli i plunjerli, diafragmali)
- 2) Rotorli

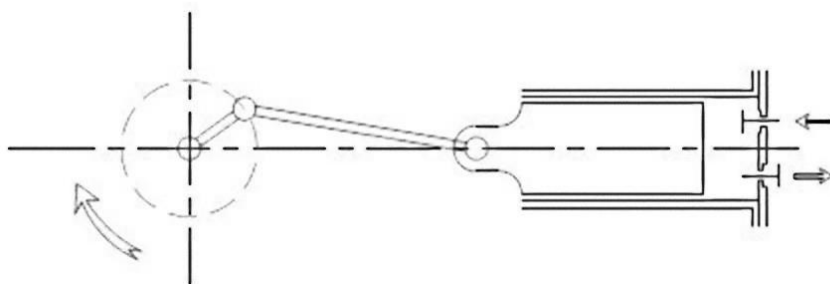
Porshenli nasoslar

Oddiy bir bosqichli porshenli nasosning unumdorligi quyidagi ko'rinishga ega:

$$Q = F \cdot S \cdot n \cdot \eta_v \quad (1)$$

Q – unumdorlik (m^3/s), F – porshenning ko‘ndalang kesim yuzasi (m^2), S – porshen harakat yo‘lining uzunligi (m), n – valning aylanish chastotasi (sek^{-1}), η_v – hajmiy FIK

10 $m^3/soat, gacha$	10 $m^3/soat, dan$ 100 $m^3/soat, gacha$	100 $m^3/soat, dan$ 1000 $m^3/soat, gacha$	1000 $m^3/soat, dan$ 10000 $m^3/soat, gacha$	10000 $m^3/soat, dan$ ortiq
Bir bosqichli markazdan qochma				
		Ko‘p bosqichli markazdan qochma		
		O‘qli		
Porshenli				
Vintli				
Plunjerli				
	Uyurmali			



Ikki bosqichli porshenli nasosning unumdorligi bir oz boshqacharoq bo‘ladi va u quyidagi ko‘rinishga ega.

$$Q = F \cdot S \cdot n + (F-f) \cdot S \cdot n = (2F-f) \cdot S \cdot n \quad (2)$$

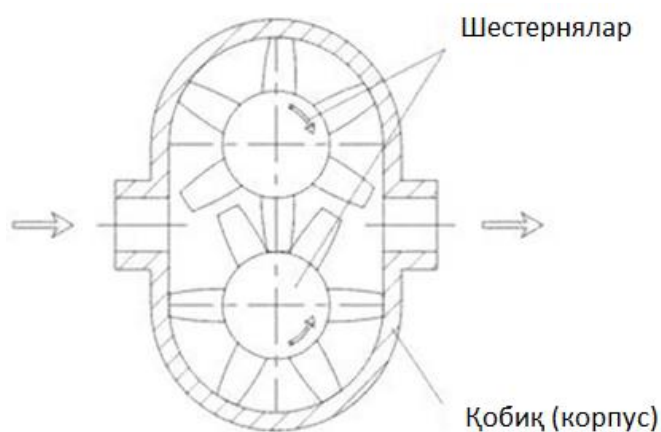
Q – unumdorlik (m^3/s), F – porshenning ko‘ndalang kesim yuzasi (m^2), f – shtokning ko‘ndalang kesim yuzasi (m^2), S – porshen harakat yo‘lining uzunligi (m), n – valning aylanish chastotasi (sek^{-1}), η_v – hajmiy FIK

Agarda shtokning hajmini hisobga olmasak unda formula quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$Q = N \cdot F \cdot S \cdot n \cdot \eta_v \quad (3)$$

Bu yerda N – nasos valining bir marta aylanganidagi harakatlar soni

Shesternyali nasoslar



Shesternyali nasosning unumdorligini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$Q = 2 \cdot f \cdot z \cdot n \cdot b \cdot \eta_v \quad (4)$$

Q – shesternyali nasosning unumdorligi (m^3/s), f – shesternyaning qo‘shni tishlari bo‘shlig‘ining ko‘ndalang kesim yuzasi (m^2), z – shesternya tishlarining soni, b – shesternya tishining uzunligi, (m), n – tishning aylanish chastotasi (sek^{-1}), η_v – hajmiy FIK

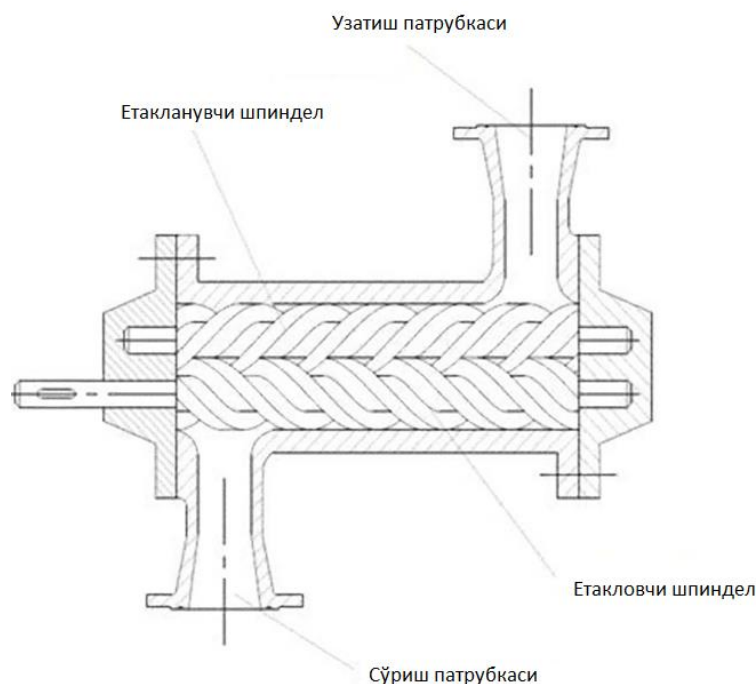
Bundan tashqari shesternyali (tishli) nasosning muqobil unumdorlikni hisoblash formulasi mavjud.

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot D_N \cdot m \cdot b \cdot n \cdot \eta_v \quad (5)$$

Q – shesternyali nasosning unumdorligi (m^3/s), D_N – shesternyaning boshlang‘ich diametri (m), m – shesternyaning moduli (m), b – shesternyaning kengligi (m), n – shesternyaning aylanishlar chastotasi (sek^{-1}), η_v – hajmiy FIK

Vintli nasoslar (hajmiy nasoslar)

Bu tipdagi nasoslar qovushqoqligi yuqori bo‘lgan suyuqliklarni vintlarning harakati orqali amalga oshiriladi, agarda vintlar bir nechta bo‘lsa ularning ilashishiga bog‘liq bo‘ladi.



Vintli nasosning unumdorligi quyidagi formula orqali hisoblash mumkin.

$$Q = 4 \cdot e \cdot D \cdot T \cdot n \cdot \eta_v \quad (6)$$

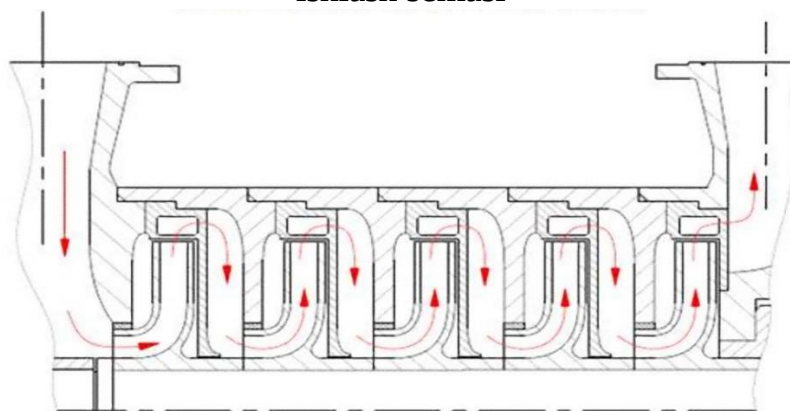
Q – vintli nasosning unumdorligi (m^3/s), e – ekssentrikligi (m), D – vint rotorining diametri (m), T – vint yuzasining qadami (m), n – rotorning aylanishlar chastotasi (sek^{-1}), η_v – hajmiy FIK

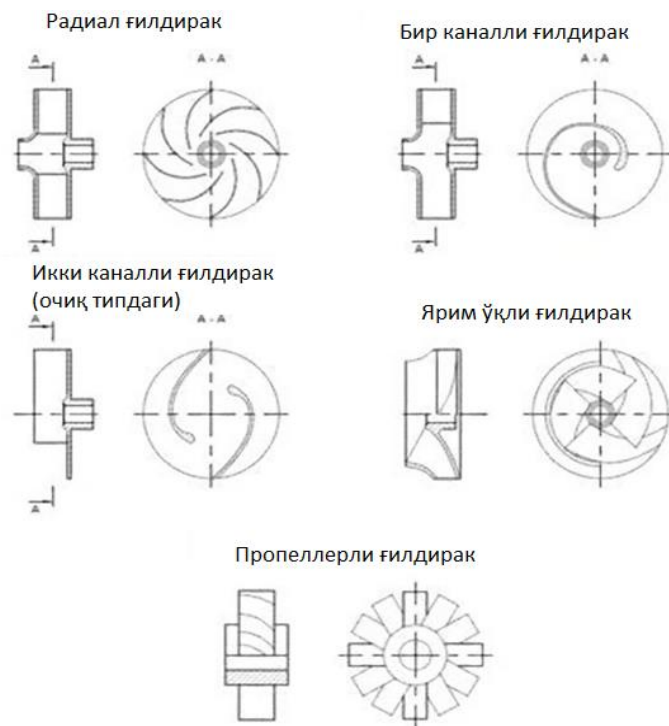
Markazdan qochma nasoslar

Markazdan qochma nasoslar eng ko‘p tarqalgan va ko‘p ishlatiladigan dinamik nasoslar vakili. Markazdan qochma nasoslarning ishchi g‘ildiragi diskka o‘rnatilgan qanotlar va elektrodvigatelning valiga hamda spiralsimon korpus ichiga o‘rnatilgan.

Markazdan qochma nasoslar bir necha ishchi g‘ildirakdan iborat bo‘lishi mumkin. Bunday nasoslar ko‘p pog‘onali markazdan qochma nasoslar deyiladi. Ishchi g‘ildiraklar valga ketma ket joylashtiriladi va ishchi g‘ildiraklardan birin ketin suyuqlik o‘tadi hamda naporning oshishiga erishiladi.

Ko‘p pog‘onali markazdan qochma nasosning ishchi g‘ildiraklarining birgalikdagi ishlash semasi





Ko'p pog'onali markazdan qochma nasosning unumdorligi quyidagi formula orqali topish mumkin:

$$Q = b_1 \cdot (\pi \cdot D_1 - \delta \cdot Z) \cdot c_1 = b_2 \cdot (\pi \cdot D_2 - \delta \cdot Z) \cdot c_2 \quad (7)$$

Q – ko'p pog'onali markazdan qochma nasosning unumdorligi (m^3/s), $b_{1,2}$ – D_1 va D_2 diametrlardan o'tadigan ishchi g'ildirak kengligi (m), $D_{1,2}$ – kirish teshigining tashqi diametri (1) va ishchi g'ildirakning tashqi diametri (2) (m), δ – qanotlarning qalinligi (m), Z – qanotlar soni, $C_{1,2}$ – ishchi g'ildirakning kirishdagi (1) va chiqishdagi (2) radial absolyut tezliklarning yig'indisi (m/s).

Napor hisobi.

Napor hisobining umumiy formulasi (so'ruvchi va uzatuvchi patrubkalarning diametrlari bir xil qabul qilingan):

$$H = (p_2 - p_1) / (\rho \cdot g) + H_g + h_p \quad (8)$$

H – napor (m), p_1 – so'rish sig'imidagi bosim (Pa), p_2 – suyuqlikni qabul qilib oluvchi sig'imdagi bosim (Pa), ρ – suyuqlik zichligi (kg/m^3), g – erkin tushish tezlanishi (m/s^2), H_g – suyuqlikni so'rish va haydashning geometrik balandligi, (m), h_p – naporning umumiy yo'qotilishi (m).

Quvurlarda naporning umumiy yo'qotilishini quyidagi formula orqali topish mumkin:

H_{ob} – quvurlarda naporning umumiy yo‘qotilishi, quvurlardagi ishqalanishlarni yengishga sarf bo‘lgan napor H_t va mahalliy qarshiliklarni yengishga sarf bo‘lgan napor N_{ms} yig‘indisiga teng.

$$H_{ob} = H_T + H_{MS} = (\lambda \cdot l)/d_e \cdot [w^2/(2 \cdot g)] + \sum \zeta_{MS} \cdot [w^2/(2 \cdot g)] = ((\lambda \cdot l)/d_e + \sum \zeta_{MS}) \cdot [w^2/(2 \cdot g)] \quad (9)$$

λ – ishqalanish koeffisienti, l – quvurning uzunligi (m), d_e – quvurning ekvivalent diametri (m), w – oqimning tezligi (m/s), g – erkin tushish tezlanishi (m/s^2), $w^2/(2 \cdot g)$ – tezlikli napor (m), $\sum \zeta_{MS}$ – mahalliy qarshiliklar koeffisientlarining yig‘indisi

Nasos uchun talab qilinadigan quvvatini hisobi.

Nasos uchun talab qilinadigan quvvatini hisoblashda bir necha FIK larni hisobga olib bir necha quvvatlar hisoblanadi. Foydali quvvat quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$N_P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (10)$$

N_P – foydali quvvat (Vt), ρ – suyuqlik zichligi (kg/m^3), g – erkin tushish tezlanishi (m/s^2), Q – unumdorlik (m^3/s), H – umumiy napor (m).

Valdagi quvvat quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$N_V = N_P/\eta_N \quad (11)$$

N_V – nasos validagi quvvat (Vt), N_P – foydali quvvat (Vt), η_N – nasosning FIKi.

Elektrodvigatel talab qiladigan quvvatning hisobi quyidagicha topiladi:

$$N_D = N_V/(\eta_P \cdot \eta_D) \quad (12)$$

N_D – elektrodvigatel talab qiladigan quvvat (Vt), N_V – valdagi quvvat (Vt), η_P – uzatmaning FIKi, η_N – elektrodvigatelning FIKi.

Zahira koeffisienti bilan hisoblaganda esa umumiy quvvat quyidagicha hisoblanadi.

$$N_U = \beta \cdot N_D \quad (13)$$

N_U – elektrodvigatel talab qiladigan umumiy quvvat (Vt), N_D – elektrodvigatel talab qiladigan quvvat (Vt), β – quvvat uchun zahira koeffisienti

Zahira koeffisienti quyidagi jadvaldan olish mumkin.

N, kVt	1dan kam	1 dan 5 gacha	5 dan 50 gacha	50 dan yuqori
β	2 – 1,5	1,5 – 1,2	1,2 – 1,15	1,1

Nasosning soʻrish balandligi (markazdan qochma nasoslar uchun)
Geometrik soʻrish balandligi quyidagi formula orqali topish mumkin:

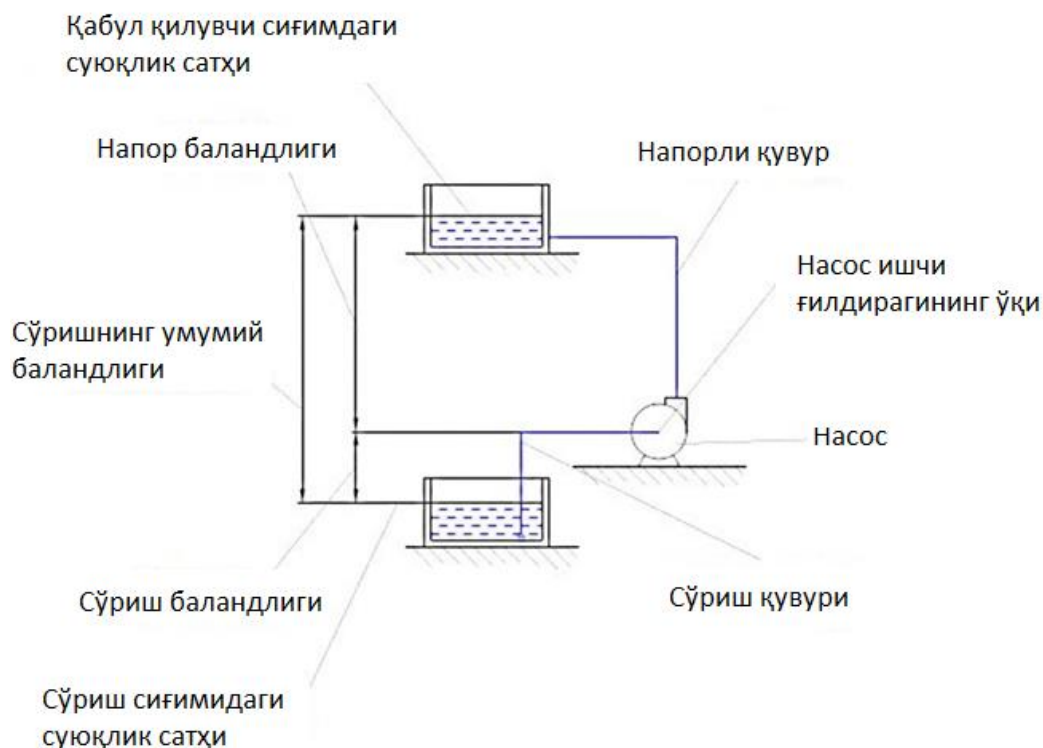
$$h_g = (P_0 - P_1) / (\rho \cdot g) - h_{sv} - w^2 / (2 \cdot g) - \sigma \cdot H \quad (14)$$

h_g – geometrik soʻrish balandligi (m), P_0 – soʻrish sigʻimidagi bosim (Pa), P_1 – ishchi gʻildirak qanotlaridagi bosim (Pa), ρ – suyuqlik zichligi (kg/m^3), g – erkin tushish tezlanishi (m/s^2), h_{sv} – soʻrish quvuridagi gidravlik qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor (m), $w^2 / (2 \cdot g)$ – soʻrish quvuridagi tezlikli napor (m), $\sigma \cdot H$ – qoʻshimcha qarshiliklarni yengish uchun sarflangan napor, naporga proporsional (m), bu yerda σ – kavitatsiya koeffisienti, H – nasos napori (m).

Kavitatsiya koeffisienti quyidagi emperik formula orqali hioblash mumkin:

$$\sigma = [(n \cdot \sqrt{Q}) / (126 H^{4/3})]^{4/3} \quad (15)$$

n – ishchi gʻildirakning aylanishlar chastotasi (sek^{-1}), Q – nasosning unumdorligi (m^3/s), N – napor (m).



Zahira naporni markazdan qochma nasoslar uchun naporni hisoblash quyidagi emperik formula orqali topiladi. Qavitatsiyani hisobga olmagan holda:

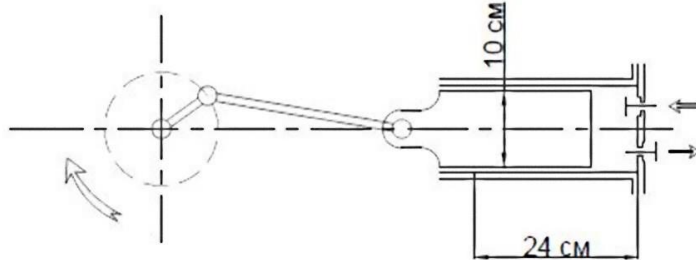
$$H_{kv} = 0,3 \cdot (Q \cdot n^2)^{2/3} \quad (16)$$

H_{kv} – napor zahirasi (m), Q – markazdan qochma nasosning unumdorligi (m^3/s), n – ishchi gʻildirakning aylanishlar chastotasi (s^{-1}).

Nasoslarni tanlashda va hisoblashda misol va masalalar.

Amaliy mashg'ulot №1

Bir pog'onali plunjerli nasosning unumdorligi $1 \text{ m}^3/\text{soat}$. Plunjerning diametri 10 sm , plunjer harakati uzunligi – 24 sm . Ishchi valning aylanishlar chastotasi 40 ayl/min berilgan bo'lsin. Nasosning hajmiy FIKini toping.



Hisoblash:

Plunjerning ko'ndalang kesim yuzasi:

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,1^2)/4 = 0,00785 \text{ m}^2$$

Plunjerli nasos uchun hajmiy FIKi quyidagi formula orqali hisoblaymiz.

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

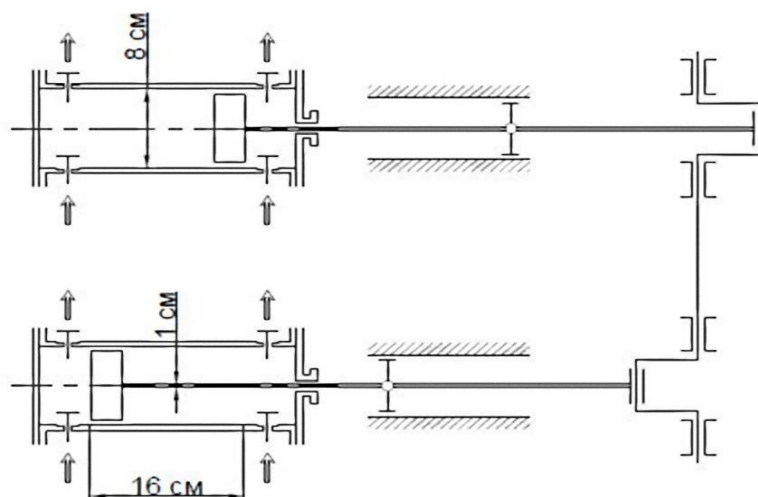
Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q, \text{m}^3/\text{soat}$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
d, sm	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot №2

Zichligi 920 kg/m^3 bo'lgan moyni uzatishda ikki tomonlama harakat qiladigan ikki porshenli nasos 160 m napor hosil qiladi. Porshen diametri 8 sm , shtok diametri 1 sm , porshen yo'l harakati uzunligi 16 sm . Ishchi valning aylanishlar chastotasi 85 ayl/min bulganda nasos uchun eektrodvigatel quvvati hisoblansin. (Nasosning va elektrodvigatelning FIKi $0,95$, zahira koeffitsienti $1,1$ deb qabul qilinsin)



Hisoblash:

Porshen va shtokning ko'ndalang kesim yuzasini hisoblaymiz:

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

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

Nasosning unumdorligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

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

Keyin esa nasosning foydali quvvati aniqlanadi:

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

Nasosning va elektrodvigatelning FIKlari, zahira koeffisientini hisobga olib nasos uchun zarur bo'lgan elektrodvigatel quvvati topiladi:

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

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
n, ayl/min	60	62	64	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
d, sm	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot №3

Unumdorligi 2,2 m³/soat bo'lgan uch porshenli nasos ochiq sig'imdan zichligi 1080 kg/m³ bo'lgan suyuqlikni idishga 1,6 bar bosim bilan uzatyapti. Suyuqlikni uzatishda geometrik balandlik 3,2 m. Suyuqlikni uzatishda ketadigan foydali quvvat 4 kVt. Yuqoridagilarni inobatga olib napor yo'qolishi hisoblansin.

Hisoblash:

Foydali quvvat formulasidan nasos hosil qiladigan napor topiladi:

$$H = N_p / (\rho \cdot g \cdot Q) = 4000 / (1080 \cdot 9,81 \cdot 2,2) \cdot 3600 = 617,8 \text{ m}$$

Topilgan qiymatni naporni hisoblash formulasiga qo'yib bosimlar farqi bilan napor yo'qolishini topamiz:

$$h_p = H - (p_2 - p_1) / (\rho \cdot g) - H_g = 617,8 - ((1,6 - 1) \cdot 10^5) / (1080 \cdot 9,81) - 3,2 = 69,6 \text{ m}$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q, m ³ /soat	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
H _g , m	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot №4

Vintli nasosning real unumdorligi 1,6 m³/soat. Nasosning geometrik xarakteristikasi: eksentrikligi – 2 sm; rotor diametri – 7 sm; rotor yuzasidagi vint qadami – 14 sm. rotorning aylanishlar chastotasi 15 ayl/min. Nasosning hajmiy FIKini aniqlang.

Hisoblash:

Vintli nasosning unumdorligini hisoblash formulasidan kerakli qiymatni topishimiz mumkin:

$$\eta_v = Q / (4 \cdot e \cdot D \cdot T \cdot n) = 1,6 / (4 \cdot 0,02 \cdot 0,07 \cdot 0,14 \cdot 15) \cdot 60 / 3600 = 0,85$$

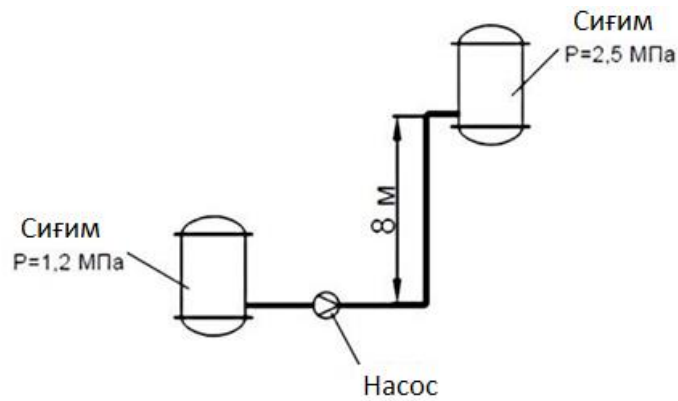
Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q, m ³ /soat	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
n, ayl/min	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot №5

Bosimi 1,2 bar bo'lgan sig'imdan qovushqoqligi katta bo'lmagan va zichligi 1020 kg/m³ bo'lgan suyuqlikni bosimi 2,5 bar bo'lgan sig'imga ichki diametri 20 sm bo'lgan quvur orqali markazdan qochma nasosni napori , unumdorligi hamda foydali quvvati hisoblansin. Quvurning uzunligi 78 m (mahalliy qarshiliklar ekvivalent uzunligining yig'indisi bilan) (ishqalanish koeffisientini 0,032 deb qabul qilinsin). Sig'imlarning geometrik balandligi 8 m.



Hisoblash:

Qovushqoqligi kam bo'lgan suyuqliklar uchun quvurdagi tezligini 2 m/s deb qabul qilamiz. Berilgan quvur diametri uchun unumdorlikni 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 tezlikli napor quyidagicha topiladi.

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

Tezlikli napor bo'yicha ishqalanishga va mahalliy qarshiliklarga sarflangan napor quyidagicha hisoblanadi.

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

Umumiy napor quyidagicha aniqlanadi.

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

Foydali quvvat esa quyidagicha bo'ladi.

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

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
l, m	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
H _g , m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot №6

Unumdorligi 50 m³/soat bo'lgan markazdan qochma nasos bilan suvni 150x4,5 mm li quvurdan uzatsa bo'ladimi?

Hisoblash:

Quvurdagi suv oqimining tezligini hisoblaymiz.

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

$$w = (4 \cdot Q) / (\pi \cdot d^2) = (4 \cdot 50) / (3,14 \cdot 0,141^2) \cdot 1/3600 = 0,89 \text{ m/s}$$

Suvlarni uzatish uchun quvurdagi oqimning optimal tezlik 1,5 – 3 m/s bo‘lishi kerak. Biz hisoblab topgan suv oqimining tezligi bu diapazonga kirmaganligi uchun tanlangan markazdan qochma nasos to‘g‘ri kelmaydi.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q,m ³ /soat	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89

Qolgan ma’lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg‘ulot №7

Shesternyali nasosning hajmiy FIKi aniqlansin. Nasosning geometrik xarakteristikasi: qo‘shni tishlar bo‘shlig‘ining ko‘ndalang kesim yuzasi 720 mm²; tishlar soni 10; shesternya tishining uzunligi 38 mm. Aylanishlar chastotasi 280 ayl/min. Shesternyali nasosning real unumdorligi 1,8 m³/soat ga teng.

Hisoblash:

Nasosning nazariy unumdorligi.

$$Q = 2 \cdot f \cdot z \cdot n \cdot b = 2 \cdot 720 \cdot 10 \cdot 0,38 \cdot 280 \cdot 1 / (3600 \cdot 10^6) = 0,0004256 \text{ m}^3/\text{soat}$$

Hajmiy FIKiquyidagiga teng.

$$\eta_v = (0,0004256 / 1,8) \cdot 3600 = 0,85$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q,m ³ /soat	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
n,ayl/min	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290

Qolgan ma’lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg‘ulot №8

Unumdorligi 132 m³/soat va FIKi 0,78 bo‘lgan, zichligi 1030 kg/m³ bo‘lgan suyuqlikni uzatyapti. Quvurdagi napor 17,2 m. Nasosni ishlashini ta’minlashda quvvati 9,5 kVt bo‘lgan elektrodvigatel ishlatiladi, uning FIKi 0,95. Tanlangan elektrodvigatel nasosni ishga tushuruvchi vaqt talabiga javob beradimi yoki yo‘qmi aniqlansin.

Hisoblash:

Suyuqlikni haydashga sarflangan foydali quvvatni hisoblaymiz.

$$N_p = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 1030 \cdot 9,81 \cdot 132/3600 \cdot 17,2 = 6372 \text{ Vt}$$

Nasos va elektrodvigatelning FIKlarini hisobga olib talab etilgan quvvat topiladi.

$$N_D = N_p / (\eta_N \cdot \eta_D) = 6372 / (0,78 \cdot 0,95) = 8599 \text{ Vt}$$

Zahira koeffitsientni aniqlash uchun quyidagi formula orqali aniqlaymiz.

$$\beta = N_U / N_D = 9500 / 8599 = 1,105$$

5 dan 50 kVt gacha bo'lgan elektrodvigatellar uchun zahira koeffitsienti 1,2 dan 1,15 gacha qabul qilingan edi. Bizning misolimizda bu diapazonga kirmaganligi uchun xulosa qilib aytishimiz mumkinki nasosni ishga tushirayotganda elektrodvigatel muammolarga duch kelishi mumkin, shuning uchun bu elektrodvigatel talabga javob bermaydi.

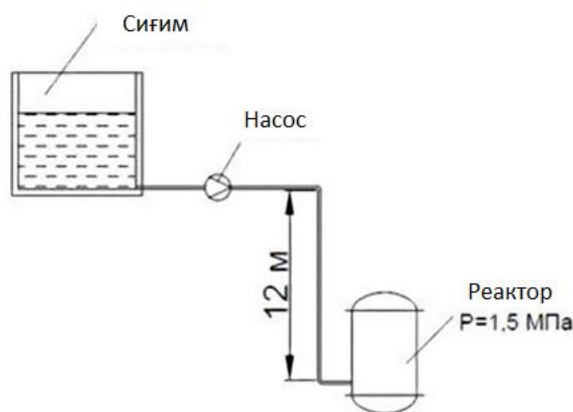
Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q, m ³ /soat	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147
H, m	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot №9

Zichligi 1130 kg/m³ bo'lgan suyuqlikni sig'imdan unumdorligi 5,6 m³/soat bo'lgan markazdan qochma nasos, bosimi 1,5 barli reaktorga uzatyapti. Geometrik balandlik 12 m, reaktor sig'imdan pastga joylashgan. Ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni yengishga sarflangan napor 32,6 m. Nasosning foydali quvvati hisoblansin.



Hisoblash:

Quvurda nasos tomonidan hosil qilingan napor topiladi.

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

Nasosning foydali quvvati quyidagi formula orqali aniqlanadi.

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

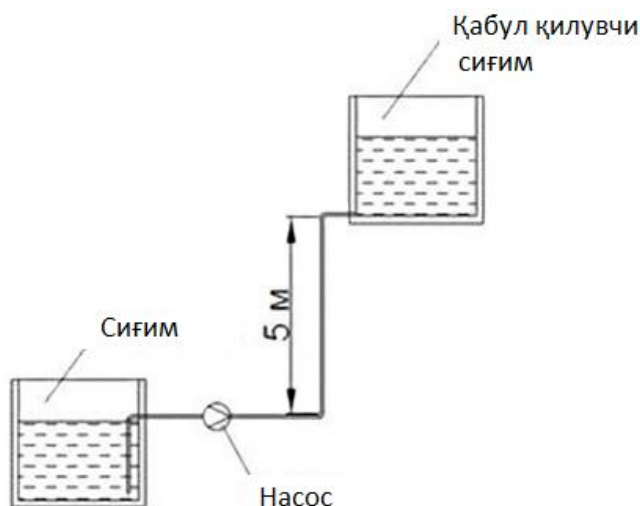
Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q,m ³ /soat	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9
H _g , m	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot №10

Unumdorligi 24 m³/soat bo'lgan nasos zichligi 1000 kg/m³ ga teng suvni ochiq sig'imdan ikkinchi ochiq sig'imga uzatyotganda nasosning unumdorlikni oshish chegarasi aniqlansin. Geometrik balandlik 5 m. Suyuqlik 40x5 mm li quvurdan o'tyapti. Elektrodvigatelning quvvati 1 kVt. Umumiy FIKi 0,83 deb qabul qilinsin. Ishqalanish va mahalliy qarshiliklarni yengishga ketgan umumiy napor 9,7m ni tashkil etadi.



Hisoblash:

Nasos maksimal hosil qiladigan unumdorlik va foydali quvvatini aniqlaymiz. Buning uchun oraliq hisoblashlarni bajaramiz.

Suvni haydash uchun kerakli napor hisoblanadi.

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

Nasosning foydali quvvati.

$$N_p = N_{\text{ошм}} / \eta_N = 1000 / 0,83 = 1205 \text{ Vt}$$

Maksimal quvvat quyidagi formula orqali topiladi.

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

Kerakli parametr esa quyidagicha topiladi.

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

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

Nasosni ishlatishiga ta'sir etmasdan unumdorlik 1,254 barobar ortishi mumkin.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q,m ³ /soat	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
H _g , m	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Ventilyatorlarning texnik xarakteristikalari, unumdorligi, napori va quvvati

Texnik parametrlariga va qo'llash sohasiga qarab ventilyatorlar ko'p qullaniladi. Bulardan quyidagilar:

1. Unumdorlik- Q , Ventilyatorlarda unumdorlik 1 dan 1 000 000 m³/s oralig'ida bo'lishi mumkin va u quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$Q = V/t \text{ [m}^3/\text{s]}$$

Bu yerda:

V – muhit oqimining hajmi (m³), t – vaqt,

2. Ventilyator napori bosim birliklarida ifodalanadi. Ventilyatorning to'liq bosimi statik va dinamik bosimlar yig'indisidan iborat.

$$R_p = R_{st} + R_{din}$$

Bu yerda:

R_p – to'liq bosim (Pa), R_{st} – statik bosim (Pa), R_{din} – dinamik bosim ($R_{din} = \rho \omega^2/2$) (Pa), ω – muhitning o'rtacha tezligi (m/s), ρ – muhitning zichligi (kg/m³).

3. Ventilyatorning quvvati quyidagi formula orqali topiladi.

$$N = (Q \cdot P) / (1000 \cdot \eta) \text{ [kVt]}$$

Bu yerda:

Q – ventilyator unumdorligi (m³/s), R – ventilyator hosil qilgan bosim (Pa), η – ventilyator FIKi.

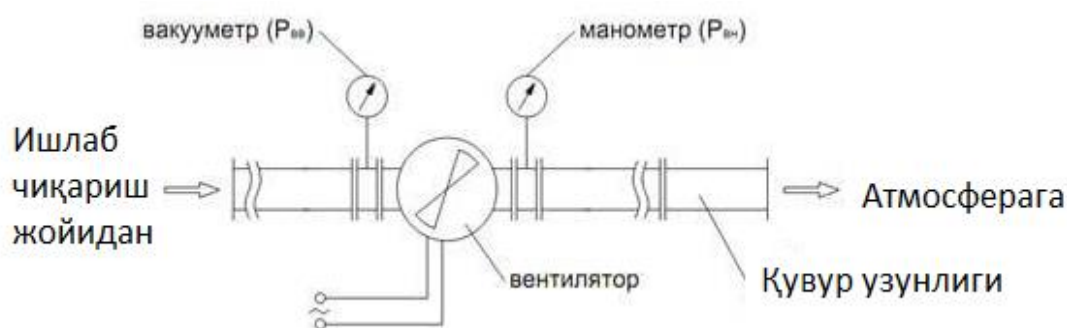
4. Yuqorida ko'rsatilgan parametrlar, ularning gabarit o'lchamlari, ishlayotgan vaqtidagi shovqinliligi, korroziyaga chidamliligiga ventilyatorlarni tanlashda muhim rol o'ynaydi.

Ventilyatorlarni tanlashda, hisoblashda misol va masalalar.

Amaliy topshiriq №11. Ventilyator hisobi.

Sharti:

Maksimal bosimi 70 Pa gacha bo'lgan ventilyator mavjud va u ishlab chiqarish joyi havosini almashtirda ishlatilyapti. Havo almashtirish diametri o'zgarmas quvurda amalga oshirilib har bir metrda ishqalanish qarshiligi 7 Pa gacha boradi. Ventilyator so'rish quvuriga o'rnatilgan bo'lib so'rish patrubkasida o'lchash vaqtida siyraklanish -32 Pa va ventilyatordagi chiqish patrubkasida ortiqcha bosim 24 Pa ni tashkil etdi. Bunda quvurdagi havo tezligi ω 3 m/s teng bo'lib chiqdi. Havo zichligini ρ ni $1,2 \text{ kg/m}^3$ ga teng deb qabul qilinsin. Uzatish quvurining maksimal uzaytirish uzunligi topilsin.



Yechish:

Birinchidan necha metrgacha quvur bo'lishini hisoblaymiz.

Ventilyator bosimini hisoblash formulasini qaraymiz.

$$P = (P_{nv} + (\omega_n^2 \cdot \rho) / 2) - (P_{vv} + (\omega_v^2 \cdot \rho) / 2)$$

Bu yerda: ω_v i ω_n – so'rish va chiqish quvuri patrubkalaridagi havo tezliklari. Quvur diametri bir xil bo'lgani uchun $\omega_v = \omega_n$ deb olish mumkin, unda formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$P = P_{nv} - P_{vv} = 24 - (-32) = 56 \text{ Pa}$$

Yuqoridagi sharoitda ishlaydigan ventilyatorning zahira bosimi quyidagicha bo'ladi. $70 - 56 = 14 \text{ Pa}$.

Uzatish quvuri qanchalik uzaysa undagi qarishiliklar ham ventilyator nabori ham ortadi. Bundan kelib chiqib ventilyator maksimal quvur ortishidagi napor chegarasini aniqlab olamiz.

$$14 / 7 = 2 \text{ m}$$

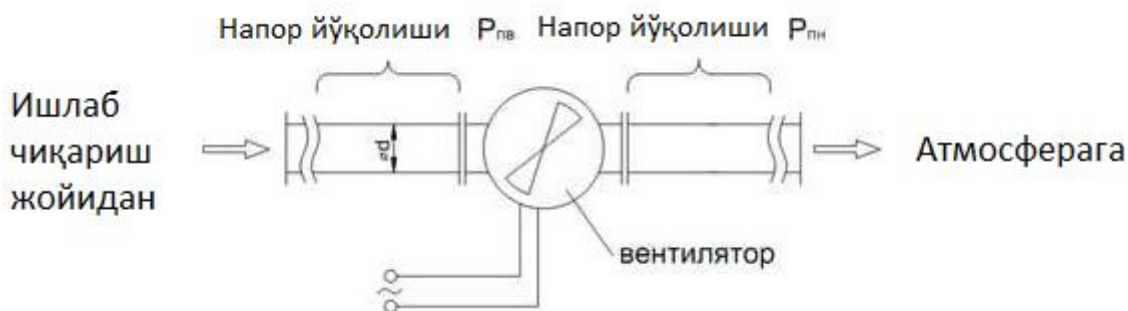
Bundan kelib chiqadiki quvur uzunligini 2m dan ortmasligi kerak ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P_{max}, Pa	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
P_{nv}, Pa	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy topshiriq №12 Ventilyatorning unumdorligi va bosimini hisoblash



Sharti:

Ishlab chiqarish joyidan atmosfera bosimi $P_1 = 0,1 \text{ mPa}$ ostida diametri $d = 500 \text{ mm}$ li quvur yordamida havoni $P_2 = 0,1 \text{ mPa}$ bosim ostida atmosferaga chiqarilib yuborilyapti. Ventilyator unumdorligi $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{soat}$, $N = 1,1 \text{ kVt}$ quvvat sarflaydi, valning aylanishlar chastotasi $n = 1000 \text{ ayl/min}$ ga teng. O'lchashlar shuni ko'rsatdiki so'rish quvuridagi siyraklanish $P_{pv} = 60 \text{ Pa}$ ni uzatish quvurida esa $P_{pn} = 80 \text{ Pa}$ ni tashkil etdi. Hisoblash vaqtida havo zichligi $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ deb qabul qilinsin.

Yuqoridagilarni inobatga olib ventilyator hosil qilgan bosim hisoblansin va ventilyator validagi aylanishlar sonini $n_n = 1200 \text{ ayl/min}$ gacha oshirganda quvvati va unumdorligi qanchaga o'zgarishi hisoblansin.

Hisoblash:

Quvurning ko'ndalang kesim yuzasi quyidagicha bo'ladi.

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

Ventilyator bosimini hisoblash uchun quvurdagi havo tezligini topish kerak bo'ladi. So'rish va uzatish quvurlarining diametri bir xil bo'lgani uchun ularning tezliklari ham bir xil bo'ladi.

Unumdorlikni hisoblash formulasi orqali havo tezligini topamiz.

$$Q = F \cdot \omega$$

U yerdan:

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

Shundan so'ng ventilyator bosimini topamiz.

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

Aylanishlar soni o'zgarganda unumdorlikni quyidagicha hisoblaymiz.

$$Q_n / Q = n_n / n$$

Bu yerdan:

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

Aylanishlar soni o'zgarganda quvvatni quyidagicha hisoblaymiz.

:

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

Bu yerdan:

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

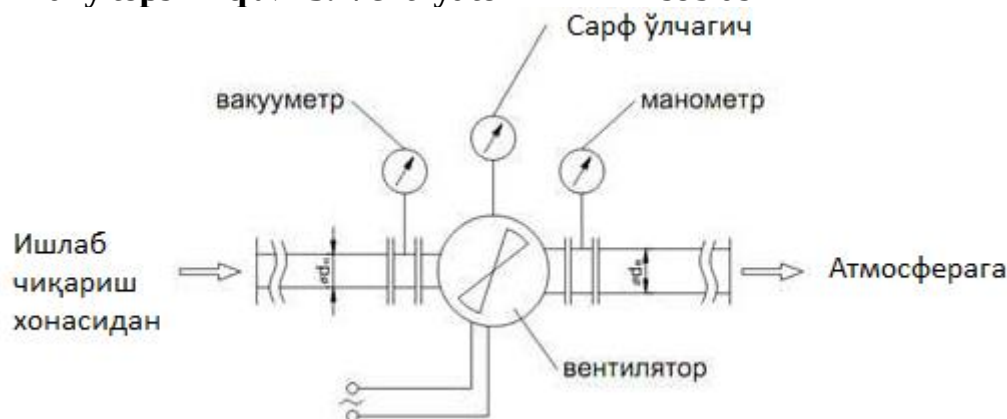
Xulosa qilib aylanishlar soni $n_n = 1200$ ayl/min bo'lganda ventilyator bosimi 145 Pa, unumdorlik 2400 m³/soat va quvvat 1,9 kVt bo'lar ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q, m ³ /soat	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
n _n , ayl/min	1210	1220	1230	1240	1250	1260	1270	1280	1290	1300	1310	1320	1330	1340	1350

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy topshiriq №13. Ventilyator FIKini hisoblash



Sharti:

Ishlab chiqarish joyidan atmosferaga so'rish quvuri diametri $d_v = 200$ mm li va haydash quvuri diametri $d_n = 240$ mm dan havo chiqarilib tashlanyapti. Ventilyator o'rnatilgan nazorat o'lchov asboblari ko'satkichlari mavjud. Vakuometr kursatkichi $P_{vv} = 200$ Pa, manometr ko'rsatkichi $P_{nv} = 320$ Pa sarf o'lchagichni ko'rsatkichi $Q = 500$ m³/soat ligi aniqlandi. Ventilyator ishlagan vaqtda talab qilinadigan quvvat $N = 0,08$ kVt, valning aylanishlar chastotasi $n = 1000$ ayl/min va havo zichligi $\rho = 1,2$ kg/m³ deb olinsin. Yuqoridagilarni inobatga olib ventilyator hosil qiladigan bosim hamda FIKi hisoblansin.

Hisoblash:

Birlamchi so‘rish va haydash quvuridagi havo tezliklarini aniqlaymiz. Buning uchun unumdorlik formulasidan havo tezligi ω ni topamiz.

$$Q = f \omega$$

Bu yerda $f = (\pi \cdot d^2)/4$ – quvurning ko‘ndalang kesim yuzasi. Unda formulami quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

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

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

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

Shundan so‘ng ventilyator bosimini hisoblab topishimiz mumkin.

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

Ventilyator quvvatini topish formulasidan FIK ni aniqlab olamiz.

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

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

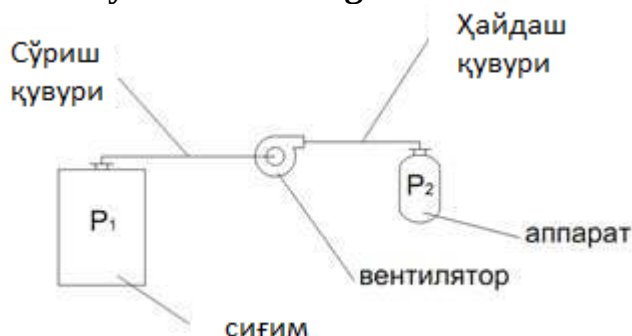
Demak ventilyatorning FIKi 0,9 ga va nabori 514 Pa ga teng ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q, m ³ /soat	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515
n, ayl/min	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100	1110	1120	1130	1140	1150

Qolgan ma’lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy topshiriq №14. Ventilyator bosimining hisoblash.



Sharti:

Bosimi $P_1 = 540 \text{ Pa}$ ga teng bo'lgan sig'imda azot saqlanmoqda. So'rish va haydash quvurlari hamda ventilyator yordamida sig'imdan apparatga $P_2 = 1000 \text{ Pa}$ bosim bilan uzatilyapti. Bunda so'rishdagi va haydashdagi bosim yo'qotilishlar $P_{pv} = 120 \text{ Pa}$ xamda $P_{pn} = 270 \text{ Pa}$ ni tashkil etadi. Haydash quvuridagi gazning tezligi $\omega = 10 \text{ m/s}$ gacha yetadi. Hisoblashlarda azotning zichligi $\rho = 1,17 \text{ kg/m}^3$ deb qabul qilinsin. Ventilyator hosil qilgan bosim topilsin.

Hisoblash:

So'rish va haydash nuqtalaridagi bosimlar farqi ΔP quyidagicha bo'ladi.

$$\Delta P = P_2 - P_1 = 1000 - 540 = 460 \text{ Pa}$$

So'rish va haydash quvurlaridagi bosimning yo'qotilishi P_{pob} quyidagicha topiladi.

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

Tezlikli bosim P_c quyidagi formula orqali topish mumkin.

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

Topilgan parametrlarni bilgan holda ventilyator hosil qilgan bosim P quyidagi formula orqali topiladi.

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

Demak ventilyator hosil qilgan bosim 909 Pa ga teng ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$P_1, \text{ Pa}$	545	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615
$P_2, \text{ Pa}$	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090	1100	1110	1120	1130	1140	1150

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Ishchi muhit xususiyati. Gazlarni siqish.

Kompressorlarda turli xildagi gazlarni siqish mumkin. Kompressorlarni hisoblashlarda gaz va gaz aralashmalarini siqishda ularning termodinamik xususiyatlarini bilish zarur. Bu xususiyatlarga gaz tarkibi, gazning nomi va kimyoviy formulasi kiradi. Yana shuni takidlash lozimki gaz tahlili har bir gaz komponenti, molekulyar massasi va qaynash nuqtasi aniq bo'lishi kerak. Gazning asosiy parametrlari (bosim, temperatura va hajm) o'rtasidagi bog'lanish gaz holatini tenglamasi deyiladi. Gaz holati tenglamasining oddiysi bu ideal gaz holati tenglamasi.

$$P \cdot V = R \cdot T$$

Bu yerda: P — bosim, V — molyar hajm, R — universal gaz doimiysi, T — temperatura.

Bu tenglama gazning temperaturasi kritik temperaturadan yuqori bo'lganda yoki kritik bosimdan kichik bo'lganda ishlatiladi. Atmosfera sharoitida havo bu qonunga bo'ysinadi. Siqish darajasi («Z») ga qarab real gaz ideal gazdan farq qiladi. Siqish darajasi tushunchasi termodinamikada real gaz xususiyati bilan ideal gaz xususiyatini farqlashda ishlatiladi.

$$P \cdot V = Z \cdot R \cdot T$$

Siqish darajasi quyidagi formula orqali hisoblanishi mumkin.

$$Z = f_n(P_R, T_R) = f_n([P/P_C], [T/T_C])$$

Redlix — Kvonging yanada oddiyroq tenglamasi mavjud.

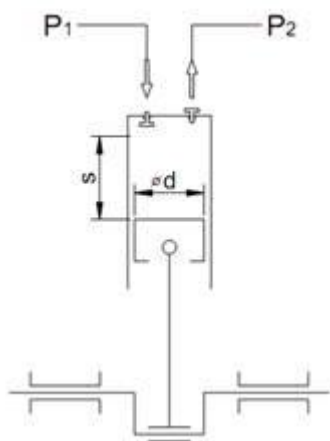
$$P = ([R \cdot T]/(v-b)) - [a/(v^2+b \cdot v)]$$

Murakkab tenglamalar ham mavjud ulardan Soave-Redlix-Kvong holat tenglamasi, Peng-Robinson holat tenglamasi, Benedikt-Vebb-Rubin tenglamasi, Starling-Xan tenglamasi va boshqalar. Yuqoridagilar kompressorlarning unumdorligini hisoblashlarda ham tenglamalarni berishgan.

Gaz parametrlarini diagrammalar, jadvallar orqali konkret gazning termodinamik xususiyati va holat tenglamalar bilan aniqlanadi. Siqish jarayonining nazariyasi termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlariga asoslanadi.

Kompressorlarni tanlashda misol va masalalar yechish namunalari.

Amaliy mashg'ulot № 15. Gazni siquvchi porshenli kompressorning zararli hajmni hisoblash.



Sharti:

Oddiy bir pog'onali porshenli kompressor porshen diametri $d = 200$ mm, porshen harakat yo'li $s = 150$ mm ni tashkil qiladi. Kompressor valining aylanishlar chastotasi $n = 120$ ayl/min. Kompressorda havoni $P_1 = 0,1$ mPa dan $P_2 = 0,32$ mPa gacha siqish imkonini beradi. Kompressor unumdorligi $Q = 0,5$ m³/min. Politrop ko'rsatkichi $m = 1,3$ deb qabul qilinsin. Silindrdagi zararli hajm V_{vr} hisoblansin.

Yechish:

Birinchidan porshenning ko'ndalang kesim yuzasi F quyidagi formula orqali topiladi.:

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,2^2)/4 = 0,0314 \text{ m}^2$$

Porshen bir marta borib kelgandagi havo hajmi hisoblanadi.

$$V_p = F \cdot s = 0,0314 \cdot 0,15 = 0,00471 \text{ m}^3$$

Kompressor unumdorligini hisoblash formulasidan uzatish koeffisienti λ ni aniqlaymiz (Kompressorimiz oddiy bir pog'onali bo'lganligi uchun siqish darajasi koeffisienti $z = 1$ deb olishimiz mumkin).

$$Q = \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n$$

$$\lambda = Q/(z \cdot F \cdot s \cdot n) = 0,5/(1 \cdot 0,0314 \cdot 0,15 \cdot 120) = 0,88$$

Endi uzatish koeffisienti hisoblashda yaqinlashtirilgan formulasi orqali kompressorning hajmiy FIKini topish mumkin.

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot P_2/P_1)$$

$$\lambda_0 = \lambda / (1,01 - 0,02 \cdot P_2/P_1) = 0,88 / (1,01 - 0,02 \cdot 0,32/0,1) = 0,93$$

Keyin kompressorning hajmiy FIKini hisoblash formulasidan zararli hajmni topamiz.

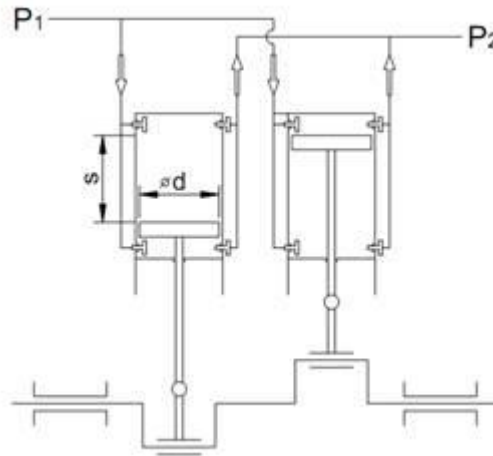
$$\lambda_0 = 1 - s \cdot [(P_2/P_1)^{1/m} - 1]$$

Bu yerda $c = V_{vr}/V_p$ ga teng.

$$V_{vr} = [(1-0,93) / ([0,32/0,1]^{1/1,3} - 1)] \cdot 0,00471 = 0,000228 \text{ m}^3$$

Demak kompressorning zararli hajmi $0,000228 \text{ m}^3$ ga teng.

Amaliy mashg'ulot № 16. Kompressorning unumdorligi va talab qiladigan quvvatini hisoblash.



Sharti:

Bir pog'onali ikki silindrli va ikki tomonlama ishlaydigan porshenli kompressor porshenining diametri $d = 0,6 \text{ m}$, porshen harakati yo'lining uzunligi $s = 0,5 \text{ m}$, zararli bo'shliq koeffitsienti $s = 0,036$. Kompressor valining aylanishlar chastotasi $n = 180 \text{ ayl/min}$. temperatura $t = 20^\circ$ bo'lganda komperssor $P_1 = 0,1 \text{ mPa}$ dan $P_2 = 0,28 \text{ mPa}$ gacha havo siqishi mumkin. Politrop ko'rsatkichi $m = 1,2$, FIKlar mexanik $\eta_{mex} = 0,95$ va adiabatik $\eta_{ad} = 0,85$ deb qabul qilinsin. Kompressorning unumdorligi Q va talab qiladigan quvvatini N hisoblansin.

Yechish:

Porshenning ko'ndalang kesim yuzasini F ni quyidagi formula orqali topamiz.

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,6^2)/4 = 0,2826 \text{ m}^2$$

Kompressorning hajmiy FIKini aniqlaymiz.

$$\lambda_0 = 1 - s \cdot [(P_2/P_1)^{1/m} - 1] = 1 - 0,036 \cdot [(0,28/0,1)^{1/1,2} - 1] = 0,95$$

Shundan so'ng kompressorning uzatish koeffitsientni topamiz.

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot P_2/P_1) = 0,95 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot 0,28/0,1) = 0,91$$

Kompressor unumdorligini quyidagi formula orqali aniqlaymiz.

$$Q = \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n$$

Kompressorimiz ikki tomonlama harakat qilgani uchun siqish darajasi koeffisienti $z=2$ ga teng bo'ladi. Kompressorimiz ikki silindrli bo'lgani uchun unumdorlikni 2 ga ko'paytiramiz va formulamiz quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$Q = 2 \cdot \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n = 2 \cdot 0,91 \cdot 2 \cdot 0,2826 \cdot 0,5 \cdot 180 = 92,6 \text{ m}^3/\text{min}$$

Havoning massaviy sarfi Gni hisoblaymiz, bunda havo zichligi $\rho=1,189 \text{ kg/m}^3$.

$$G = Q \cdot \rho = 92,6 \cdot 1,189 = 44 \text{ kg/min}$$

Soatda ifodallasak

$$60 \cdot G = 60 \cdot 44 = 2640 \text{ kg/chas.}$$

Kompressor talab qiladigan quvvatni hisoblashdan oldin gazni siqishda bajarilgan ishni aniqlashtirib olamiz va u quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$A_{sj} = k/(k-1) \cdot R \cdot t \cdot [(P_2/P_1)^{(k-1)/k} - 1]$$

Bu yerda: k – adiabata ko'rsatkichi, u doimiy bosimdagi issiqlik sig'imi bilan o'zgarmas hajimdagi issiqlik sig'imi bog'liq ($k = S_p P / C_v$), bu ko'rsatkich havo uchun 1,4 ga teng. O'zgarmas gaz doimisi $R = 8310/\text{M}$ Dj/(kg*K) ga teng bo'lib, bu yerda M – gazning molyar massasi. Havo uchun $M = 29 \text{ g/mol}$, unda $R = 8310/29 = 286,6 \text{ Dj/(kg*K)}$ ga teng bo'ladi.

Yuqoridagi ko'rsatkichlarni inobatga olib siqishdagi bajarilgan ishni hisoblaymiz.

$$A_{sj} = k/(k-1) \cdot R \cdot t \cdot [(P_2/P_1)^{(k-1)/k} - 1] = 1,4/(1,4-1) \cdot 286,6 \cdot (273+20) \cdot [(0,28/0,1)^{(1,4-1)/1,4} - 1] = 100523 \text{ Dj/kg}$$

Shundan so'ng kompressor talab qiladigan quvvatni quyidagi formula orqali hisoblaymiz.

$$N = (G \cdot A_{sj}) / (3600 \cdot 1000 \cdot \eta_{mex} \cdot \eta_{ad}) = (2640 \cdot 100523) / (3600 \cdot 1000 \cdot 0,85 \cdot 0,95) = 91,3 \text{ kVt}$$

Kompressor unumdorligi $92,6 \text{ m}^3/\text{min}$ ga, talab qiladigan quvvati $91,3 \text{ kVt}$ ni tashkil qilar ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d , m	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
n, ayl/min	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot № 17. Kompressorning siqish pog'onasi sonini aniqlash va har bir pog'onadagi bosimni hisoblash.



Sharti:

Soatiga 160 m³/soat va bosimi 4,5 mPa da ammiakni uzatish kerak. Azotning boshlang'ich bosimi 0,1 mPa va boshlang'ich temperaturasi – 20°C. Hisoblashlarda siqish darajasi x ni 4 deb qabul qilinsin. Kompressorning siqish pog'onasi sonini aniqlash va har bir pog'onadagi bosimni hisoblansin.

Yechish:

Siqish darajasini topish formulasidan foydalanib siqish pog'onasi sonini n aniqlaymiz.

$$x^n = P_k/P_n$$

n ni quyidagicha topamiz.

$$n = \log(P_k/P_n) / \log(x) = \log(4,5/0,1) / \log(4) = 2,75$$

Chiqqan natijani yaxlitlasak $n = 3$ ga ega bo'lamiz. Keyin esa siqish darajasi qaytadan hisoblanadi va har bir pog'onadagi siqish darajasi bir xil deb qabul qilamiz.

$$x = \sqrt[n]{(P_k/P_n)} = \sqrt[3]{(4,5/0,1)} = 3,56$$

Birinchi pog'onadagi oxirgi bosimni P_{n1} ($n = 1$) aniqlashtiriladi, va shuningdek u ikkinchi pog'onadagi boshlang'ich bosim bo'lib hisoblanadi.

$$P_{k1} = P_n \cdot x^n = 0,1 \cdot 3,56^1 = 0,356 \text{ mPa}$$

Ikkinchi pog'onadagi oxirgi bosimni P_{n2} ($n = 2$) aniqlashtiriladi, va shuningdek u uchinchi pog'onadagi boshlang'ich bosim bo'lib hisoblanadi.

$$P_{k1} = P_n \cdot x^n = 0,1 \cdot 3,56^2 = 1,267 \text{ mPa}$$

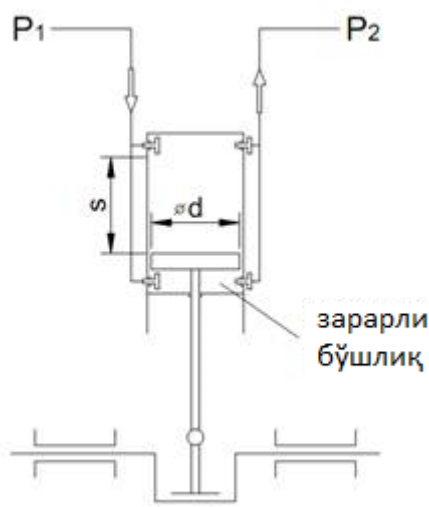
Xulosa qilib aytganda kompressor uch pog'onada ishlaydi, birinchi pog'onada bosim 0,1 mPa dan 0,356 mPa gacha, ikkinchi pog'onada bosim 0,356 mPa dan 1,267 mPa gacha, uchinchi pog'onadagi bosim 1,267 mPa dan 4,5 mPa gacha ko'tariladi.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P_k , mPa	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9
P_n , mPa	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot № 18. Berilgan shartga ko'ra kompressorni tanlash



Sharti:

Unumdorligi $Q_n = 7,2 \text{ m}^3/\text{soat}$ da va boshlang'ich bosimi $P_1 = 0,1 \text{ mPa}$ da bosimi $P_2 = 0,5 \text{ mPa}$ da azotni uzatish kerak.. Buni amalga oshirish uchun bir pog'onali ikki tomonlam harakat qiladigan porshenli kompressor mavjud. Porshen diametri $d = 80 \text{ mm}$, uning yo'lining uzunligi $s = 110 \text{ mm}$ va zararli bo'shliq 7% va kompressor valining aylanishlar chastotasi $n = 120 \text{ ayl/min}$ ga teng. Politrop ko'rsatkichi $m = 1,3$ deb qabul qilinsin. Mavjud kompressor bu ishni amalga oshira oladimi aniqlansin. Agar amalga oshira olmasa kompressor valining aylanishlar chastotasini qanchagacha oshirish mumkin.

Yechish:

Demak zararli bo'shliq 7% bo'lganligi uchun uni qiymati 0,07 ga deb olamiz. Porshenning ko'ndalag kesim yuzasi F ni birlamchi hisoblaymiz.

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,08^2)/4 = 0,005 \text{ m}^2$$

Kompressorning hajmiy FIKi λ_0 hisoblanadi.

$$\lambda_0 = 1 - s \cdot [(P_2/P_1)^{1/m} - 1] = 1 - 0,04 \cdot [(0,5/0,1)^{1/1,3} - 1] = 0,9$$

Shundan so'ng uzatish koeffisienti λ aniqlanadi.

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot (P_2/P_1)) = 0,9 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot 0,5/0,1) = 0,82$$

Keyin esa kompressor unumdorligi Q hisoblanadi. Kompressorimiz ikki tomonlama harakatlanganligi uchun koefitsient $z=2$ ga teng deb olamiz.

$$Q = \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n = 0,82 \cdot 2 \cdot 0,005 \cdot 0,11 \cdot 120 = 0,11 \text{ m}^3/\text{min}$$

Q ni soatdagi qiymati hisoblaganda $Q = 0,11 \cdot 60 = 6,6 \text{ m}^3/\text{soat}$.

Bundan kelib chiqadiki bizning kompressorimiz berilgan shartni uddalay olmaydi chunki talab qilingan unumdorlik $7,2 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'lganligi uchun va biz kompressor valining aylanishlar chatotasi oshirishimizga to'g'ri keladi. Buning uchun quyidagi formula orqali ifoda etamiz.

$$n_r/n = Q_r/Q$$

$$n_r = n \cdot Q_r/Q = 120 \cdot 7,2/6,6 = 131$$

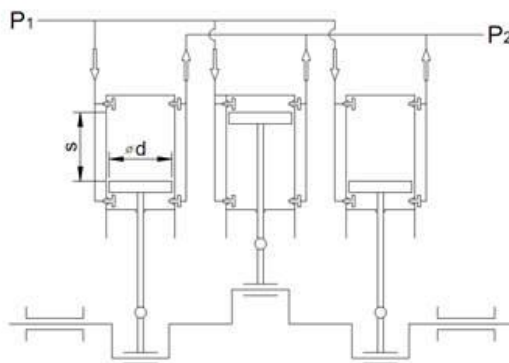
Berilgan topshiriq bo'yicha kompressor valining aylanishlar chastotasini $131-120 = 11$ ayl/min gacha oshirishimiz kerak bo'ladi.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$Q_n, \text{m}^3/\text{soat}$	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9
$n, \text{ayl/min}$	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot № 19. Porshenli kompressorning faktik unumdorligini hisoblash.



Sharti:

Uch silindrli ikki tomonlanma harakat qiladigan porshenli kompressor berilgan. Porshen diametri $d = 120 \text{ mm}$ va uning harakatlanish yulining uzunligi $s = 160 \text{ mm}$. Kompressor valining aylanishlar soni $n = 360 \text{ ayl/min}$. Kompressorda metanni siqish

jarayonida bosimlar $P_1 = 0,3$ mPa dan $P_2 = 1,1$ mPa gacha siqiladi. Bunda hajmiy koeffisient $\lambda_0 = 0,92$ ga teng. Porshenli kompressorning faktik unumdorligi hisoblansin.

Yechish:

Porshenli kompressorning porshenning ko'ndalang kesim yuzasi F ni topamiz.

$$F = (\pi \cdot d^2)/4 = (3,14 \cdot 0,12^2)/4 = 0,0113 \text{ m}^2$$

Uzatish koeffisienti λ ni quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\lambda = \lambda_0 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot (P_2/P_1)) = 0,92 \cdot (1,01 - 0,02 \cdot (1,1/0,3)) = 0,86$$

Unumdorlik esa quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$Q = \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n$$

Kompressorimiz ikki tomonlama harakat qilgani uchun siqish darajasi koeffisienti $z=2$ ga teng bo'ladi. Kompressorimiz uch silindrli bo'lgani uchun va paralel ishlagani sababli unumdorlik formulasiga 3 ga ko'paytiramiz. Chunki yuqoridagi formula bir porshen uchun hisoblash formulasidir.

$$Q = 3 \cdot \lambda \cdot z \cdot F \cdot s \cdot n = 3 \cdot 0,86 \cdot 2 \cdot 0,0113 \cdot 0,16 \cdot 360 = 3,6 \text{ m}^3/\text{min}.$$

Demak porshenli kompressorimizning faktik unumdorligi $3,6 \text{ m}^3/\text{min}$ yoki $216 \text{ m}^3/\text{soat}$.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

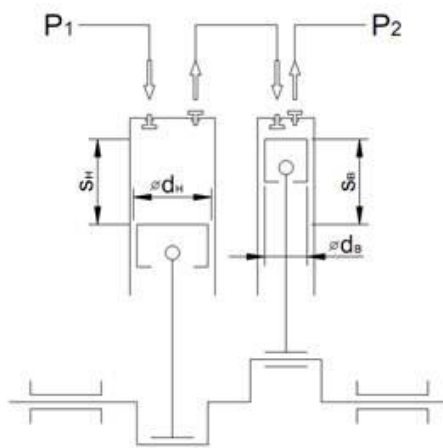
Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
n, ayl/min	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415	420	425	430
d, mm	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot № 20. Ikki pog'onali porshenli kompressorning unumdorligini hisoblash.

Sharti:

Ikki pog'onali oddiy harakatdagi porshenli kompressor mavjud. Past bosimda ishlaydigan porshen diametri $d_n = 100$ mm, porshen harakat yo'li $s_n = 125$ mm, yuqori bosimda ishlaydigan porshen diametr $d_v = 80$ mm porshen harakat yo'li $s_v = 125$ mm ga teng. Kompressor valinig aylanishlar chastotasi $n = 360$ ayl/min. Uzatish koeffisienti $\lambda = 0,85$ deb olinsin. Kompressor unumdorligi hisoblansin.



Yechish:

Ko'p pog'onali porshenli kompressorlarni hisoblashda ma'lumotlarni past bosimda ishlaydigan kompressorlar hisoblash formularidan foydalansa bo'ladi chunki birinchi gazni so'rish aynan bizning kompressorimizda birlamchi so'riladi. Keyingi bosqichlarda gaz so'rilmagani uchun bu ma'lumotlar ishlatilmaydi. Bundan kelib chiqib past bosimdagi porshen diametri d_n va porshen harakt yo'li s_n ni bilish kifoya. Past bosim bosqichdagi 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 chiqadigan kompressorimiz ko'p porshenli bulmagani va oddiy harakatlanganligi uchun ($z = 1$) unumdorlik formulasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$Q = \lambda \cdot F_n \cdot s_n \cdot n = 0,85 \cdot 0,00785 \cdot 0,125 \cdot 360 = 0,3 \text{ m}^3/\text{min}$$

Demak kompressorimiz unumdorligi $0,3 \text{ m}^3/\text{min}$ yoki soatda ifodalansa $18 \text{ m}^3/\text{soat}$ ga teng ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
n, ayl/min	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415	420	425	430
d_n , mm	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot № 21. Ikki vintli kompressorning unumdorligi hisoblash.

Sharti:

Ikki vintli kompressor berilgan. Yetaklovchi kompressor valining aylanishlar chastotasi $n=750$ ayl/min va kanal soni $z=4$, kanal uzunligi $L=20$ sm. Yetaklovchi kanal ko'ndalang kesim yuzasi $F_1=5,2 \text{ sm}^2$ va yetaklanuvchiniki esa $F_2 = 5,8 \text{ sm}^2$ ga teng. Hisoblashlarda unumdorlik koeffisienti $\lambda_{pr}=0,9$ deb qabul qilinsin. Ikki vintli kompressorning haqiqiy unumdorligi V_d hisoblansin.



Yechish:

Ikki vintli kompressorning haqiqiy unumdorligini hisoblashdan oldin nazariy unumdorlikni hisoblaymiz. Bunda gazning tirqishlardan (rotorlar orasidagi va korpus tirqishlari) chiqib ketishini hisobga olmaydigan parametrlarsiz topamiz.

$$V_t = L \cdot z \cdot n \cdot (F_1 + F_2) = 0,2 \cdot 4 \cdot 750 \cdot (0,052 + 0,058) = 66 \text{ m}^3/\text{min}$$

Gazning tirqishlardan chiqib ketishini inobatga oladigan unumdorlik koeffitsient $\lambda_{pr} = 0,9$ aniq bo'lganligi uchun ikki vintli kompressorning haqiqiy unumdorligini aniqlashimiz mumkin.

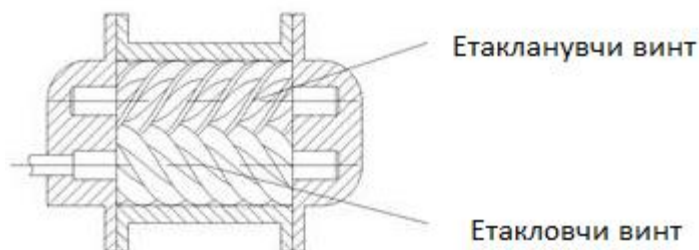
$$V_d = \lambda_{pr} \cdot V_t = 0,9 \cdot 66 = 59,4 \text{ m}^3/\text{min}$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
n, ayl/min	760	765	770	775	780	785	790	795	800	805	810	815	820	825	830
L, sm	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot № 22. Ikki vintli kompressorning talab qiladigan quvvatini hisoblash.



Sharti:

Havo bosimini $P_1 = 0,6 \text{ mPa}$ dan $P_2 = 1,8 \text{ mPa}$ gacha ko'tarish uchun vintli kompressor berilgan. Kompressorning nazariy unumdorligi $V_t = 3 \text{ m}^3/\text{min}$ ga teng. Hisoblashlarda adiabatik FIKni $\eta_{ad} = 0,76$, havoning adiabatik ko'rsatkichini $k = 1,4$ deb qabul qilinsin. Kompressorni talab qiladigan quvvati N_p hisoblansin.

Yechish:

Adiabatik siqishda vintli kompressorning nazariy quvvati quyidagi formula orqali topiladi.

$$N_{ad} = P_1 \cdot V_T \cdot [k/(k-1)] \cdot [(P_2/P_1)^{(k-1)/k} - 1] = 600000 \cdot 3/60 \cdot 1,4/(1,4-1) \cdot [(1,8/0,6)^{(1,4-1)/1,4} - 1] \cdot 10^{-3} = 38,7 \text{ kVt}$$

N_{ad} topilgandan so'ng kompressorning quruq siqishdagi talab qilingan quvvatni hisoblay olamiz.

$$N = N_{ad}/\eta_{ad} = 38,7/0,76 = 51 \text{ kVt}$$

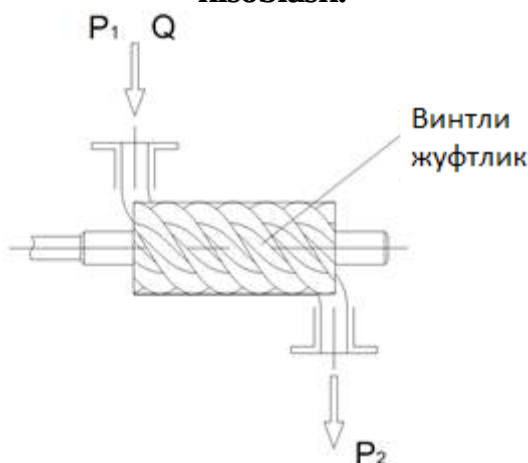
Demak berilgan ikki vintli kompressorning talab qilingan quvvati 50 kVt ga teng ekan.

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P_1 , mPa	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
P_2 , mPa	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot № 23. Ikki vintli kompressorning talab qiladigan quvvatini hisoblash.



Sharti:

Unumdorligi $Q=10 \text{ m}^3/\text{min}$ bo'lgan ikki vintli kompressor berilgan. Ishchi muhit temperaturasi $t=20^\circ \text{C}$ li havo. Kompressorda havoni siqish bosimi $P_1=0,1 \text{ mPa}$ dan $P_2=0,6 \text{ mPa}$ gacha. Vintlar va korpusdan sizib chiqadigan havoni hisobga oluvchi koeffitsient $\beta_{pr}=0,02$ ga teng. Kompressor ichidagi adiabatik FIKi $\eta_{ad} = 0,8$ va mexanik FIKi $\eta_{mex}=0,95$ ga teng. Hisoblashlarda havoning adiabatik koeffitsienti $k = 1,4$ va havo uchun gaz doimisi $R=286 \text{ Dj}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ deb qabul qilinsin. Kompressor talab qilgan quvvat N hisoblansin.

Yechish:

Kompressorning solishtirma ishi A_{ud} ni hisoblaymiz.

$$A_{ud} = R \cdot T_v \cdot [k/(k-1)] \cdot [(P_2/P_1)^{(k-1)/k} - 1] = 286 \cdot [20+273] \cdot [1,4/(1,4-1)] \cdot [(0,6/0,1)^{(1,4-1)/1,4} - 1] = 196068 \text{ Dj/kg}$$

20°C dagi havo zichligi $\rho_v=1,2 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan havoning massaviy sarfi G ni aniqlaymiz.

$$G = Q \cdot \rho_v = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ kg/min}$$

Kompressorning quvvatini hisoblashda ishchi muhitning kompressor vinti va korpusidan sizib chiqishni hisobga oluvchi koeffisient β_{pr} ni hisobga olish zarur. Bu esa qo'shimcha quvvatni talab etadi. β_{pr} hisobga olgan holda havoning massaviy sarf yig'indisi G_{sum} quyidagicha topiladi.

$$G_{sum} = G \cdot (1 + \beta_{pr}) = 12 \cdot (1 + 0,02) = 12,24 \text{ kg/min}$$

Shundan so'ng adiabatik va mexanik FIKlarni hisobga olgan holda kompressorning quvvati aniqlanadi.

$$N = (G_{sum} \cdot A_{ud}) / (\eta_{ad} \cdot \eta_{mex}) = (12,24 \cdot 196068) / (60 \cdot 1000 \cdot 0,8 \cdot 0,95) = 52,6 \text{ kVt}$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

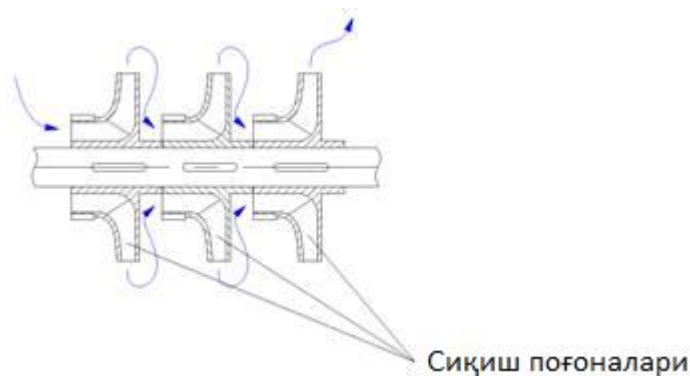
Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Q, m ³ /min	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
P ₂ , mPa	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg'ulot № 24. Markazdan qochma kompressorning talab qiladigan quvvatini hisoblash.

Sharti:

Uch bosqichli markazdan qochma kompressor berilgan, uning ishchi g'ildiraklari bir xil. Kompressor hajmiy sarfi $V = 120 \text{ m}^3/\text{min}$, zichligi $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ va temperaturasi $t = 20^\circ\text{C}$ bo'lgan havoni haydayapti. Kompressor ishchi g'ildiragining aylanma tezligi $u = 260 \text{ m/s}$, bir bosqich naporining nazariy koeffisienti $\phi = 0,85$. Kompressorning umumiy FIKi $\eta = 0,9$ ga teng. Birinchi bosqichda ishqalanishni hisobga oladigan koeffisient $\beta_t = 0,007$, sizib chiqishni hisobga oladigan koeffisient $\beta_p = 0,009$ va qolgan bosqichlarda yo'qotishlarni hisobga oladigan koeffisientlar 1% ga oshib boradi. Yuqoridagilarni inobatga olib kompressor talab qiladigan quvvat N hisoblansin.



Yechish:

Gaz siqishga ketgan quvvat quyidagi formula orqali hisoblanishi mumkin.

$$N_{vn} = V \cdot \rho \cdot \sum [u_i^2 \cdot \varphi_i \cdot (1 + \beta_T + \beta_p)_i]$$

Bu yerda i – bosqichlar soni. Masala shartiga ko‘ra ishchi g‘ildiraklar bir xilda bo‘lib ularning aylanma tezliklari nazariy napor koeffitsienti ham bir xil shuning uchun formulani quyidagi ko‘rinishda yozishimiz mumkin.

$$N_{vn} = V \cdot \rho \cdot u^2 \cdot \varphi \cdot \sum (1 + \beta_t + \beta_p)_i$$

Birinchi bosqich uchun:

$$1 + \beta_t + \beta_p = 1 + 0,007 + 0,009 = 1,016$$

Shundan so‘ng keying bosqichda yo‘qotishlar 1% bo‘lgani uchun ikkinchi bosqichda $1 + \beta_t + \beta_p$ qiymat quyidagicha bo‘ladi

$$1,016 \cdot 1,01 = 1,026$$

Uchinchi bosqichda:

$$1,026 \cdot 1,01 = 1,036$$

Quvvat esa:

$$N_{vn} = 120/60 \cdot 1,2 \cdot 260^2 \cdot 0,85 \cdot (1,016 + 1,026 + 1,036) \cdot 10^{-3} = 424,5 \text{ kVt}$$

Endi esa kompressor talab qiladigan quvvat quyidagicha hisoblanishi mumkin.

$$N = N_{vn}/\eta = 424,5/0,9 = 471,7 \text{ Vt}$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V, m ³ /min	121	122	123	124	125	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136
u, m/s	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275

Qolgan ma’lumotlarni masala shartidan olinsin.

Amaliy mashg‘ulot № 25. Markazdan qochma kompressorning FIKini hisoblash.



Sharti:

Bir seksiyali ikki bosqichli markazdan qochma kompressor berilgan, ikki ishchi g'ildiragi bir xil. Zichligi $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ temperaturasi $t = 20^\circ\text{C}$ bo'lgan havoni $V = 100 \text{ m}^3/\text{min}$ da kompressor haydayapti. Haydashda boshlang'ich bosimi $P_1 = 0,1 \text{ mPa}$ va oxirgi bosimi $P_2 = 0,25 \text{ mPa}$ ga teng. Ishchi g'ildiraklarning aylanma tezliklari bir xil $u = 245 \text{ m/s}$, nazariy napor koefitsienti $\phi = 0,82$. Ishqalanish va sizib chiqishni hisobga oluvchi koefitsientlar $(1 + \beta_t + \beta_p)$ birinchi bosqichda bu qiymat 1,012 ga, ikkinchi bosqich uchun esa 1,019 ga teng. Gaz izoentrop jarayonda siqilyapti. Hisoblashlarda adiabat koefitsienti $k = 1,4$ va havo uchun gaz doimiysi $R = 286 \text{ Dj/(kg}\cdot\text{K)}$. Gazni masla shartiga ko'ra siqilmaydigan deb qabul qilinsin (siqish koefitsienti $z = 1$). Kompressorning izoentrop FIKi η_{iz} topilsin.

Hisoblash:

Kompressorning izoentrop FIKi va izoentropdagi quvvat N_{iz} hamda kompressordagi ichki siqish jarayonidagi quvvat N_{vn} bilan bog'liqli formula mavjud. Bu bog'liqli formula orqali N_{vn} i N_{iz} hisoblash mumkin.

Izoentrop rejimdagi gazni siqishdagi quvvat quyidagi formula orqali topiladi.

$$N_{vn} = V \cdot \rho \cdot z \cdot R \cdot (273 + t) \cdot k / (k - 1) \cdot [(P_2 / P_1)^{(k-1)/k} - 1] = \\ = 100/60 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 286 \cdot (273 + 20) \cdot 1,4 / (1,4 - 1) \cdot [(0,25/0,1)^{(1,4-1)/1,4} - 1] \cdot 10^{-3} = 175,5 \text{ kVt}$$

Kompressorning ichki quvvati quyidagicha hisoblaymiz.

$$N_{vn} = V \cdot \rho \cdot \sum [u_i^2 \cdot \phi_i \cdot (1 + \beta_t + \beta_p)_i] = 100/60 \cdot 1,2 \cdot 245^2 \cdot 0,82 \cdot (1,012 + 1,019) = 200 \text{ kVt.}$$

Kompressorning izoentrop FIKi η_{iz} quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\eta_{iz} = N_{iz} / N_{vn} = 175,5 / 200 = 0,88$$

Talabalar mustaqil bajarish uchun variantlar.

Variant №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
V, m ³ /min	101	102	103	104	105	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
u, m/s	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275

Qolgan ma'lumotlarni masala shartidan olinsin.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. T. L. Henshaw, Igor J. Karassik, James L. Bowman «Fans, Pumps, and Compressors» 2018
2. Yusupbekov P.R., Nurmuxamedov H.S., Zokirov S.G. «Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari»–Toshkent. «Fan va texnologiya» 2015- 848 b.
3. Yusupbekov P.R «Gazlarni qayta ishlash texnologiyasi, jarayon va qurilmalari»–Toshkent. «Fan va texnologiya» 2016- 856 b.
4. Yusupbekov N.R., Zakirov S.G. va boshqalar «Kimyo texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari» –T.: SHarq 2003. -644 b.
5. “Насосы, вентиляторы и компрессоры” Черкасский В.М.и др. изд. «Энергия», Москва 2004 г. 322 ст
6. A.A. Xoliqov «Nasoslar, ventilyatorlar va kompressorlar» fanidan ma’ruzalar matni «Texno-tasvir» Buxoro -2009y, 140 b.

Qo`shimcha

1. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 624 с.
2. Комков В.А., Тимахова Н.С. Насосные и воздухоудные станции: учебник. – М.: ИнфраМ, 2009. – 253 с.
3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Насосы» / Сост.: А.Я. Олькин, Б.Н. Борисов. – Владимир: ВлГУ, 2009. – 36 с.
4. Перевошиков С.И. Конструкция центробежных насосов (общие сведения): учеб. пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 228 с.
5. Энергосиловое оборудование систем жизнеобеспечения: учебник / Е.М. Росляков [и др.]. – СПб.: Политехника, 2012. – 350 с. (ЭБС IPRBooks)
6. Шерстюк А. Н. «Насосы, вентиляторы и компрессоры» Учеб пособие для вузов М, «Высшая школа», 2012. 344 с
7. Yusupbekov P.R., Nurmuxamedov H.S. va boshqalar «Kimyo va oziq-ovqat sanoatining jarayon va qurilmalari fanidan hisoblar va masalalar»–Toshkent. ToshKTI 1999- 351b.
8. Г.Д. Каветский, Б.В. Василев «Процессы и аппараты пищевой технологии»– М.: Колос. 1999-681ст.
9. К.И. Лисов, К.Т. Григорев «Насослар ва насос станциялари» Тошкент. Ўқитувчи. 2005-285б.
10. Дячек П.И. «Насосы, вентиляторы, компрессоры» Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2013. - 432 с.
11. Насосы. Вентиляторы. Кондиционеры: справ. / Под ред. Е. М. Рослякова. – СПб.: Политехника, 2015. – 822 с. (ЭБС «Консультант студента»)
12. Ухин Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2013. – 320 с. (ЭБС «Znanium»)

Internet va ziyonet saytlari

1. www.google.com
2. www.yandex.ru
3. www.yahoo.com
4. <http://www.rsl.ru>
5. <http://www.msu.ru>
6. <http://www.nlr.ru>
7. <http://www.journals.elsevier.com>
8. www.ziyonet.uz; www.ilm.uz;
9. <http://www.archive.org/> - elektron virtual kutubxona

