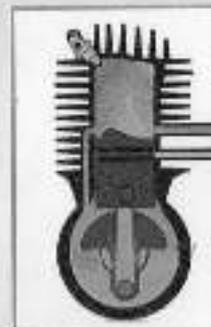


D.N. MAMEDOVA

# «ISSIQLIK YURITKICHLAR VA BOSIM BILAN HAYDASH MASHINALARI»

*fanidan tajriba mashg'ulatlarni o'tish uchun*

**O'QUV QO'LLANMA**



(o'zbek va rus tillarida)



SBN 978-99-3-67-12-8-3



9 789943 671283

Kitob quyidagi ko'rsatilgan  
muddatda topshirilishi shart

Oldingi foydalanishlar  
miqdori

26/01

bilan haydash

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

D.N. MAMEDOVA

**«ISSIQLIK  
YURITKICHLAR VA  
BOSIM BILAN HAYDASH  
MASHINALARI»**

*fanidan tajriba mashg'ulotlarni o'tish uchun*

O'QUV QO'LLANMA

(o'zbek va rus tillarida)

«O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi»  
nashriyot-matbaa birlashmasi  
Toshkent – 2020

UO'K: 621.4(075.8)

KBK: 31.36ya73

M 23

Mamedova, D.N.

«Issiqlik yuritkichlar va bosim bilan haydash mashinalari» fanidan tajriba mashg'ulotlarni o'tish uchun (o'zbek va rus tillarda) [Matn] : o'quv qo'llanma / D.N.Mamedova. – Toshkent : «O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi» nashriyot-matbaa birlashmasi, 2020. – 148 b.

UO'K: 621.4(075.8)

KBK: 31.36ya73

*Tuzuvchi:*

*QMI «Issiqlik energetikasi» kafedrası k. o'qit. D.N.Mamedova*

*Taqrıtchi:*

*QDU professori, f.m. f.d A.Q.Tashatov,  
«Issiqlik energetikasi» kaf. dots. I.N. Qodirov*

Ushbu o'quv qo'llanma «Issiqlik yuritkichlar va bosim bilan haydash mashinalari» fanidan tajriba mashg'ulotlarni o'tish uchun yozilgan bo'lib, shu fanning o'quv dasturiga mos keladi.

5310100 – «Energetika (Issiqlik energetikasi)» yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga «Issiqlik yuritkichlar va bosim bilan haydash mashinalari» mutaxassislik fanidan tajriba mashg'ulotlarini to'liq o'zlashtirishlari uchun mo'ljallangan.

*O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2020-yil 30-iyundagi 359-sonli buyrug'iga asosan nashr etishga ruxsat berilgan.*

ISBN 978-9943-6712-6-3 © «O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi» nashriyot-matbaa birlashmasi, 2020.

## KIRISH

Keyingi yillarda mamlakatimizda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishning ustuvor yo'nalishlariga hamda xalqaro talablarga mos keladigan oliy ta'lim tizimini yaratish bo'yicha keng ko'lamlı ishlar amalga oshirilmoqda.

Xususan, Oliy ta'lim muassasalarida ta'lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli islohotlarda faol ishtirokini ta'minlashda, oliy ta'lim muassasalarini ilg'or jahon tajribalari asosida yaratiladigan yangi avlod darslik, o'quv qo'llanmalari hamda davriy nashrlar bilan tizimli ta'minlash bo'yicha keng qamrovli ishlar amalga oshirilmoqda.

Shu maqsadda yozilgan mazkur o'quv qo'llanma «Issiqlik yuritkichlar va bosim bilan haydash mashinalari» fanini o'zlashtirishga doir bo'lib, talabalarni fan yuzasidan olgan nazariy bilimlarini tajriba ishlarini bajarish orqali yanada mustahkamlashga, nazariya va amaliyot tushunchalarini yanada chuqurroq anglashlariga yordamlashadi.

O'quv qo'llanmada fanning eng muhim mavzulariga oid tajriba ishlarini bajarishga doir ma'lumotlar keltirilgan. Talabalar bu tajriba ishlarini o'rganib, bajarib, ta'lim yo'nalishiga mos bilim, ko'nikma va malakaga ega bo'ladilar.

## TALABALARNING TAJRIBA ISHLARIDA RIOYA QILISHLARI LOZIM BO'LGAN XAVFSIZLIK TEXNIKASI QOIDALARI

Talabalar tajriba ishlarini bajarishda bir qancha muhim bo'lgan qoidalarga amal qilishlari lozim. Tajriba ishlarini bajarish elektr uskunalari yordamida olib borilgani uchun tok bilan jarohatlanish xavfi bo'ladi. Ma'lumki, 40-42 V kuchlanish xavfsiz bo'lib, bu paytda odamdan 0,1-0,3 A gacha tok o'tadi. Shuningdek, 50 mA tok odamni jarohatlashga, 100 mA tok esa o'limga olib keladi.

**Umumiy holda talabalar tajriba ishlarini bajarishlari mobaynida lozim bo'lgan tartib-qoidalarni keltirib o'tamiz:**

- 1) Tajriba ishini bajarishdan oldin ish bilan chuqur tanishish kerak.
- 2) Berilgan sxemani va zanjirni yig'ishdan oldin uzib ulagich uzilgan holdaligini tekshirish kerak.
- 3) Sxemani yig'ishda har xil uzun-yuluq simlardan, nosoz asboblardan foydalanmaslik kerak.
- 4) Sxemani diqqat bilan yig'gandan so'ng, sxemada qatnashayotgan asboblarda tok bo'lmastigini, yerga ulanganlik darajasi yaxshiligini yana bir bor ko'zdan kechirish kerak.
- 5) Sxemani manbaga ulashdan oldin undagi ochiq qismlari to'la himoyalantirishga erishish.
- 6) Tajriba ishlari suv bilan ta'minlanishi kerak bo'lganda suvning erkin oqish yo'llarini tekshirib ko'rish, shlanglar butunligiga ishonch hosil qilish kerak.
- 7) Elektr dvigatellari bilan ishlashda soch va kiyimlarni aylanuvchi valdan ehtiyot qilish lozim.
- 8) Mustaqil tarzda hech qanday sxemaga tegmaslik hamda uzib ulashni bajarmaslik kerak.
- 9) Tajriba ishini boshlashdan oldin rahbarga bajarish tartibini aytib berish va ruxsat olish shart.

10) Agar ish bajarish davrida simlar uzilishi, ashob to'g'ri ishtamayotgani hamda noxush hidlar paydo bo'lsa, birinchi navbatda, sxemani uzish va tezda rahbarga xabar berish kerak.

Talabalar yuqoridagi qoidalarga rioya etishlari va rahbarning texnika xavfsizligi bo'yicha to'liq tushuntirishlarini diqqat bilan tinglab, unga amal qilishlari lozim, bu esa tajriba ishi samarali va sifatli bajarilishiga zamin yaratadi.

**Ta'kidlab o'tilgan va rahbar tushuntirgan qoidalarni bilib olgandan so'ng talabalar «Xavfsizlik texnikasi» maxsus jurnaliga o'z imzolarini qayd etishlari talab etiladi.**

## I – TAJRIBA ISHI

### «Bug' turbinasining ishlash prinsipi bilan tanishish»

**Ishdan maqsad:** bug' turbinali qurilmaning konstruktiv tuzilishini chuqur o'rganib chiqish va bug' turbina qurilmasining ishlash prinsipini hamda eskizini chizishni o'rganish.

**Tayanch iboralar:** issiqlik, issiqlik mashinasi, turbina, bug' turbina, aktiv turbina, reaktiv turbina, ishchi va yetaklovchi kuraklar.

**Kerakli jihozlar:** bug' turbinasining konstruktiv tuzilishini o'rganish uchun qurilma chizmasi, ishlash prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

**Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.**

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. Muxiddinov D.N., Matjanov E.K. Issiqlik elektr stansiyalarning turbinali qurilmalari. O'quv qo'llanma – Toshkent, Sharq, 2007.

2. Toshboyev N.T. «Issiqlik yuritgichlari» fanidan ma'ruzalar to'plami, 2000.

**Ishning davomiyligi** – 2 soat.

### I. Umumiy ma'lumotlar

Bug'ning issiqlik energiyasini bosqichma-bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi bug' turbina deyiladi. Hosil qilingan energiya boshqa turdagi energiyaga yoki mexanik energiyaga aylantiriladi. Italiyalik olim D. Brank bug' turbina modeliga xos bo'lgan bug' g'ildiragini 1629-yilda yaratgan. Unda bug' oqimining kinetik energiyasi uyg'otgan impuls Kurakli g'ildirakni aylantirishga sarflangan. Suv bug'ining kinetik energiyasini mexanik energiyaga aylantirish mumkinligini Shved muhandisi G.de-Laval 1888-yil birinchi bug' turbinasini isbotladi. Shunday qilib, bug'

turbina yaratilgandan so'ng, uni takomillashtirish tadqiqotlari rivoj topdi. Natijada bir, ikki, uch va ko'p bosqichli bug' turbinolari yaratildi.

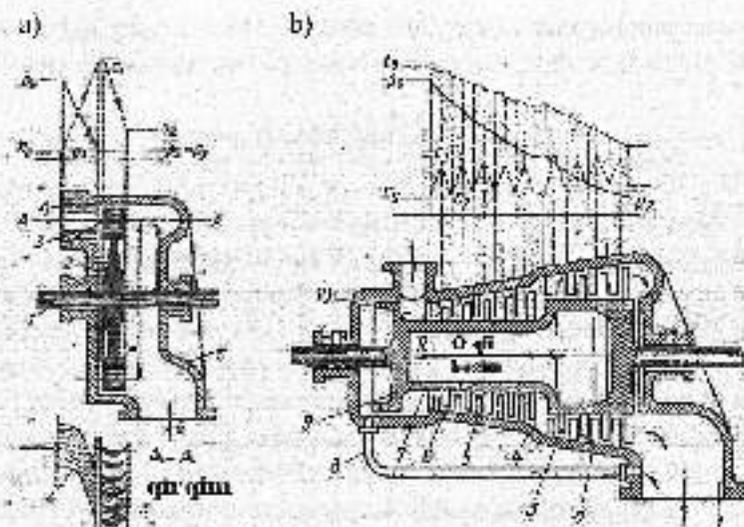
### II. Bug' turbinaning ishlash prinsipi

Bug' turbina qismlari quyidagi vazifani bajaradi. Val aylanib elektr generatori chulg'amlarini harakatlantiradi va natijada elektr energiya ishlab chiqaradi. Kuraklar keladigan bug'ning yo'lini to'sib valni harakatga keltiradi. Ishchi disk-valga mahkamlangan bo'lib kuraklar va valni bog'lab turadi. Soplo bug' generatoridan keladigan bug' tezligini oshirib kuraklarga yuboradi. Turbina tanasi bug' turbinasidagi bug'ni tashqariga chiqib ketishi va tashqi muhitdan saqlaydi. Ish bajarib bo'lgan bug' chiqish quvuri orqali chiqib ketadi.

Bug'ning potensial energiyasini turbina valini aylanishlaridan iborat mexanik energiyasiga aylantirishni bir nechta usullar yordamida amalga oshirish mumkin. Bug'ni potensial energiyasini oqimning kinetik energiyasiga o'tkazish turiga qarab turbinalar aktiv, reaktiv va umumlashirilgan (aktiv – reaktiv) turlarga bo'linadi.

1 - rasmda sxematik ravishda bir pog'onali aktiv turbinaning qirqimi ko'rsatilgan. Bu turdagi turbinada bug'ning kengayishi, ya'ni uning potensial energiyasini kinetik energiyaga aylanishi qo'zg'almas soplo 4 larda, bug'ning kinetik energiyasini valning mexanik energiyasiga aylanishi esa ishchi kurak 3 larda amalga oshiriladi.

Bug' turbinasining asosiy elementlari: soplo (4), val (1) da joylashgan disk (2) va ishchi kuraklari(3), chiqaruvchi quvurdan (6) tashkil topgan. Bunda val 1 va unda o'rnatilgan disk 2, turbinaning asosiy qismi bo'lib, turbina rotor deb nomlanadi. Rotor turbina korpusi (5) da joylashadi. Val uchlari esa tayanch podshipniklarda joylashadi.



1 - rasmdagi (b) bug' turbinaning prinsipial sxemasi:  
 a) bir pog'onali aktiv turbinaning sxemasi;  
 b) kichik quvvatli reaktiv turbinaning sxemasi.

1 - rasmdagi (b) bug' turbinasi bosqich usulda ishlaydi. Halqali toza bug' kamerasi 10 dan bug' turbinasi koraklariga uzatiladi. Turbinasi korpusining qo'zg'almas qismida 4 va barabanning qo'zg'aluvchan qismiga 7 (rotorda) mahkamlangan yo'naltiruvchi va ishchi kuraklar bug' uzatuvchi kanallarni hosil qiladi. Kamera 10 dan bug' kuraklararo kanallardan oqib o'tib, bug' chiqarish quvuri 1 dan chiqadi va kondensatorga uzatiladi. Kamera 10 dan chiqish quvarigacha harakatlangan bug' asta-sekin kengayadi. Toza bug' kamera 10 dan chiqib, korpus 4 ga mahkamlangan birinchi qatorning yo'naltiruvchi kuraklar 5 ni kanallariga o'tadi. Birinchi qatorning yo'naltiruvchi kurak 5 kanallaridan chiqqan bug' ni, aylanadigan barabanga mahkamlangan aylanuvchi kurakchalarning birinchi qatori kanallariga uzatadi.

### III. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Bug' turbinaning prinsipial sxemasini chizish.

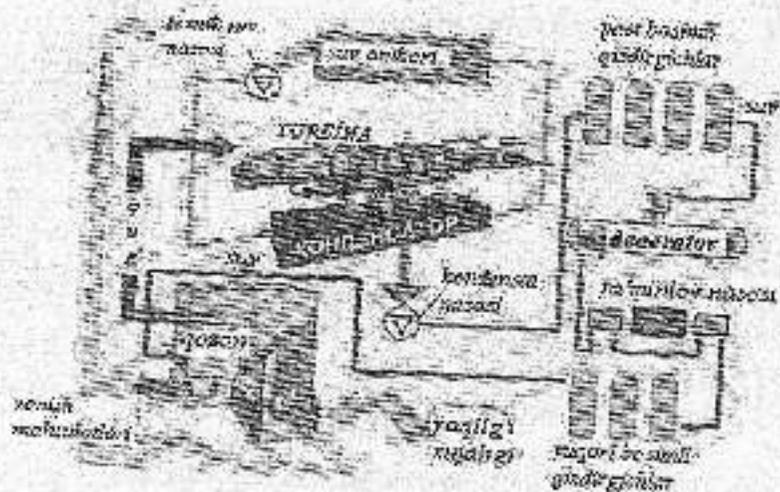
### IV. Nazorat savollari

1. Bug' turbinasi deb nimaga aytiladi?
2. Bug' turbinasining vazifasi nimadan iborat?
3. Bug' turbinalar qanday turlarga bo'linadi?
4. Qanday turbinalarga aktiv turbinasi deyiladi?
5. Qanday turbinalarga reaktiv turbinasi deyiladi?
6. Qaysi qismga turbinasi rotor deb aytiladi?
7. Turbinasi suplusining vazifasi nimada?
8. Turbinasi koraklari necha turga bo'linadi?
9. Bug' turbinasi qaysi energetik qurilmaning asosiy jihozi sanaladi?
10. Turbinasi valiga qaysi turbinasi elementlari o'rnatiladi?

ILOVAI.AR

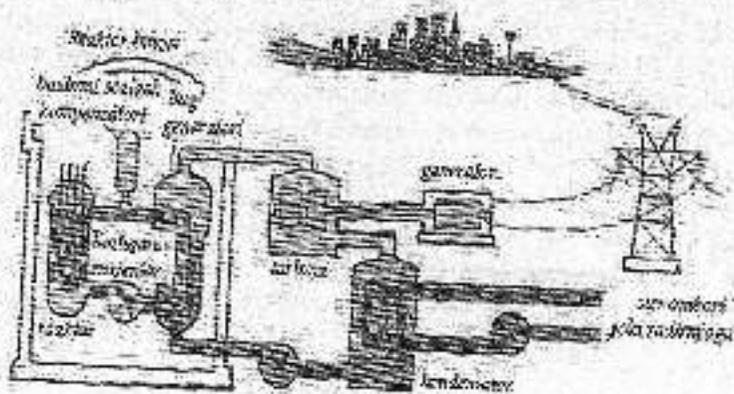
*IES da bug' turbinani joylashtishi*

1-ilova

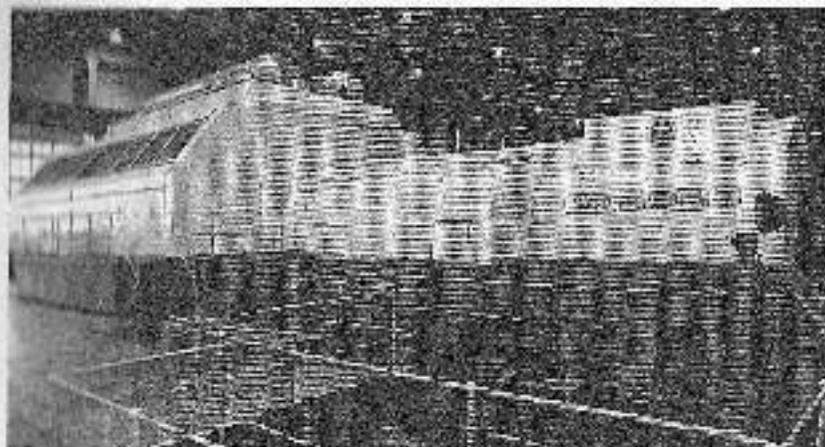


*ARS da turbinani joylashtishi*

2-ilova



3-ilova



Ko'p silindrlı turbina K-300-23,5 (quvvati 300 MVt; bug'ni kirish bosimi 23,5 MPa)

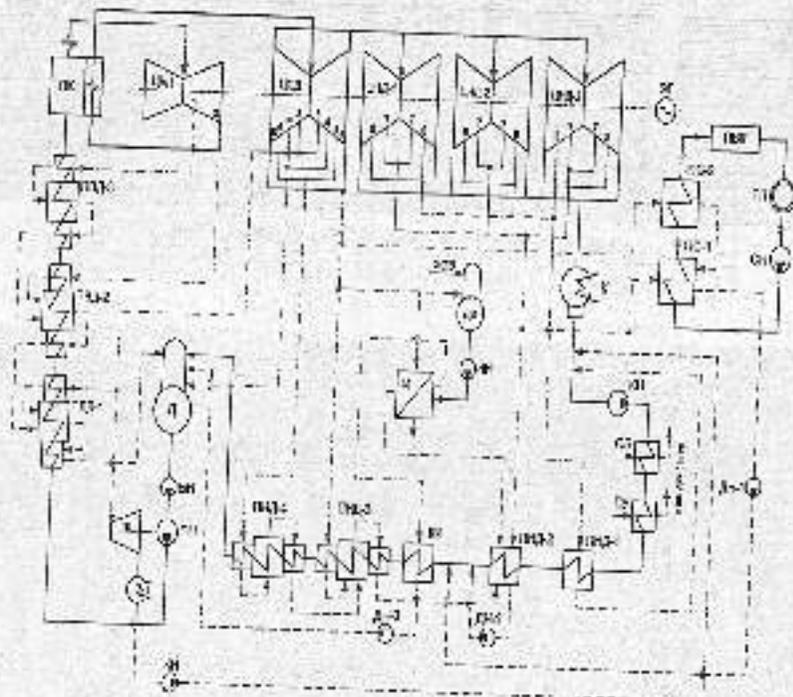
4-ilova



T-250/300-240 turbinaning tuzilishi (quvvati 250/300; bug'ning kirish bosimi -240 atm(kg/cm<sup>2</sup>)).

**Talimarjon IES va Muborak IEM lardagi bug' turbinalarining asosiy ko'rsatkichlari (O'zbekiston, Qashqadaryo viloyati):**

**Talimarjon issiqlik elektr stansiyasi (kondensatsion elektr stansiyasi)ning issiqlik sxemasi**



Talimarjon issiqlik elektr stansiya unitar korxonasi – o'rnatilgan quvvati 800 MVt li kondensatsiyali issiqlik elektrstansiya bo'lib, O'zbekiston Respublikasining janubiy – Qashqadaryo, Surxondaryo va Buxoro viloyatlarini elektr energiyasi bilan ta'minlashga mo'ljallangan.

Asosiy va zaxira yoqilg'i – Sho'rtan gaz konidan chiqayotgan tabiiy gaz.

Talimarjon issiqlik elektr stansiyasining bug' turbinali blokida bitta kondensatsion turdagi besh silindrlı K-800-240-5 JIM3 rusumli turbina o'rnatilgan.

Turbina generatori TZV - 800 - 2Euz rusumli hisoblanadi, rotorning aylanish soni  $n = 3000$  ayl / min.ga teng va suvli sovutish tizimiga ega.

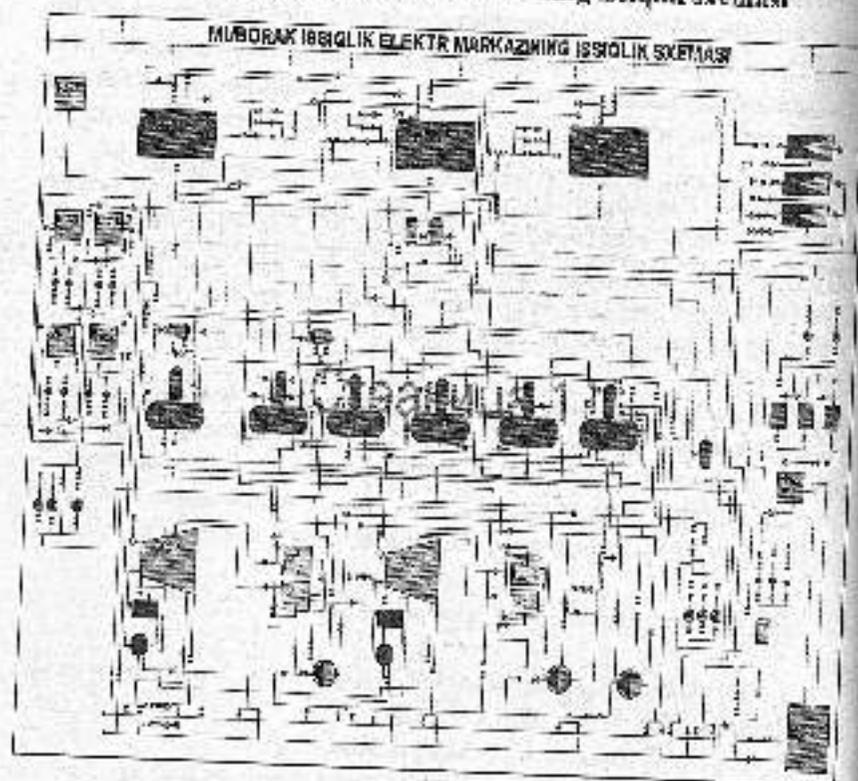
Turbina 8 ta rostlanmaydigan bug' olinmasiga (otbor) ega. Ulardan blok sxemasida kondensat va ta'minot suvini regenerativ qizdirish uchun va blokni o'z ehtiyojini qondirish maqsadlarida foydalaniladi.

Turbinaning regeneratsiyalash qurilmasi ikkita aralash va uchta yuzali, bir yo'lli past bosimli qizdirgichlar guruhi tarkibiga kiradi.

*Turbinaning asosiy texnik ko'rsatkichlari:*

1. Nominal quvvati – 800000 kVt;
2. Harakatar soni 3000 ayl / min;
3. Bug' sarfi (maksimal) – 2650 t / soat;
4. Avtomatik saqlash klapani oldida bug' bosimi – 240 kg / sm<sup>2</sup> ;
5. Oraliq qizdirgich uchun bug' surfi – 2180 t / soat;
6. Oraliq qizdirgichga yuborilgan bug' bosimi – 38,5 kg / sm<sup>2</sup> ;
7. Oraliq qizdirgichdan keyin bug' harorati – 540°C;
8. Kondensatordagi hisobiy bosim – 0,035 kg / sm<sup>2</sup>;

### Muborak issiqlik elektr markazining issiqlik sxemasi



Turbina, asosan, qozondan ishlab chiqarilgan bug'ni mexanik energiyaga aylantirib, o'zgaruvchan tokli TVE - 63 - 2 generatorini to'g'ridan to'g'ri aylantirish uchun mo'ljallangan.

*Turbinaning texnik xarakteristikalari quyidagicha:*

- Markasi R-50-130/13 Qarsbi bosimli, bir silindrli
- 16 bosim bosqichli, 1 dona taqsimlash bosqichi.
- Nominal quvvati 50 MVt maksimal.
- Maksimal quvvati 60 MVt
- Rotorning aylanish chastotasi 3000 ayl/min
- Bug'ning kirishdagi bosimi 130 kgk/sm<sup>2</sup>
- Bug'ning chiqishdagi bosimi 7-21 kgk/sm<sup>2</sup>)
- Bug'ning kirishdagi harorati 555 °C
- Bug'ning chiqishdagi harorati 280 - 300 °C
- Turmoqda doimiy ishlash uchun chastota chegaralari 49,5 Gts gacha.

Turbina kirgan 555 °C, 130 kgk/sm<sup>2</sup> bosimli bug' rostdash klapanlaridan o'tib, bug' taqsimlash soplolaridan boshlab 16 ta pog'ona orqali o'tadi va rotorni harakatga keltiradi. Uzlaksiz beriladigan bug'ning sarfini ko'paytirish hisobiga yuklama oshiriladi va shu tarzda ish jarayoni davom etadi.

Turbina 5 yilda bir marotaba kapital ta'mirlanadi va har yili bir marta joriy ta'mirlanadi.

## 2 – TAJRIBA ISMI

### «Ichki yonuv dvigateli (IYoD) nazariy siklining tavsifi, siklining termik YIKi»

**Ishdan maqsad:** IYoD qurilmasining konstruktiv tuzilishini chuqur o'rganib chiqish va IYoD ning ish prinsipini hamda eskizini chizishini o'rganish.

**Tayanch iboralar:** issiqlik, issiqlik mashinasi, IYoD

**Kerakli jihozlar:** IYoD ni konstruktiv tuzilishini o'rganish uchun qurilma chizmasi, ishlash prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

**Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.**

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. S.M. Qodirov. Ichki yonuv dvigatellari, Toshkent: O'qituvchi, 1979-y.
2. Toshboyev N.T. «Issiqlik yuritgichlari» fanidan ma'ruzalar to'plami. 2000.

**Ishning davomiyligi** – 2 soat.

### I. Umumiy ma'lumotlar

Ish yoqilg'isi maxsus qurilma ichida yonadigan va yonish jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdorining ma'lum qismini mexanik energiyaga aylantirib bera oladigan issiqlik mashinasiga ichki yonuv dvigateli (IYoD) deyiladi.

Avtomobil uchun ichki yonuv dvigatellarining yaratilishi IX asrning 60-yillariga to'g'ri keladi. Bu davrda Lenuar (1860-y) Frantsiyada, N. Otto va F. Leagen (1867-y) Germaniyada tadqiqotlar olib borgan. N. Ottoning to'rt taktli dvigateli (1867-y) Bo de Rosha tomonidan (1862 y) taklif etilgan sxema bo'yicha yasaldi. IX asrda neftni qayta ishlashdan

olinadigan benzin, kerosinlarning elektr uchquni yordamida yoqilishi ichki yonuv dvigatellarning keng tarqalishiga sabab bo'ladi.

Ichki yonuv dvigatellarida (IYoD) asosan ishchi jism bo'lib, gaz aralashmalari xizmat qiladi va u silindr ichida yonadi. Olingan issiqlik miqdori silindrda, gazlari kengayish hisobidan porshenni harakatga keltiradi.

*Ichki yonuv dvigatellari issiqlik energetikasida bug' dvigateligga nisbatan afzalligi quyidagilarda iborat:*

- a) ko'p yordamchi uskunalari bo'lgan bug' qozoni va kondensat qurilmasining yo'qligi;
  - b) qurilmaning tez ishga tushirilishi, tayyorlov vaqtining yo'qligi;
  - v) qurilmaning kichik o'chlamligi va yengilligi.
- Ichki yonuv dvigatellarning asosiy kamchiliklari quyidagilardan iborat:

- a) yuqori sifatli gaz va suyuq yoqilg'iga talabchanligi;
- b) qattiq yoqilg'ini ishlatib bo'lmashligi;
- v) bir qurilmada 50+ 100 ming kVt quvvatdan yuqori quvvat oladigan qurilmalar yaratib bo'lmashligi.

Bu kamchiliklar zamonaviy yuqori quvvatli issiqlik elektr stansiyalarida bu turdagi qurilmalarni qo'llashga imkon bermaydi. Shuning uchun issiqlik elektrostansiyalarda faqat bug' turbina qurilmalari qo'llaniladi.

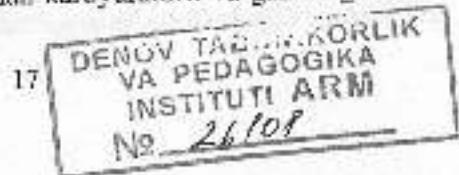
Ichki yonuv dvigatellarni quyidagi ko'rsatkichlar bo'yicha klassifikatsiyalash mumkin:

#### 1. Aralashma hosil qilish usuliga qarab:

- a) tashqi aralashmali dvigatellar. Bunda yoqilg'i havo bilan silindrdan tashqarida aralashadi va silindrga tayyor yonuvchi aralashma kelib tushadi;
- b) ichki aralashmali dvigatellar. Bunda yoqilg'i va havo silindrga alohida uzatiladi va yonuvchi ishchi modda silindr ichida hosil qilinadi.

#### 2. Ishchi aralashmani yondirish usuliga qarab:

- a) uchqunli yondirish dvigatellari;
  - b) siqish orqali yondiruvchi dvigatellar.
- Uchqunli yondirish usuli bilan karbyuratorli va gaz dvigatellari ishlaydi.



3. Ishlarilodigan yoqilg'i turiga qarab:

- a) Yengil suyuq yoqilg'ida ishlovchi dvigatellar (benzinda);
- b) og'ir suyuq yoqilg'ida ishlovchi dvigatellar (dizel yoqilg'isi);
- v) gaz yoqilg'isida ishlovchi dvigatellar.

4. Silindrni zaryadlash usuliga qarab:

- a) to'rt (4) taktili dvigatellar;
- b) ilki (2) taktili dvigatellar.

5. Siklni amalga oshurish usuliga qarab:

- a) izoxorik sikl bo'yicha ishlovchi dvigatellar;
- b) aralash sikl bo'yicha ishlovchi dvigatellar.

6. Dvigatel porshenining o'rtacha tezligi bo'yicha:

- a) sekin yuruvchi dvigatellar.
- b) tez yuruvchi dvigatellar.

7. Silindrning konstruktiv joylashishiga qarab:

- |                            |                |
|----------------------------|----------------|
| a) qatorli dvigatellar;    | d) W shaklida; |
| b) vertikal dvigatellar;   | e) N shaklida; |
| v) gorizontal dvigatellar; | j) X shaklida; |
| g) V shaklida;             | z) P shaklida. |

Ichki yonuv dvigatellarning kichik o'lchamli va yengilligi sanoatning turli sohaslarida qo'llanishga olib keladi.

Ichki yonuv dvigatellari yoqilg'i turiga qarab gaz yoqilg'isida (gaz dvigateli), suyuqlik yoqilg'ida (benzin, silyar moyi, kerosin, ligroin va x.k.), binar (suyuq va gaz) yoqilg'ida ishlaydigan dvigatellarga bo'linadi. Ish sikliga qarab ikki va to'rt taktili; yoqilg'i kamerasiga kiritilishiga qarab bosimli va bosimsiz; ish aralashmasining tayyorlanishiga ko'ra ish jismi tashqarida va ichkarida tayyorlanadigan dvigatellarga bo'linadi. Ish aralashmasi o't oldirish usuliga qarab ichki va tashqi manbadan (elektr uchquvi, o'z-o'zidan yonish) va silindrda siqilgan havoning qizishi (dizel dvigateli) hisobiga o't oldiriladigan dvigatellar mavjud.

## II. Ichki yonuv dvigatelinin ishlashi prinsipi

Ishlash prinsipi to'rt taktili dvigatelda quyidagicha: ichki yonuv dvigatellari silindrning ichida porshen ilgatilanma qaytma harakatta

bo'ladi. Bunda dvigatel silindrda ketma-ket ish jarayoni amalga oshiriladi.

Porshenli ichki yonuv dvigatel (1-tasm)ning asosini silindr 4 va unga kiritilgan porshen 5 tashkil qiladi. Porshen krivoship-shatunli mexanizm orqali tirsak valiga 9 yonish mahsuli gazlar vujudga keltirilgan bosim kuchini uzatadi. Silindrlar blogining ostki qismiga tirsak val, ustki qismiga kiritish klapani 2 va chiqarish 6 klapanlari joylashtirilgan silindr kallagi o'rnatiladi. Silindrlar blogi kallagiga karbyuratorli dvigatellarda svecha 3, dizel dvigatellarda esa forsunkalar o'rnatiladi. Porshen silindrda ilgatilanma qaytma harakat qiladi.

Porshen valga 9 krivoship 8 va shatun 7 orqali birlashtirilgan bo'ladi. Shuning uchun val aylanganda porshen ham harakat qiladi. Kiritish quvuri orqali keladigan yoqilg'i kiritish klapani 2 orqali silindr 4 ga kiritiladi. Silindrga kirgan yoqilg'i o't oldirish svechasi 3 orqali yondirilib tutun gazni hosil bo'ladi. Tutun gazni hajmi kengayib porshetui pastga itaradi va uning natijasida val harakatlanadi.

Valning aylanishida porshen yana yuqoriga ko'tarilib chiqarish klapani orqali tutun gazni chiqarib yuboriladi. Shu tarzda ichki yonuv dvigateli ishlaydi.

Karterda 1 yog' bo'lib, u ichki yonuv dvigatelinin porshen 5, shatun 7, krivoship 8, vallarni yog'lab turadi.

Uzluksiz ish rejimini ta'minlash uchun har bir siklda silindrni siqish, yondirish, kengaytirish va ishlatilgan zaryadni chiqarib yuborish kerak. Porshenning bir tomonga harakatlanishi ish jarayonining bir qismi bo'lib, takil deb ataladi.

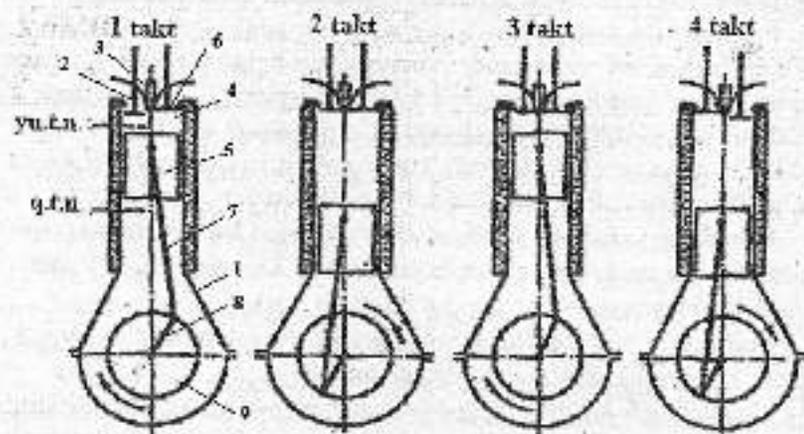
1-takt. Zaryad (yoqilg'i) porshenning yuqori tinch nuqtada quyilgan tinch nuqtaga harakatlanishida so'rish klapanida dvigatel silindriga toza havo so'riladi. Bunda chiqarish klapani yopiq bo'ladi. Silindr ichidagi bosim so'rishda filtdagi quvurlarda so'rish klapanidagi gidravlik yo'qotishlar hisobiga atmosfera bosimdan  $p_0$  kam bo'ladi. So'rish oxirida silindrdagi bosim  $0,85-0,95 p_0$  bo'ladi, ya'ni 5-15% bosim yo'qoladi.

Silindrlarning turiga va konstruksiyasiga qarab klapanlarning ochilishi va yopilishi burchaklari alohida tanlanadi. Chunki klapanlarning ochilishi silindr havo ta'minotiga ta'sir qiladi.

2 - takt. Siqish klapani yopilgandan so'ng porshening teskari harakati natijasida zaryadning siqilishi bosilganadi. Silindda bosim ortib  $30+60 \text{ bar}$ ; harorati  $890+1100 \text{ K}$  gacha yetadi.

Siqilgan havoning bunday yuqori bo'lishi purkalgan yoqilg'ining unga aralashib yonishiga olib keladi.

3 - takt. Yonish va kengayish jarayoni porshening yuqori tinch nuqtadan quyi tinch nuqtaga harakatlanayotganda amalga oshadi. Siqilish oxirida yonish kamerasida yoqilg'i purkalanadi. Aralashma issiq havo ta'sirida qiziydi va alanganadi.



2 - rasm. To'rt taktli dizelni ishlatish sxemasi.  
yu.t.n. - yuqori tinch nuqtasi; q.t.n. - quyi tinch nuqtasi

Silindda gazlarning harorati  $1750+2500 \text{ K}$  gacha ko'tariladi. Bosim, dvigatel turiga qarab  $50+120 \text{ bar}$  bo'lishi mumkin. Bosim oshishi natijasida porshen teskari tomonga harakatlanadi, ya'ni issiqlik energiyasining bir qismi mexanik energiyaga aylanadi. Kengayishi oxirida bosim  $3-6 \text{ bar}$  gazlar harorati  $850+1300 \text{ K}$  gacha pasayadi.

4-takt. Chiqarish. Porshening quyi tinch nuqtadan yuqori tinch nuqtaga harakatda amalga oshadi. Kengayish jarayonining oxirida chiqarish klapani ochiladi.

Dvigatel aylanishlar soniga qarab gazlar bosimi  $1,05+1,15 \text{ bar}$ ; harorati esa  $600+750 \text{ K}$  gacha tushadi.

4-takt davomida chiqarish klapani ochiq turadi va gazlar porshen orqali tashqariga chiqarib yuboriladi.

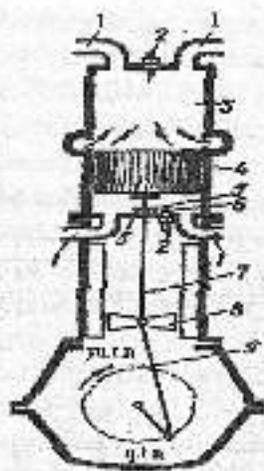
4-takt tugagach yana so'rish takti boshlanadi, ya'ni sikl qaytariladi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan dvigatellar oddiy harakatlanuvchan dvigatellar hisoblanadi. Bunda ishchi jarayon dvigatelni porshen ustidagi bo'shlig'ida amalga oshiriladi.

Porshenni ikki tomonlama bo'shliqlarida ishchi jarayonlar o'tadigan dvigatellarga, ikki tomonlama harakatlil dvigatellar deyiladi (2 - rasm). Unga ikki tomonlama harakatlil dvigatellar ikki va to'rt taktli bo'lib chiqariladi, oxirgi yillarda esa, ular faqat ikki taktli bo'lib chiqariladi.

Ikki tomonlama harakatlil dvigatellarda ishchi silindr 3 ikki tomondan qopqoqli bo'ladi va porshen ostidagi bo'shliq, porshen ustidagi bo'shliqqa o'xshab ishchi hisoblanadi. Yoqilg'i fursunka 2 orqali purkab beriladi. Bu turdagi dvigatellarda porshen 4, kreyskopf 8 orqali shatun 9 bilan birlashtirilgan shok 7ga qalq mahkamlangan bo'ladi. Stokning pastki qismiga o'tadigan joyini germetik bo'lishini ta'minlash uchun diafragma 5 ga o'rnatilgan sarnik 6 mavjuddir. Ishlatilgan gazlar chiqaruvchi quvuri 1 dan chiqariladi.

Yuqori bo'shliqdagi porshenni q.t.n. dan yu.t.n. gacha harakatlanganda silindrdan chiqarish va silindrni to'ldirish va so'ngra siqilish, pastki qismida esa shu vaqtning o'zida - yonish va kengayish, oxirida - chiqarish va silindrni gaz (havo) oqimi bilan tozalash jarayonlari amalga oshiriladi.



2 - rasmi. Porshenli ikki tomonlama harakattli IYoD ning sxemasi.

Porshen harakati yu.t.n. dan q.t.n ga qarab bo'lsa, yuqori bo'shliqda gazlarni yonish va keugayish va so'ngra chiqarish va silindrni gaz (havo) oqimi bilan tozalash, pastki bo'shlig'ida esa silindrni gaz (havo) oqimi bilan tozalanishi yakunlanadi va silindr toza havo bilan to'ldirish va siqilish jarayonlari amalga oshiriladi.

### III. Ichki yonuv dvigatelining FIKni aniqlash

Termodinamik siklda issiqlikni mexanik energiyaga aylanishining mukammallik darajasini termik foydali ish koeffitsiyenti  $\eta$  yordamida baholash mumkin.

Termik FIK deb. qaytariluvchan to'g'ri siklda bajarilgan ishning, ishchi jisimga tashqi manhadan uzatilgan issiqlik miqdoriga bo'lgan nisbatga aytiladi.

Umumiy holda

$$\eta = A_1 / Q_1 = (Q_1 - Q_2) / Q_1$$

bunda  $A_1$  - ishga aylangan issiqlik;

$Q_1$  - ishchi jisimga uzatilgan issiqlik;

$Q_2$  - ishchi jismdan uzatilgan issiqlik.

Qanchalik  $\eta$  ni qiymati katta bo'lsa, shunchalik sikl va issiqlik mashina mukammal bo'ladi.

Termodinamik sikllarni solishtirish maqsadida, namunaviy sikl sifatida, Karno siklining FIK ishlatiladi, uning ifodasi quyidagicha:

$$\eta_k = (T_1 - T_2) / T_1$$

bunda  $T_1$  - qizdirgichning absolyut harorati;

$T_2$  - sovutkichning absolyut harorati

Ifodaning tahlilidan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin:

- 1)  $T_1$  va  $T_2$  lar orasida farqi qanchalik katta bo'lsa, shunchalik taktili FIK yuqori bo'ladi;
- 2) FIKning qiymati 100% ga teng bo'lmaydi, chunki  $T_2$  ning eng past harorati atrof-muhit haroratiga teng bo'lishi mumkin.

### IV. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

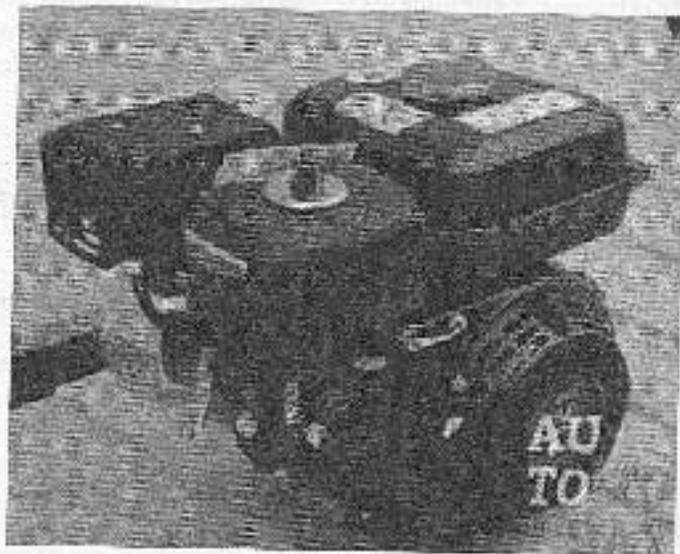
1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Ichki yonuv dvigatelning prinsipial sxemasini chizish.

### V. Nazorat savollari

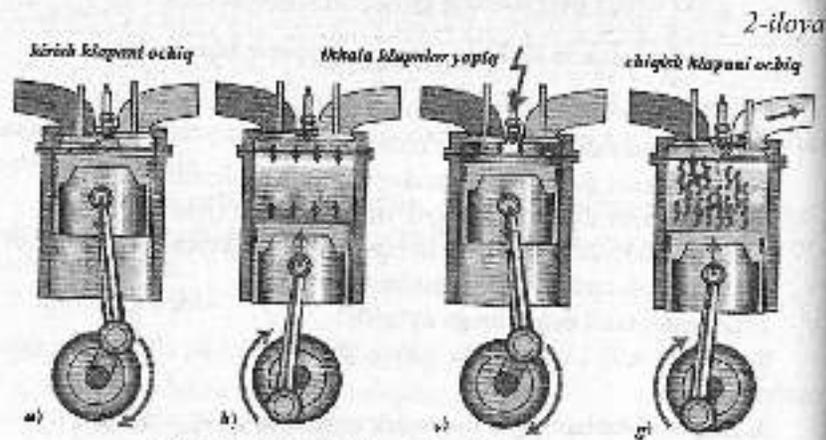
1. Ichki yonuv dvigatel deb nimaga aytiladi?
2. Ichki yonuv dvigatelning vazifasi nimada?
3. Ichki yonuv dvigatellari qanday turlarga bo'linadi?
4. Ichki yonuv dvigatellar qaysi yoqilg'ida ishlaydi?
5. Porshenli ichki yonuv dvigatel qaysi asosiy elementlardan iborat?
6. Qaysi sohalarda IYoD lar ishlatiladi?
7. Dvigatel taktili deb nimaga aytiladi?
8. To'rt taktili IYoD larda qaysi termodinamik sikllar amalga oshiriladi?
9. Bug' turbinalari qaysi energetik qurilmaning asosiy jihatini?
10. Turbina valiga turbinaning qaysi elementlari o'rnatiladi?

**ILOVALAR**

1-ilova

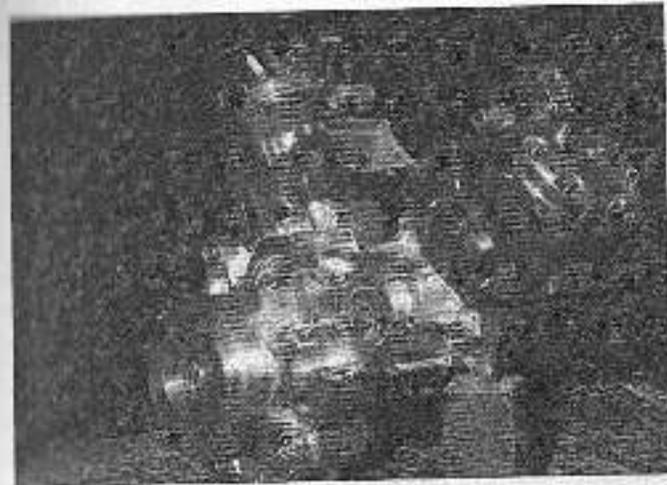


**To'rt taktili IYoD**



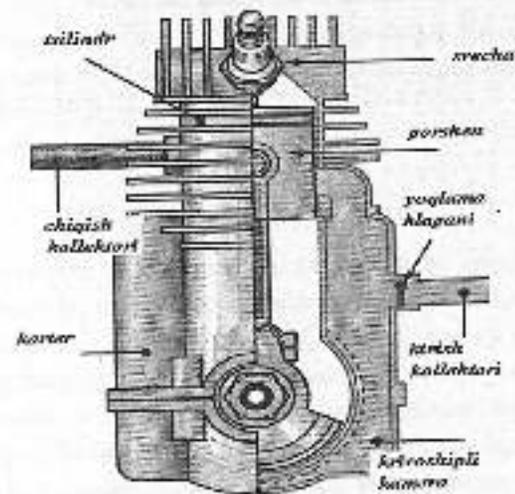
**To'rt taktili IYoD ning ishlash prinsipi**

3-ilova

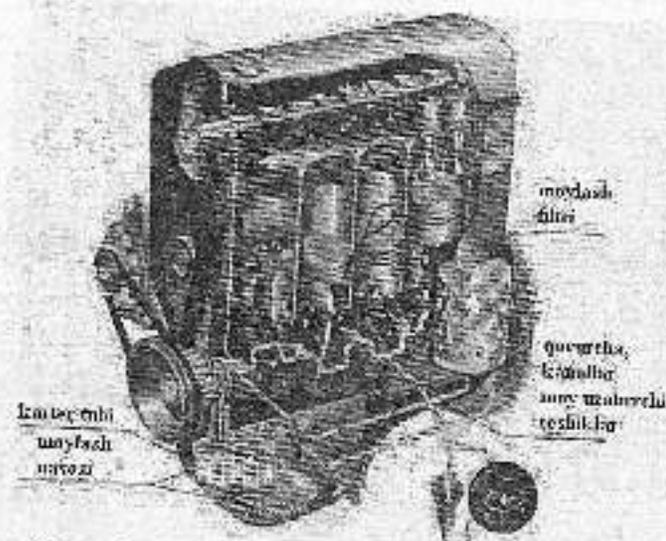


**Ikki taktili IYoD**

4-ilova



**Ikki taktili IYoD ning tuzilishi**



To'rt taktli ichki yonuv dvigatelni maylash exemasi

### 3 – TAJRIBA ISHI

#### «Parrakli nasoslar va ularning ishlash prinsipi»

**Ishdan maqsad:** parrakli nasoslarning tuzilishi, ishlash tartibi, va qo'llanilish sohasi bilan tanishish. Parrakli nasoslarning asosiy ko'rsatkichlarini o'rganish.

**Tayanch iboralar:** parrakli nasoslar, markazdan qochma nasos, o'qli nasos, ishchi g'ildirak, parraktar, so'rish va bosimli quvurlar.

**Kerakli jihozlar:** parrakli nasoslarning tuzilishini o'rganish uchun quyilma chizmasi, ish prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

1. Muxiddinov D.N., Matjanov E.K. Issiqlik elektr stansiyalarining turbinalari qurilmalari. O'quv qo'llama – Toshkent: Sharq, 2007.

2. Toshboyev N.T. «Issiqlik yuritgichlari» fanidan ma'ruzalar to'plami. 2000.

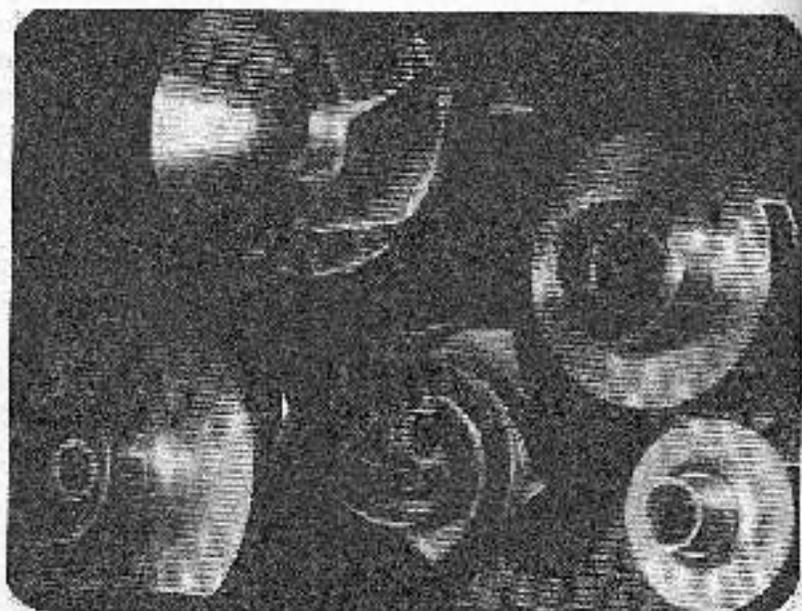
Ishning davomiyligi – 2 soat.

#### I. Umumiy ma'lumotlar

Hozirgi vaqtda nasos texnikasida asosan qo'llaniladigan nasos jihozlari: dinamik va hajmiy nasoslar. Dinamik nasoslar tarkibiga parrakli, oqimli va tarantillar kiradi. Bulardan eng ko'p uchraydigan nasoslar – parrakli nasoslar. Bunga sabab, ular elektr yuritgichlar bilan qulay moslanishi, katta miqdorda uzatilishi, ixchamligi, FIK yuqori, katta bosimlarni hosil qilish imkoniyatlarining mavjudligi.

Parrakli nasoslar – past, o'rta va yuqori bosimli markazdan qochma, o'qli va uyurtali turlarga bo'linadi.



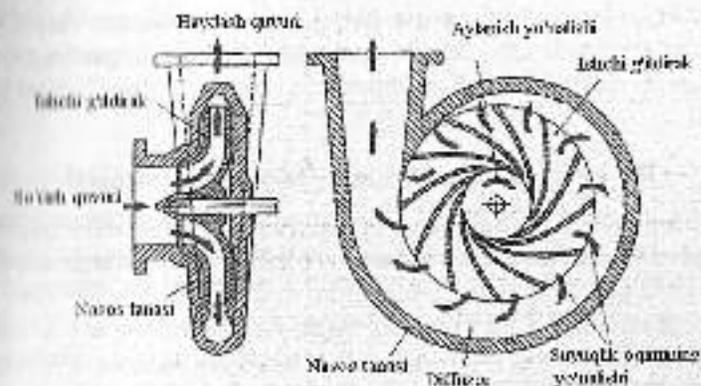


3 - rasmi. Ishchi g'ildirak turlari

Markazdan qochma nasos konstruksiyalarida «egiluvchan» valler ham qo'llaniladi. Val va unga joylashtirilgan detallar, birgalikda, nasos rotorini deyiladi. Val ishlab chiqarishda uglerodli konstruksion va maxsus legirlangan po'latlardan foydalaniladi. Nasosni moylashda suyuq moylar ishlatiladi. Markazdan qochma nasos valini yuritkich vali bilan tutashtirish uchun tutashtiruvchi mutfa qo'llaniladi.

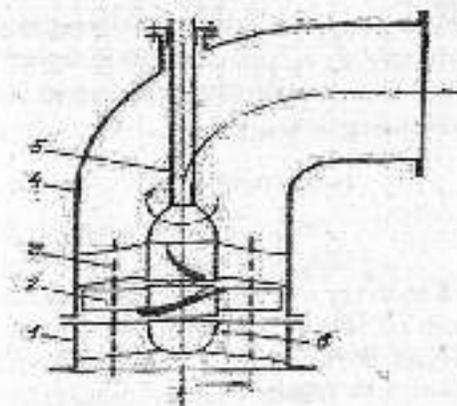
## II. Parrakli (markazdan qochma va o'qli) nasoslarning ishlash prinsipi

Markazdan qochma nasosda uzatilgan suyuqlik markazdan qochma kuch ta'sirida, aylanadigan g'ildirak markazidan chetga surilib, spiralli kameraga uzatiladi, bu yerdan esa quvurga haydab chiqariladi (4-rasmi).



4 - rasmi. Markazdan qochma nasosning ishlash prinsipi

O'qli mashina (nasos)da energiya mashina validan oqimga vtulkaga mahkamlangan konsol, parrakli ishchi g'ildirak yordamida uzatiladi. Mashinaning g'ildiragi o'q bo'yicha yo'nalishini saqlaydi, parraklari esa aylanish tekisligiga nisbatan burchak ostida joylashganligi uchun, g'ildirak suyuqlik (gaz)ni o'ziga tortib, biroz aylantirib g'ildirak o'qi bo'yicha yo'naltiriladi (5-rasmi).



5 - rasmi. O'qli nasos. 1 - so'rish quvuri; 2,3 - parraklar; 4 - haydash quvuri; 5 - nasos vali; 6 - vtulka

Mashina oqim qisomadagi ishqalanish va uyurmalar hosil bo'lishi, zichsizliklardan oqimning bir qismi oqib ketishi, podshipnik va saluiklarda mexanik ishqalanish, shuningdek disklarni suyuqlik gaz(ga) ishqalanishi natijasida o'qli mashinalarda energiya yo'qotilishlari sodir bo'ladi.

### III. Parrakli nasoslarning asosiy ko'rsatkichlari

Nasos ishlarini belgilovchi asosiy ko'rsatkichlar: uzatilish (unumdorlik), bosim, so'rish balandligi (napor) va nasoslarga uzatilgan energiya miqdori. Bir vaqt birligida uzatilgan suyuqlik yoki gaz miqdoriga unumdorlik deb aytiladi. Hajmiy o'lchov birlikda o'lchangan unumdorlikka hajmiy -  $Q$ , massali o'lchov birliklarda o'lchangan unumdorlikka massali -  $M$  unumdorlik deyiladi.

Ularni birlashtiruvchi bog'liqlik quyidagicha:

$$M = \rho Q$$

bunda,  $\rho$  - muhit zichligi,  $\text{kg/m}^3$

Nasos bosimini quyidagi ifoda orqali belgilash mumkin:

$$p = p_{in} - p_k + \frac{c_{in}^2 - c_k^2}{2} \rho + \rho g(z_{in} - z_k)$$

bunda,  $p_{in}, p_k$  - mashinadan chiqish va kirish bosimlari;  $\rho$  - ishchi muhit zichligi,  $\text{kg/m}^3$ ;  $c_{in}, c_k$  - ishchi muhitning nasosdan chiqish va kirish tezliklari,  $\text{m/s}$ ;  $z_{in}, z_k$  - nasosning chiqish va kirish kesimlari o'rtasidagi og'irlik markazlarining joylashish balundliklari.

So'rish balandligining to'la qiymati:

$$H = \frac{p}{\rho g}$$

yoki

$$H = \frac{p_{in} - p_k}{\rho g} + \frac{c_{in}^2 - c_k^2}{2g} + (z_{in} - z_k)$$

Nasosning quvvati nasos bajaradigan ishiga o'xshab, nasos quvvati va foydali quvvatlariga bo'linadi:

$$N_f = \frac{\rho Q g H}{1000} = \frac{Q p}{1000} \text{ yoki } N_f = \frac{M L_f}{1000}$$

Nasosning foydali ish koeffitsienti - uzatilgan energiyani, samarali iste'mol qilinishini belgilovchi parametridir.

U quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta = \frac{N_f}{N_e}$$

Nasosning foydali ish koeffitsienti nasos turiga, o'lchamlariga, konstruksiyasiga, so'riladigan suyuqlik turiga, nasosning ish rejimiga, tarmoqning xarakteristikasiga bog'liq bo'ladi.

Nasos va elektroyuritkiclardan iborat bo'lgan qurilmalarning energetik samaradorligi, qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti bilan belgilanadi:

$$\eta_{qur} = \frac{N_f}{N_{el}}$$

bunda,  $N_{el}$  - elektroyuritkicning quvvati.

MKGSS tizimida foydali quvvat quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$N_f = \frac{\rho Q H}{102}$$

### IV. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Markazdan qochma nasosning prinsipial sxemasini chizish.

### V. Nazorat savollari

1. Nasos deb qaysi mashinaga aytiladi?
2. Qanday guruhlarga nasoslar bo'linadi?
3. Parrakli nasoslar nasoslarning qaysi guruhiga kiradi?
4. Markazdan qochma nasos qaysi qismlardan iborat?
5. Markazdan qochma va o'qli nasoslarning farqi nimada?
6. Ishchi g'ildirakning vazifasi nimada?
7. Markazdan qochma nasoslar qayerlarda ishlatiladi?
8. O'qli nasoslar qayerlarda ishlatiladi?

#### 4 – TAJRIBA ISHI

##### «Markazdan qochma nasosni tajribada sinash»

**Ishdan maqsad:** markazdan qochma nasosning tuzilishi, ishlash tarkibi va qo'llanilish sohasi bilan tanishish, markazdan qochma nasosning ish xarakteristikasini tajriba yo'li bilan ko'rish.

**Tayanch iboralar:** parrakli nasoslar, markazdan qochma nasos, ishchi g'ildirak, parraklar, so'rish va bosimli quvurlar, nasos xarakteristikasi.

**Kerakli jihozlar:** markazdan qochma nasosning tuzilishini o'rganish uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o'rganish tajriba stendi.

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. Muxiddinov D.N., Matjanov H.K. Issiqlik elektr stansiyalarning turbinali qurilmalari. O'quv qo'llanma – Toshkent: Sharq, 2007.

2. Toshboyev N.T. «Issiqlik yuritgichlari» fanidan ma'ruzalar to'plami. 2000.

**Ishning davomiyligi** – 4 soat.

#### I. Umumiy ma'lumotlar

Quyidagi grafik shaklida ifodalangan bog'liqlarga markazdan qochma mashinalarning *xarakteristikalari* deyiladi:

$$H=f(Q); N=F(Q); \eta = F(Q); H_n = \varphi(Q); \eta_n = \theta(Q).$$

Agar  $n=const$  ( $n$  - nasos valinli aylanish chastotasi, *ayl/daq*) bo'lsa, bunday xarakteristikalar *o'zgarmas aylanma chastotali xarakteristikalar*, agar  $n=var$  bo'lsa, *o'zgaruvchan aylanma chastotali xarakteristikalar* deyiladi. Keltirilgan bog'liqlardan eng asosiysi  $H = f(Q)$  (so'rish balandligi va umumiylik orasidagi bog'liqlik) hisoblanadi.

#### II. Ishga tayyorgarlik

Tajriba ishini boshlashdan oldin mazkur bayonni o'qib chiqing.

1. 1, 2 – jadvallarini tayyorlab, tegishli rasmlarni chizib qo'yish.
2. Nasosni tajribada sinash vaqtida har xil manometr ko'rsatkichi ( $H_{man}$ ) da  $Z$ ,  $h_{sot}$ ,  $R$  ko'rsatkichlarini yozib olish.
3. Barcha kuzatishlarni jadvalga yozib olish.

#### III. Ishini bajarish tartibi

1. Hamma kattaliklarni o'lchash uchun o'lchov asboblari tekshirish va ishga tayyorlash.

2. Tartibga soluvchi kranni asta – sekin ochib, qulay rejim o'rnatish, barcha o'lchov asboblarning ko'rsatkichlarini yozib, hisoblab, nasosning ish tavsifini chizish.

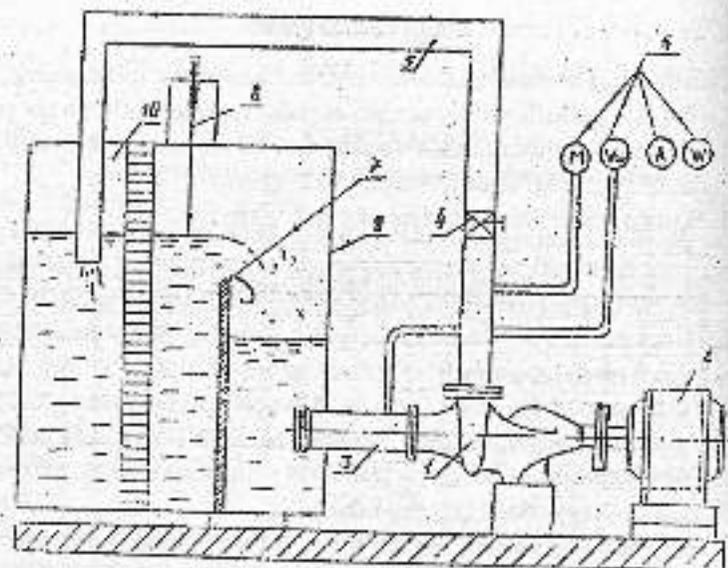
3. Hisobot tayyorlash (xulosa bilan).

Elektryuritkich ulanish sxemalari va barcha o'lchash asboblari va ularning ulash sxemalarning tajribaga tayyorgarligini tekshiring.

Bosimli bakdagi suv sathi uchburchakli oqova nav qirasigacha to'ldirilgan bo'lsin. Nasosni ishga tushirishdan oldin bosimli quvurda yostilavchi jumrak yopiladi. Nasos ishga tushiriladi va  $Q = \theta$  uchburchakli oqova navdagi suyuqlik sathini o'lchash mashinasi yordamida o'lchab jadvalga yozib oling. Asta – sekin jumrakni ochib borib, bir xil oraliqda barcha o'lchov asboblari ko'rsatkichini yozib oling. Tajriba sharoitida rejimlar soni kamida 5–6 ta bo'lishi shart. O'lchash natijalari 1 – jadvalga yozib olinadi.

1-jadval

№	$N_{sot}$ , kVt	$R$ , dm	$h_{sot}$ , sm	$z$ , sm	Ilova
1	2	3	4	5	6



1 - rasm. Markazdan qochma nasosni tajribada sinashning stand sxemasi

#### IV. Tajriba natijalarini hisoblash va hisobot tayyorlash

1. Tajriba natijalariga asoslanib quyidagi hisob - kitoblarni bajarib. Uchburchakli oqova navdagi suv sarflari  $Z_1$  va  $Z_0$  dan  $Z$  bosimni toping.

$$Z = Z_1 - Z_0, \text{ (sm)}$$

bunda  $Z_1$  - bosimli bakdagi suv sathi, sm;

$Z_0$  - uchburchakli oqava nav qirrasigacha bo'lgan masofa, sm.

2. Topilgan  $Z$  bosim kattaligi orqali tarirovka grafigidan (2-rasm) nasos unumdorligi topiladi.

3. Nasosning bosimi quyidagi ifodadan topiladi:

$$H = H_{\text{nk}} + H_{\text{man}} + \Delta h - (v_2^2 - v_1^2) / 2g,$$

bunda  $H_{\text{nk}}$  - tortish quvurdagi vakuummetrik bosimi:

$$H_{\text{nk}} = (h_{\text{nk}} \cdot \gamma_{\text{sn}}) / \gamma; \text{ sm}$$

$H_{\text{man}}$  - bosimli quvurdagi manometrik bosim:

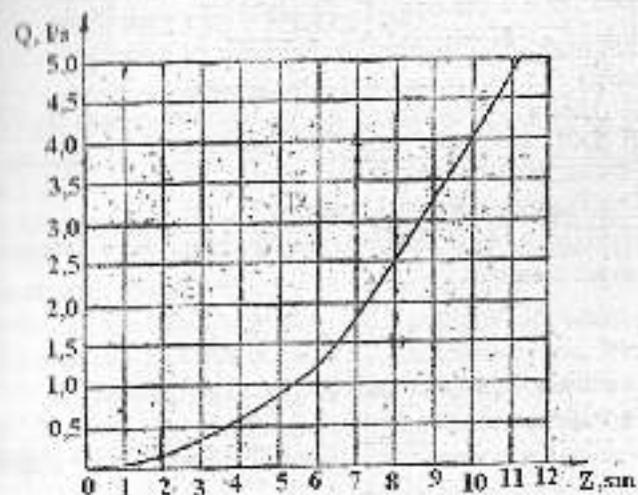
$$H_{\text{man}} = (R_{\text{man}}) / \gamma; \text{ sm}$$

bunda:  $h_{\text{nk}}$  - vakuummetr ko'rsatkichi, mm.sim.ust.;

$\gamma_{\text{sn}} = 13600 \text{ kg/sm}^2$  - simobning solishtirma og'irligi;

$\gamma$  - suvning solishtirma og'irligi  $\text{kg/sm}^2$ ;

$v_1$  va  $v_2$  - bosimli va haydash quvurlardagi suyuqlik oqimi o'rtacha tezliklari, m/sek.



2 - rasm. Tarirovka grafigi.

4. Nasosning foydali quvvati quyidagi ifodadan topiladi:

$$N_f = \gamma QH / 102, \text{ (kVt)}$$

5. Nasosning sarflangan quvvati quyidagi ifodadan topiladi:

$$N = N_{\text{d.n.}} / \eta_{\text{d.n.}} \text{ (kVt)}$$

bunda:  $N_{\text{d.n.}} = N_{\text{v.m.}} \alpha,$

$\eta_{\text{d.n.}}$  - elektr yuritkichning F.I.K.,

$N_{\text{v.m.}}$  - vattmetr ko'rsatkichi;

$\alpha$  - koefitsiyent vattmetr orqali topiladi.

Hisoblash natijalari 2-jadvalga yoziladi.

2-jadval

№	N, m	Z, sm	Q, m <sup>3</sup> /chas	N <sub>p</sub> , kVt	N <sub>s</sub> , kVt	η, %
1	2	3	4	5	6	7

#### IV. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3.  $H=f(Q)$ ,  $\eta=f(Q)$ ,  $N=f(Q)$  bog'lanishlar orqali nasosning ish tavsifi chiziladi.

#### V. Nazorat savollari

1. Markazdan qochma nasosning tuzilishi qanday?
2. Boshqa nasoslardan farqi nimada?
3. Nasosning bosimi, suyuqlik sarfi, quvvati va F.I.K. qanday topiladi?
4. Nasosning ish tavsiflari qanday chiziladi?
5. Markazdan qochma nasos tajribada qanday sinaladi?

#### 5 – TAJRIBA ISHI

##### «IHM dasturi yordamida shesternyali nasosning xarakteristikasini tuzish»

**Ishdan maqsad:** shesternyali nasosning tuzilishi, ishlash tarkibi, va qo'llanilish sohasi bilan tanishish. Shesternyali nasosning ish xarakteristikasini tajriba yo'li bilan ko'rish.

**Tayanch iboralar:** shesternya, shesternyali nasos, nasos tishchalari, hajmiy F.I.K, nasos xarakteristikasi.

**Kerakli jihozlar:** shesternyali nasosning tuzilishini o'rganish uchun qurilma chizmasi, ish prinsipiini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

**Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.**

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. Muxiddinov D.N., Matjanov E.K. Issiqlik elektr stansiyalarining turbinali qurilmalari. O'quv qo'llanma – Toshkent: Sharq, 2007.

2. Toshboyev N.T. «Issiqlik yuritgichlari» fanidan ma'ruzalar to'plami. 2000.

**Ishning davomiyligi** – 4 soat.

#### I. Umumiy ma'lumotlar

Shesternyali nasoslar ham plunjerli nasoslar singari hajmiy nasoslar guruhiga kiradi. Bunday nasoslar ham ishlash jarayonida suyuqlikka R/pq bosim o'rttirish yo'li bilan energiya beradi. Boshqa hajmiy nasoslar singari so'rish jarayonida shesternyali nasoslar ishlagan vaqtida uning haydash qismida ish hajmi kamayadi, bosim esa oshadi. Natijada, suyuqlik haydash quvuriga haydaladi.

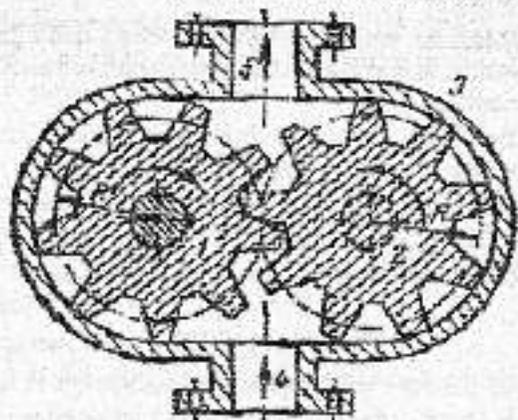
Shesternyali nasoslar o'zining tuzilishiga ko'ra rototli hajmiy nasoslar turiga kiradi, chunki ularning asosiy ish qismlari aylana bo'ylab harakatlanadi.

Bu nasoslarning tuzilishi ancha soddadir. Ular ikkita bir xil shesternyalardan iborat bo'lib, korpus ichida joylashgan bo'ladi. Yetaklovchi shesterniya harakatni elektr yuritgichdan oladi. Nasosda ikkita qopqoq bo'lib, (1-rasm) ular yetaklovchi va yetaklanuvchi valikli podshipnik va sulniklar bilan ta'minlangan.

Shesterniyali nasoslar hozirgi zamon texnikasida keng qo'llaniladi. Ular stanok va mashinalarda, TYoDning riziimlarida, parmalash va pardozlash stanoklarida, katta bosim talab qiladigan gidrouzatmalarida va hoshqa tur xil sohalarda ishlatiladi.

Shesterniyali nasoslarning nazariy sarfini quyidagicha hisoblash mumkin:

Agar shesterniyaning tishlar soni -  $z$ , tishlar hajmi -  $W$ , bo'lsa, unda shesterniyaning bir marta aylanishida haydaladigan suyuqlik hajmi -  $zW$ , bo'ladi, ikkala shesterniya uchun esa suyuqlik hajmi -  $2zW$ , ga teng.



1 - rasm. Tishli (shesterniyali) nasos sxemasi

1,2 - tishli g'ildiraklar; 3 - nasos tanasi; 4,5 - so'rish va haydash quvurlari

Agar tishchalar aylanish soni bir daqiqada  $n$  ga teng bo'lsa, nazariy sarfi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$Q_{\text{nar}} = 2zWn$$

Tishlarning hajmlar yig'indisi ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$zW = \rho D_0 mb$$

bunda  $D_0$  - shesterniyaning boshlang'ich aylana diametri, *mm*;

$m$  - tishlashish moduli, *mm*;

$b$  - shesterniyaning eui, *mm*.

U holda nazariy sarf uchun ushbu ifodani yozish mumkin:

$$Q_{\text{nar}} = 2\rho D_0 mbn$$

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, shesterniyali nasoslarda nazariy sarf bosimga bog'liq emas, shuning uchun ham nazariy xarakteristika  $Q_{\text{nar}} = f(P)$  bosim o'qiga parallel to'g'ri chiziqdan iborat bo'ladi. Shunday qilib shesterniyali nasoslar bosil qiladigan bosim ancha katta bo'lib, faqat o'zi ishlayotgan tarmoq xarakteristikasiga bog'liq bo'ladi. Shesterniyali nasoslarda haqiqiy sarf  $Q_{\text{haj}}$  to'g'ri chiziqdan farq qiladi. Shunga qaramasdan bu nasoslar ishlash vaqtida haydash quvurdagi jo'mrak yopiq bo'lsa, katta bosim hisobiga tarmoqda halokar sodir bo'lishi mumkin. Bunday halokatlarga quvur ulangan qismlarning uzilishi, elektr yuritgichning ishdan chiqishi, ulashtiruvchi muftaning buzilishi va boshqalar misol bo'ladi.

Bunday halokatlarning oldini olish uchun hajmiy nasoslar ehtiyotlash klapanlari bilan jihozlanadi. Bu klapanlar bosim ortgan vaqtda suyuqlikning haydash zonasidan so'rish zonasiga o'tkazib tutadi.

Shesterniyali nasoslarning haydash zonasidagi bosim so'rish zonasidagiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Shuning uchun suyuqlikning bir qismi haydash zonasidan so'rish zonasiga radial va ko'ndalang yoriqlardan oqib o'tadi. Shesterniyali nasoslarda bu suyuqlik miqdori bosimga qarab o'zgaradi va hajmiy FIK orqali hisobga olinadi.

$$\eta_k = Q_{\text{haj}} / Q_{\text{nar}}$$

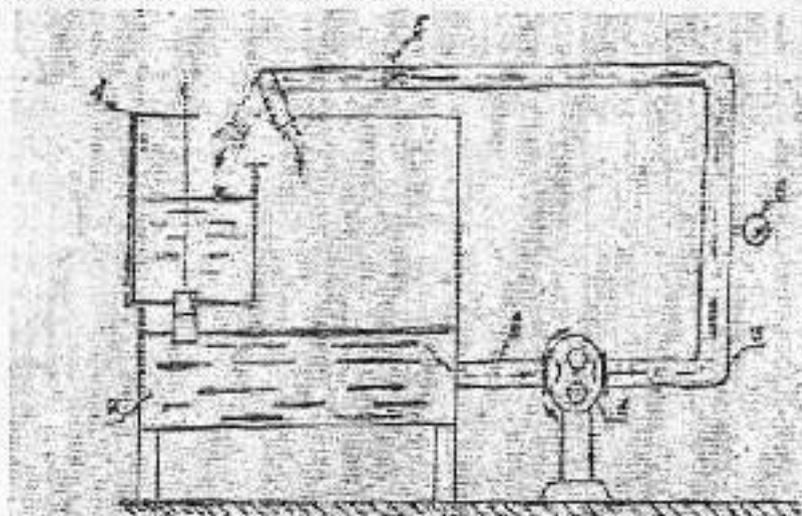
bunda  $Q_{\text{haj}}$  - haqiqiy sarf;

$Q_{\text{nar}}$  - nazariy sarf.

## II. Shesterniyali nasosning ishlash prinsipi

Shesterniyali nasosni sinush yopiq siklda ishlaydigan tajriba qurilmasida bajariladi (2-rasm). Nasos ishlayotganda bak (7)dagi yogʻ(suyuqlik) soʻrish quvuri (2) orqali nasosning ish hajmidagi bosimning oʻzgarishiga qarab haydash quvuriga (3) siqiladi va yana quvur (3) orqali bakka (7) qaytib quyiladi.

Haydash quvuridagi bosim manometr (6) orqali oʻlchanadi. Quvur xarakteristikasi joʻmrak (5) orqali oʻzgartiriladi. Agar joʻmrak (5) yopilsa, nasosning bosimi oshadi. Nasosning sarfi  $Q$  hajmiy usulda darajalangan idish (4) yordamida vaqrga qarab hisoblanadi.



2-rasm. Tajriba qurilmasining tuzilishi

Nasosning ehtiyoj klapani (10) atmosfera bosimiga toʻgʻirlangan. Lekin bosim 5-6 atm boʻlganda ham suyuqlikning haydash zonasidan soʻrish zonasiga oqib oʻtishi kuzatiladi. Shuning uchun ham nasosning ish xarakteristikasini olishda bosimni 6 atm dan oshirmaslik maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Joʻmrak (5) yordamida haydash quvuri (3)dagi bosim maʼlum bir kattalikka oʻrnatiladi va nasosning haqiqiy sarfi oʻlchanadi. Buning

uchun darajalangan bak (4)ka oqib tushayotgan suyuqlik hajmi  $W$  vaqt  $t$  ga qarab aniqlanadi.

sinov 5-6 marta har xil bosimlarda oʻtkaziladi.

## III. Tajriba natijalarini hisoblash

Haqiqiy sarf quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{\text{haj}} = W/t, (l/\text{min});$$

Nazariy sarf:

$$Q_{\text{naz}} = 2 \pi D, n; l; n, (l/\text{min})$$

Haqiqiy FIK:

$$\eta_h = Q_{\text{haj}}/Q_{\text{naz}}$$

Oʻlchash va hisoblash natijalari quyidagi 1-jadvalga yoziladi.

1-jadval

No	Oʻlchashlar			Hisoblashlar		
	P	W	t	$Q_{\text{haj}}$	$Q_{\text{naz}}$	$\eta_h$
	atm	l	min	l/min	l/min	%
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Hisoblash natijalariga koʻra 1- jadvaldan shesterniyali nasos ish xarakteristikalarini  $Q, \eta = f(P)$  quriladi.

#### IV. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Nasosning prinsipial sxemasini chizish.

#### V. Nazorat savollari

1. Shesterniyali nasos qaysi qismlardan iborat?
2. Shesterniyali va plunjerli nasoslarning afzalliklari nimada?
3. Rotorli nasoslarning ishi hajmi deb nimalar tushuniladi?
4. Hajmiy FIK qanday aniqlanadi?
5. Nasosning ish xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
6. Hajmiy nasoslarning boshqa turlari keltirilsin.
7. Shesterniyali nasoslarda nazariy va haqiqiy uzatishlar orasidagi farq nimada?
8. Shesterniyali nasoslarda bosimini sozlash chegarasi?
9. Shesterniyali nasoslarni xarakteristika grafigining ifodasi keltirilsin.
10. Shesterniyali nasoslar qayerlarda ishlatiladi?

#### 6 – TAJRIBA ISHI

##### «Markazdan qochma ventilyatorning ish prinsipini o'rganish» (virtual shaklida)

**Ishdan maqsad:** markazdan qochma ventilyatorni ishlash prinsipini, tuzilishini, asosiy ishchi ko'rsatkichlarini, aerodinamik xarakteristikasini tuzishning ketma-ketligini o'rganish.

**Tayanch iboralar:** markazdan qochma ventilyator, xarakteristika, havo almashinuv, ishchi g'ildirak.

**Kerakli jihozlar:** markazdan qochma ventilyatorning tuzilishini o'rganish uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o'rganish uchun virtual tajriba ishi, taqdimot slaydlari.

**Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.**

**Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:**

1. Muxiddinov D.N., Matjanov E.K. Issiqlik elektr stansiyalarning turbinali qurilmalari. O'quv qo'llanma – Toshkent: Sharq, 2007.

2. Toshboyev N.T. «Issiqlik yuritgichlari» fanidan ma'ruzalar to'plami. 2000.

**Ishning davomiyligi – 2 soat.**

#### I. Umumiy ma'lumotlar

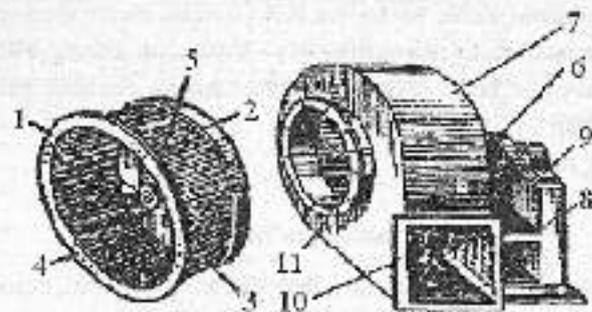
Toza gaz va mayda qattiq zarrachali gaz aralashmalari, oqim zichligi  $1,2 \text{ kg/m}^3$  bo'lganda, bosim ortish darajasi 1,15 dan oshmagan gazlarni uzatadigan mashinalarga markazdan qochma ventilyatorlar deyiladi. Markazdan qochma ventilyatorning o'ziga xos xususiyati shundaki, ishchi g'ildirakdagi markazdan chetga harakatlanuvchi gazlarning markazdan qochma kuchlari bajargan ishlar hisobidan bosimning ortishini amalga oshirishidir.

Gaz bosimi biroz oshganda, uning termodinamik holati o'zgarishi, o'tiborga olmasa ham bo'ladi. Shuning uchun markazdan qochma ventilyatorlarga siqilmsiydigan muhitlar uchun mashinalar nazariyaviy qo'llaniladi.

Sanoat va uy-joy xo'jaliklarida bino va ish joylarni ventilyatsiyalash, texnologik jarayonlarda sodir bo'lgan zaharli moddalarni tortib olishda keng ravishda markazdan qochma ventilyatorlar qo'llaniladi.

Isoqlik energiyasida ventilyatorlar yordamida bug' generatorlar o'txonasiga havo uzatiladi, kukun tayyorlash tizimlarda yoqilg'ini aralashmalari harakatga keltiriladi, tutun gazlari tortib olinadi. Ventilyatorning tuzilishi 6.1-rasmda ko'rsatilgan.

Bunda ishchi g'ildirak, asosiy disk (2), qo'yma stupisa (1) bilan, qattiq biriktirilgan. Ishchi kuraklar 3 asosiy disk (2) va oldindagi disk (4)ga qattiq biriktirilib, parrakli panjaraning (5) mustahkamligini ta'minlaydi; shkiiv (6) orqali ventilyator harakatga keltiriladi. Ventilyator tanasi (7) quyma yoki payvandlangan stanina (8)ga biriktiriladi; staninada, ishchi g'ildirak o'rnatilgan, ventilyator valini ko'tarib turuvchi, podshipniklar (9) joylashgan; tortuvchi va haydovchi quvurlarni biriktiruvchi flaneslar (10), (11).



1-rasm. Markazdan qochma ventilyator:

1-qo'yma stupisa; 2-asosiy disk; 3-ishchi g'ildiraklar; 4-oldingi disk; 5-parrakli panjara; 6-ventilyatorni harakatga keltiruvchi privodning shkiivi; 7-ventilyator tanasi; 8-ventilyator o'rnatiladigan stanina; 9-podshipniklar; 10, 11-ishchi g'ildirakni se'rish va bosimni quvurlarni tutashtiruvchi flanes

Markazdan qochma ventilyatorlar ishlab chiqaruvchi korxonalarda ta'min geometrik seriyalar ishlab chiqariladi. Har qaysi seriya, o'xshash o'lchamlarning o'zgarmas nisbati bilan belgilanadi; seriyadagi ayrim mashinalarning o'lchamlari va ularning ishchi ko'rsatkichlari turlicha bo'ladi.

Berilgan seriyaning geometrik shakli aerodinamik sxemada tasvirlashtiriladi, bunda ventilyatorning hamma o'lchamlari ishchi g'ildirakning tashqi diametriga nisbatan foizda beriladi.

Markazdan qochma ventilyatorlar GOST 5976-73 bo'yicha belgilanadi; bunda U - markazdan qochma ventilyatorlar, belgidagi birinchi raqam  $\eta_{\text{max}}$  rejimdagi to'liq bosim koeffitsiyentini beshga ko'paytirilgan miqdorini butun songacha yaxlitlangan soni; ikkinchi raqam  $\eta_{\text{max}}$  rejimdagi butun songacha yaxlitlangan tezkorlik koeffitsiyenti. Ventilyator belgisiga diametr  $D_2$  ning detsimetrdagi qiymati ham kiritilishi mumkin.

Masalan: U4-70-4 markali ventilyatorlarda  $D_2 = 400 \text{ mm} = 4 \text{ dm}$  to'liq bosimning koeffitsiyenti - 0,86 ( $0,85 \times 5 - 4$ ), tezkorlik koeffitsiyenti  $n_2 = 70$  ga teng bo'ladi.

## II. Markazdan qochma ventilyatorning ishlash prinsipi

Ventilyator ishini belgilovchi asosiy ko'rsatkich  $\omega$  - valning aylanish soni,  $P$  - bosimi,  $Q$  - sarti,  $\eta$  - foydali ishlash koeffitsiyenti,  $N$  - ishlatish quvvatlarining o'zero bog'liqligini tasvirlovchi grafigiga ventilyatorning ishchi tavsifi deyiladi. Tavsif tajribada sinash natijalarini bo'yicha tuziladi. Ventilyatorning to'liq tavsifi  $n = \text{const}$  bo'lganda  $P = f(Q)$ ;  $\eta = f(Q)$ ;  $N = f(Q)$ ; bog'liqlar orqali ifodalanaadi.

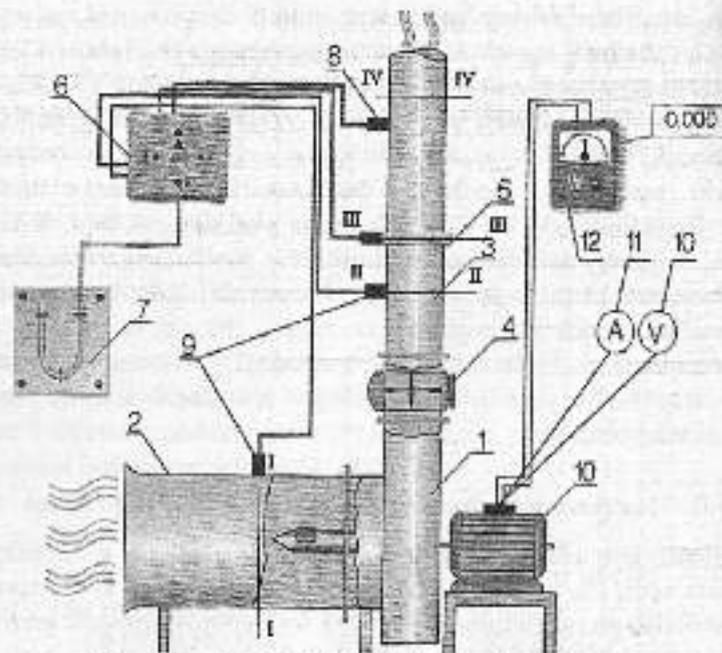
Markazdan qochma ventilyatorning aerodinamik tavsifini tuzishda quyidagilar hisobga olinadi:

1) - ventilyatorning (2) so'ng havoning statik bosimi -  $P_n$ , II - II kesimida, U - simon manometr (7) yordamida (jumrak 6, yordamida 2 - holat) aniqlanadi;

2) ventilyator oldidagi havoning statik bosimi -  $P_1$ , I-I kesimida, U - simon manometr (7) yordamida (jumrak 6, yordamida 1 - holat) aniqlanadi;

3) diafragma bosimining o'zgarishini, III-III kesimida, U-simon manometr (7) yordamida (jumrak 6, yordamida 3 - bolat) aniqlanadi;

4) ventilyator ishlatgan quvvat miqdori  $N_{\text{el}}$  vattmetr (12) orqali aniqlanadi.



2 - rasmi. Virtual bajariladigan tajriba stendi

### III. Tajribani bajarish tartibi

Zadviyka (4) holatini o'zgartirib, havo oqimining sarfi o'zgartiriladi va natijalar bo'yicha,  $P = f(Q)$  tavsifini tuzish mumkin. Havo sarfi kollektor bo'yicha aniqlanadi, bunda agarda kollektorga kirishidagi bosim yo'qotilishlarini va havo yo'lining tekis qismlaridagi mahalliy qarshiliklar koeffitsiyenti  $\zeta = 0,05$  deb belgilansa, standart sharoitdagi havoning solishtirma hajmi  $j = 1,2 \text{ kg/m}^3$  ga teng.

$$Q = \{(2gP_j) / [(1 + \zeta) f^{1/2} (\pi d_s^2) \cdot 3600 - 11100 d_s^2 (P_j)^{1/2}]\}^2$$

bunda:  $d_s = 0,35 \text{ m}$  - so'ruvchi havo yo'lining diametri;

$P_s$  - kollektordagi statik bosimi,  $\text{kg/m}^2$ .

Ventilyatorning to'liq bosimi  $P$  ni aniqlashida, aniqlangan ventilyatordan so'ng statik bosimi  $P_s$  ga, aniqlangan  $d = 120 \text{ mm}$  ga teng bo'lgan bosimli havo quvuridagi dinamik bosimi  $P_{\text{din}}$  qo'shiladi va bosim o'zgaradigan kesimigacha so'ruvchi quvurdagi bosim yo'qotilishi  $\zeta_{\text{av}} \cdot P_{\text{av}}$  ga teng deb qabul qilinadi.

$$P = P_s - P_{\text{din}} + \zeta_{\text{av}} \cdot P_{\text{av}} + \zeta_{\text{batta}} \cdot P_{\text{batta}}$$

Agarda  $\zeta_{\text{av}} = 0,09$ ;  $\zeta_{\text{batta}} = 0,07$ ;  $\zeta = 0,05$  deb qabul qilib, to'liq bosimning ifodasiga qo'yilsa, quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$P = P_{\text{batta}} + P_s [1,02 (d_{\text{batta}} / d_{\text{av}})^2 + 0,085] - P_{\text{batta}} + P_s k,$$

bunda  $k = 1,02 (d_{\text{batta}} / d_{\text{av}})^2 + 0,085$  - berilgan havo quvurining doimiyi.

Aylanish chastotasi o'zgarimas holda, zadviyka holatini o'zgartirish natijasida,  $P_s$  va  $P_{\text{batta}}$  larning qiymati bir vaqtda 5-7 marta o'zgartiriladi. O'lehov natijalari 2 - jadvalga tushiriladi.

Aniqlangan  $P$  va  $Q$  qiymatlari bo'yicha  $P = f(Q)$  tavsifi quriladi.

Ventilyatorning foydali quvvati, ya'ni vaqt birligidagi havo oqimiga ventilyator orqali uzatiladigan energiya miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$N_f = Q \cdot P / 102, \text{ kVt.}$$

bunda:  $Q$  - havo sarfi,  $\text{m}^3/\text{soat}$ ;

$P$  - bosim,  $\text{kg/m}^2$ .

Ventilyator validagi quvvatni aniqlovchi ifoda:

$$N_e = N_{\text{av}} / \eta_{\text{av}}$$

bunda:  $N_{\text{av}}$  - vattmetrdan olingan qiymat (12kv);

$\eta_{\text{av}}$  - elektr yuritkichning f.i.k.,  $\eta_{\text{av}} = 0,9$ .

Hisob natijalari 2 – jadvalga kiritiladi.

Ventilyator ishlatadigan quvvat miqdori, foydali quvvatidan farq ventilyatoridagi bosim yo'qotilishlar miqdoriga teng bo'ladi:

$$N_{\text{vor.}} = N_f / \eta_{\text{vor.}}$$

buada  $\eta_{\text{vor.}}$  – ventilyatorning to'liq f.i.k ti bo'lib, ventilyatoridagi hamma yo'qotilishlarni hisobga oladigan koeffitsiyentidir.

2-jadval

$P_{\text{vor.}}$	$P_{\text{or.}}$	$P$	$Q$	$N_f$	$N_{\text{el.vor.}}$	$N_v$	$\eta_{\text{m.}}$
Kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	ta <sup>2</sup> /soat	kvt	kvt	Kvt	%

#### IV. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Markazdan qochma ventilyatorning prinsipial sxemasini chizish.

#### V. Nazorat savollari

1. Ventilyator deb qaysi mashinaga aytiladi?
2. Ventilyatorlar qanday guruhlariga bo'linadi?
3. Parrakli nasoslar nasoslarning qaysi guruhiga kiradi?
4. Markazdan qochma ventilyator qaysi qismlardan iborat?
5. Markazdan qochma va o'qli ventilyatorlarning farqi nimada?
6. Ishchi g'ildirakning vazifasi nimada?
7. Markazdan qochma ventilyatorlar qayerlarda ishlatiladi?
8. O'qli ventilyatorlar qayerlarda ishlatiladi?

#### 7-TAJRIBA ISHI

#### «CO - 7A kompressor qurilmasining tuzilishini o'rganish»

**Ishdan maqsad:** kompressorning konstruktiv tuzilishini chuqur o'rganib chiqish va kompressor qurilmasining ishlash prinsipi hamda tarkibini chizishni o'rganish.

**Tayanch iboralar:** kompressor, porshen, silindr, ishchi bosim, siqilgan havo, bosim ortish darajasi.

**Kerakli jihozlar:** kompressorning konstruktiv tuzilishini o'rganish uchun qurilma chizmasi, ish prinsipini o'rganish uchun taqdimot shaklida videoroliklar.

Taqdimotning bir necha slaydlari ilovada keltirilgan.

Tajriba ishini bajarish uchun quyidagi adabiyotlar bilan tanishib chiqish kerak:

1. Muxiddinov D.N., Matjanov E.K. Issiqlik elektr stansiyalarning turbinali qurilmalari. O'quv qo'llanma – Toshkent: Sharq nashriyoti, 2007.

2. Toshboyev N.T. «Issiqlik yuritgichlari» fanidan ma'ruzalar to'plami 2000.

Ishning davomiyligi – 2 soat.

#### I. Umumiy ma'lumotlar

Kompressorlar deb, gazlarning shu, jumladan, havoni 3 atm dan yuqori bo'lgan bosim bilan siqish uchun xizmat qiluvchi mashinalarga aytiladi.

Kompressorlarda olinadigan siqilgan havo texnikaning turli sohalarida keng qo'llaniladi.

Masalan, siqilgan havoda ishlovchi bolg'alarda; metallurgiya sanoatida; o'choqlarga havo purkashda, metallarga katta bosim ostida

qurilishda; pardoqlash ishlarini bajarishda; metall quymalarning sirtini qumli oqim bilan tozalashda va h.k.

Kompressorlar ikki turga bo'linadi:

- 1) porshenli kompressorlar;
- 2) markazdan qochma kuchga ega bo'lgan kompressorlar.

Kompressor mashinalarining ishi termodinamik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, gazning siqilishidagi haqiqiy jarayon bilan ideal jarayonlarning farqi shundaki, haqiqiy jarayonda zararli hajm va bosim yo'qotishlar hisobga olinadi, ideal jarayonda esa hisobga olinmaydi.

## II. Kompressor CO – 7A tuzilishi va ishlash prinsipi

**Kompressor CO – 7A qurilmasining texnik tavsifi**

Ishlab chiqarish quvvati – 30 m<sup>3</sup>/soat;

Ishchi bosimi – 6 kgs/sm<sup>2</sup> (6 \* 10<sup>5</sup> Pa);

Silindr diametri – 78 mm;

Porshen diametri – 75 mm;

Silindrlar soni 2;

Porshenning harakat masofasi – 85 mm;

Tirsakli valning aylanish tezligi 1000 marta/min;

Tirsakli valning aylanish yo'nalishi soat strellkasi yo'nalishiga qarshi;

Yog' sarfi 40 g/soat dan ko'p emas;

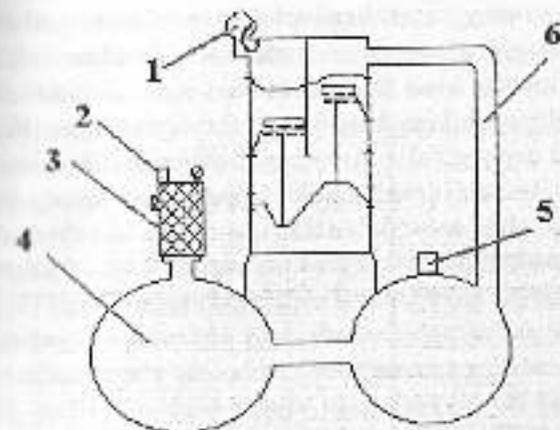
Bosimni sozlash chegarasi – 2-6 kgs/sm<sup>2</sup>;

Elektr dvigatelining turi – AOL2-32-2;

Quvvati – 4 kVt;

Valning aylanish soni – 2880 ayl/min;

Resiverning hajmi – 22 litr.



1 – rasm. CO – 7A kompressorning sxemasi.

- 1 - havo filtri; 2 - bosim sozlagich; 3 - yog' - namlik tozalagich; 4 - resiver; 5 - ehtiyot klapani; 6 - haydash quvuri.

Porshen pastga harakatlanganda, silindrdagi bosim atmosfera bosimiga nisbatan kamayib ketadi, natijada atmosfera bosimining kuchi tubayli so'rish klapani ochilib, silindr havo filtridan (1) o'tgan havo bilan to'ldi. Porshen qayta yuqoriga qarab harakatlanganda, silindrdagi havo atmosfera bosimiga nisbatan katta bosim bilan siqiladi, natijada so'rish klapani yopilib, tashqi havoning silindr bilan aloqasi uziladi (1-rasm). Porshenning yuqoriga qarab harakatlanishi davom etadi va silindrda havo haydash klapanini va haydash quvuridagi siqilgan havo qanchiligini yenguniga qadar siqiladi. Shu daqiqada haydash klapani ochilib, siqilgan havo porshen yordamida silindrdan silindr qopqog'idagi haydash kamerasiga haydash chiqariladi va haydash quvuri (6) orqali resiver (4)ga, so'ngri uudan yog'-namlik tozalagichga (3) kelib toxtadi. Havo yog'-namlik tozalagichdan ikkita taqsimlanuvchi kran orqali iste'molchiga yuboriladi. Yog'-namlik tozalagichda bosimni kuzatish uchun manometr va siqilgan bosimni sozlash uchun bosim sozlagich (2) o'rnatilgan. Kompressordagi bosim me'yordan oshib ketmasligi uchun resiverga ehtiyot klapani (5) o'rnatilgan.

CO-7A – oddiy harakatlanuvchi, havo bilan sovutiladigan, ikki silindrli, bir pog'onali porshenli kompressor hisoblanadi. Kompressor karteri va silindrlar bloki cho'yandan quyilgan. Silindrlarni sovutish uchun silindrlar blokiga halqali qirralar o'rnatilgan. Kompressor silindrlarining qopqog'i alyuminiydan qo'yilgan bo'lib, sovutish uchun uning tushqi tomoni qirralar bilan jihozlangan. Qopqoqning ichki tomonidagi bo'shliq to'siq bilan ikki qismga, ya'ni so'rish va haydash bo'shliqlariga ajratilgan. Har bir silindr prujina lentasidan tayyorlangan so'rish va haydash klapanlari bilan ta'minlangan.

Shatunlar – shatamlash usuli bilan po'latdan tayyorlangan. Quyruq kallasiga habitli quyma o'rnatilgan bo'lib, yuqori kallasiga esa, bronza lentasidan tayyorlangan vtulka siqib qo'yilgan. Porshenlar alyuminiy qotishmasidan qo'yilgan bo'lib, ularning har birida ikkita zichlash va ikkita yog' sidirish porshen halqalari bor. Tirsak val po'latdan qolipda tayyorlangan bo'lib, ikkita radial zoldirli podshipniklarga tayanadi.

Havo filtri – silindr shaklida bo'lib, silindr kallachasi tagidagi so'rish bo'shlig'iga kirayotgan havoni tozalash uchun xizmat qiladi.

Yog'-namlik tozalagich – payvandlangan balon shaklida bo'lib, ichida Rashig halqalari bilan to'ldirilgan stakan bor. Yog'-namlik tozalagichning vazifasi iste'molchiga yuboriladigan siqilgan havoni yog' va suv zarrachalaridan tozalashdir. Ajratib olingan yog' va suv balon tubiga oqib tushadi va to'kish teshigidan vaqti-vaqtida to'kib tashlanadi.

Bosim sozlagich yordamida bosimni 2 dan 6 kg/sm<sup>2</sup> gacha sozlash mumkin. Ortiqcha siqilgan havoni chiqarib yuborish yo'li bilan kerakli bosim saqlanadi.

Vint (6) bilan kerakli bosim sozlanayotganda, prujina (4)ga kerakli bosimga mos keluvchi zo'riqish beriladi va undan so'ng sozlash vintu kontrgayka bilan (5) yopib qo'yiladi.

Ehtiyot klapani - 7 kgs/sm<sup>2</sup> ga moslab sozlangan bo'lib, bosimning me'yordan oshib ketmasligi uchun xizmat qiladi.

Resiver – tuzilishi jihatidan bir-biriga tutashirilgan ikkita po'lat quvuridan iborat bo'lib, quyidagilarni amalga oshirish uchun xizmat

qiladi: a) kompressor porshenining ilgari lama qaytar harakati tufayli yaratilgan bo'ladigan havo tebranishini bir maromga keltirish uchun; b) yaratilgan havoni tekis iste'mol qilinganda havo bosimi tebranishini yo'qotish uchun; v) havo bilan birga resiverga kirib qolgan suv va yog' zarrachalaridan tozalash uchun.

Moy karterga moy ulagich yopadigan teshik orqali quyiladi. Moy sathi moy o'lchagich yordamida aniqlanadi. Moy sathi moy o'lchagichdagi yuqori va pastki belgilar orasida bo'lishi kerak. Moylash uchun kompressor moyi ishlatiladi. Elektr dvigatel podshipniklariga vaqti-vaqti bilan tavot va shunga o'xshash quyuq moy ishlatiladi. Kompressor to'siq bilan o'ralgan dvigatel yordamida ishga tushiriladi.

### III. Kompressor CO – 7A ishlab chiqarish quvvatini hisoblash

Bir pog'onali, ikki silindrli, oddiy harakatlanuvchi kompressorning nazariy ishlab chiqarish quvvati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$V_a = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 60 \cdot S \cdot n, \text{ m}^3/\text{soat} \quad (1)$$

bunda: 2 – kompressor silindrlarining soni;

S – porshen yo'li, m;

D – porshen diametri, m;

n – kompressor valining aylanish soni, ayl/min.

Shu kompressorning haqiqiy ishlab chiqarish quvvati quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$V = V_a \cdot l = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 60 \cdot S \cdot n \cdot l, \text{ m}^3/\text{soat} \quad (2)$$

bunda: l – uzatish koeffitsiyenti.

#### IV. Ish bo'yicha hisobot

Hisobot quyidagilardan iborat bo'lishi kerak:

1. Ishning qisqacha tavsifi.
2. Qurilmaning prinsipial sxemasi.
3. Kompessorning prinsipial sxemasini chizish.

#### V. Nazorat savollari

1. Kompessor deb nimaga aytiladi?
2. Kompessorning vazifasi nimada?
3. Kompessorlar qanday tirlarga bo'linadi?
4. Kompessorning asosiy elementlariga nimalar kiradi?
5. Purshenli kompressor qaysi asosiy elementlardan iborat?
6. Qaysi sohalarda kompressorlar ishlatiladi?
7. CO-7A kompressor nima bilan sovutiladi?
8. CO-7A kompressor necha pog'onali?
9. Resiverning vazifasi nimada?
10. CO-7A kompressor bosimini sozlash chegarasi?

#### ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ НЕОБХОДИМЫЕ ЗНАТЬ СТУДЕНТАМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Студенты при выполнении лабораторных работ необходимо знать правила техники безопасности. При выполнении лабораторных используются электроприборы поэтому необходимо соблюдать соответствующие правила техбезопасности при работе с электроприборами. Как известно напряжение 40-42 В небезопасно, т.к. при этом через человека проходит ток силой до 0,1-0,3 А. Поэтому, соприкосновение с током силой в 50 мА вызывает ранение, а в 100 мА приводит к смертельному исходу.

Следовательно при выполнении лабораторных работ студенты должны соблюдать следующие правила технической безопасности:

- 1) Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы необходимо подробно ознакомиться с ней.
- 2) Сбор заданной схемы и её звеньев выполняется с отключенным выключателем.
- 3) При сборе основной схемы нельзя использовать оборванные провода, а также неисправные приборы.
- 4) После сбора заданной схемы, необходимо проверить работоспособность устанавливаемых приборов и качество выполненного их заземления.
- 5) При подключении к источнику электроэнергии необходимо проверить качество изоляции.
- 6) Если при использовании воды в лабораторной работе, необходимо проверить исправность и целостность водоподводящих плитов.

7) При работе с электродвигателем необходимо соблюдать осторожность для предотвращения затягивания волос и одежды во вращающийся вал.

8) При самостоятельном выполнении лабораторной работы не допускается изменение основной схемы и прикасания к ней.

9) Прежде чем начать выполнение лабораторной работы необходимо, необходимо пересказать преподавателю порядок выполнения работы и получить разрешение на выполнение.

10) Если при выполнении работы произойдет обрыв проводов, неисправность приборов, а также появится не приятный запах, в первую очередь необходимо выключить схему и срочно сообщить преподавателю.

Выполнение поставленных требований техники безопасности и правильное понимание цели лабораторной работы, создает фундамент для качественного и верного выполнения работы.

После внимательного изучения вышеуказанных правил и наставлений со стороны преподавателя студенты обязаны расписаться в журнале «Техника безопасности».

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### «Ознакомление с принципом работы паровой турбины»

**Цель работы:** Целью работы является ознакомление с конструкцией, основными типами и принципом работы паровой турбины.

**Опорные слова:** турбина, лопатки турбины, ротор, рабочие лопатки, активная и реактивная турбина.

**Необходимое оборудование:** эскизы и схемы паровой турбины необходимые для изучения конструкции турбины, принципа её работы, видеоролики и слайды для презентации лабораторной работы.

Некоторые слайды прилагаются в приложениях.

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. А.В.Щеглев Паровые турбины – М. Энергия, 2000 г.
2. К.С.Низматуллин Тепловые двигатели. – М., Энергия– 2000 г.
3. В.Н.Черкасский Насосы, вентиляторы, компрессоры М. Энергоатомиздат, 1984г.

**Продолжительность работы – 2 часа.**

### I. Теоретическая часть.

Паровая турбина – это тепловой двигатель, в котором энергия пара преобразуется в механическую работу. В паровой турбине тепловая энергия пара превращается в кинетическую энергию движения, которая в свою очередь превращается в механическую энергию вращения вала. Наиболее широкое применение паровая турбина находит в энергетике, являясь приводом электрического генератора переменного тока. Преобразование потенциальной энергии пара в механическую энергию вращения вала турбины

осуществляется различными способами. В зависимости от характера преобразования потенциальной энергии пара в кинетическую энергию струи различаются активные, реактивные и комбинированные турбины (активно-реактивные).

## II. Принцип действия паровой турбины

Простейшая одноступенчатая турбина состоит из следующих основных частей (рис.1, а): сопла 4, вала 1 и диска 2 с рабочими лопатками 3, расположенными на нем, выпускного патрубка 6. Вал 1 вместе с посаженным диском 2 составляет важнейшую часть турбины и носит название ротора. Ротор заключен в корпус турбины 5. Шейки вала лежат в опорных подшипниках.

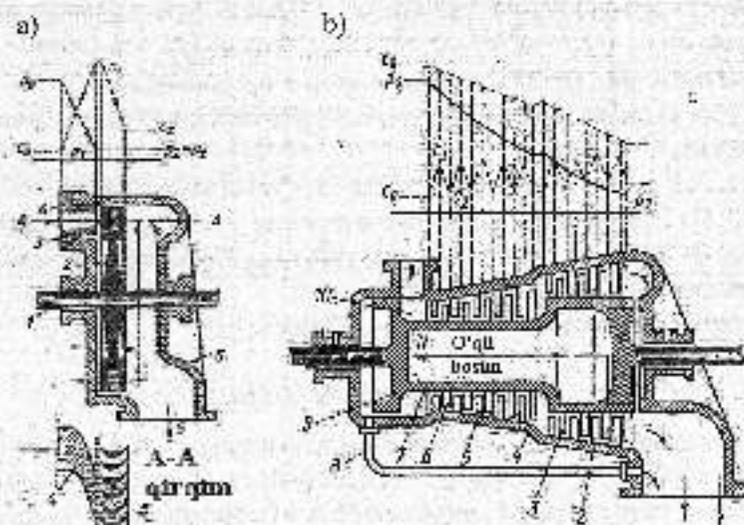


Рис. 1 Принципиальная схема паровой турбины:  
а) схема одноступенчатой турбины;  
б) схема реактивной турбины небольшой мощности.

По иному принципу работает паровая турбина, представленная на рис.1, б. Свежий пар к лопаткам турбины поступает из кольцевой камеры для свежего пара 10. В неподвижной части корпуса 4 и на подвижной части барабана 7 (ротора) закреплены направляющие и рабочие лопатки, образующие каналы для прохода пара. Из камеры 10 пар, протекая через межлопаточные каналы, поступает в выпускной патрубок 1 и далее в конденсатор. По пути движущийся пар расширяется и патрубок 1 пар постепенно расширяется. Сначала свежий пар из камеры 10 поступает в каналы первого ряда направляющих лопаток 5, закрепленных в корпусе 4. Из каналов неподвижных лопаток первого ряда пар поступает в каналы первого ряда вращающихся лопаток 6, закрепленных на вращающемся барабане 7.

Турбины у которых расширение пара происходит только в неподвижных соплах называются активными, принцип их действия называется активным принципом. Турбины, у которых пар расширяется не только в соплах но и в каналах рабочих лопаток диска во время прохождения через них пара, называются реактивными, принцип их работы называется реактивным.

## III. Отчет по работе:

Отчет о проделанной работе содержит:

1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы паровой турбины.

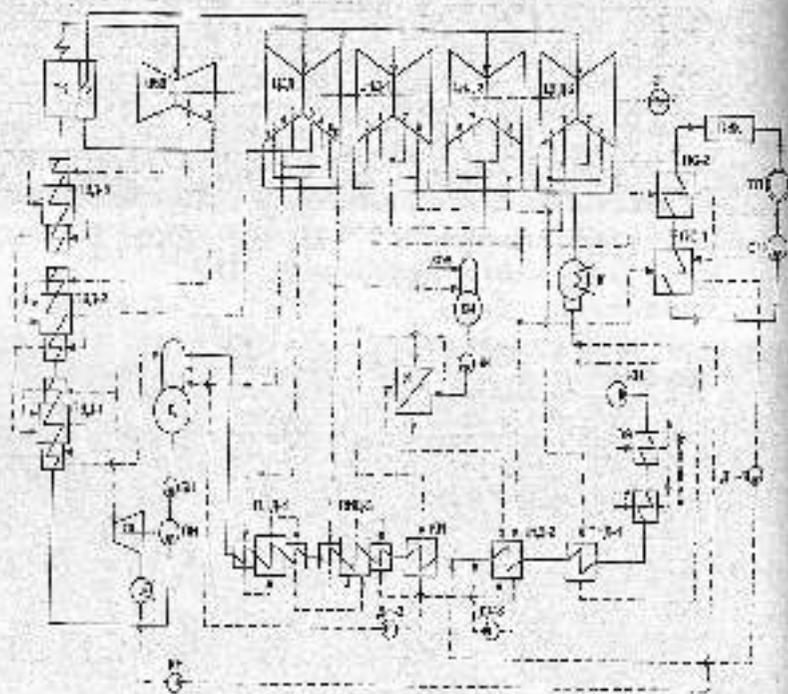
## IV. Контрольные вопросы:

1. Какую тепловую машину называют паровой турбиной?
2. Какая турбина называется активной?
3. На какие группы делится паровые турбины?
4. Объясните конструкцию паровой турбины.
5. Принцип работы паровой турбины.



Технические характеристики паровой турбины  
Талимарджанской ТЭС и Мубарекской ТЭЦ  
(Узбекистан, Кашкарьянская область):

Тепловая схема Талимарджанской ТЭС (КЭС)



Унитарное Предприятие «Талимарджанская ТЭС» - тепловая конденсационная электростанция с проектной мощностью 800 МВт обеспечивает электроэнергией южные районы Республики Узбекистан. Станция расположена в Кашкарьянской области Ташкентского района в поселке Пуристан. Основное и резервное топливо газ Шуртанского месторождения.

В основное оборудование станции входит паровая турбина финляндского металлического завода, конденсационная, деаэрационная, без регулирующих отборов, с промежуточным перегревом, марки К-300-240-5.

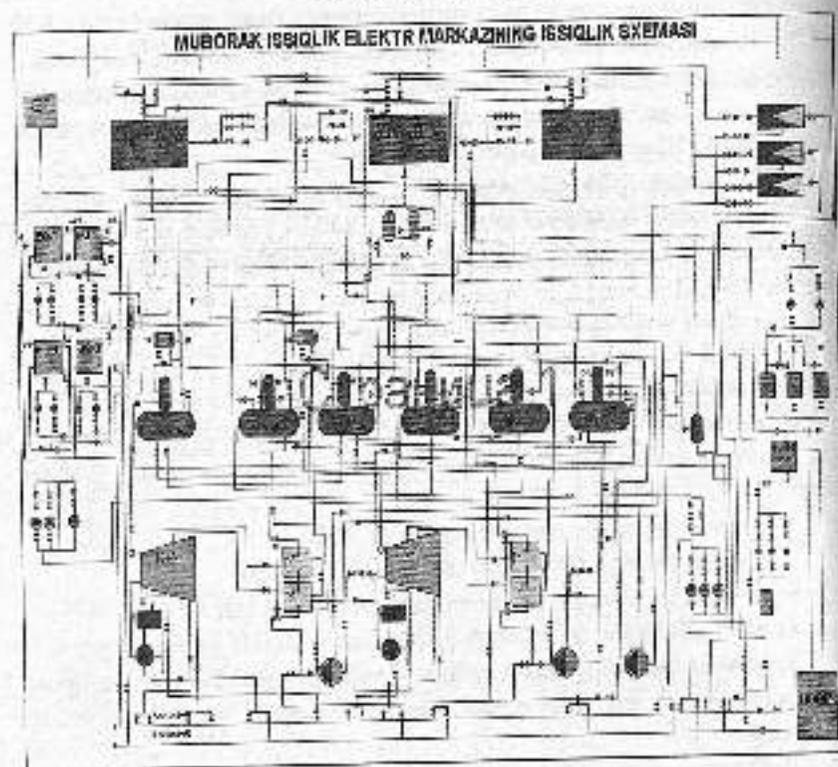
Технические характеристики турбины:

- номинальная мощность - 800000 кВт;
- частота вращения вала - 3000 об / мин;
- максимальный расход пара - 2650 т / час;
- допустимое давление предохранительного клапана - 240 кг / см<sup>2</sup>;
- расход пара для промежуточного перегрева - 2180 т / час;
- давление пара промежуточного перегрева - 38,5 кг / см<sup>2</sup>;
- температура пара после промежуточного перегрева - 540 °С;
- давление пара на выходе из турбины - 0,035 кг / см<sup>2</sup>;

У турбины осуществляется 8 нерегулируемых отборов, которые предназначены для регенеративного нагрева и на собственные нужды блока.

Для регенеративного подогрева используются два смешивающего типа и три поверхностных подогревателя низкого давления.

## Мубарекская ТЭЦ



Турбина Р 50-130/30 предназначена для преобразования энергии пара в механическую и для создания в генераторе ТВФ-63-2 переменного тока.

### Технические характеристики турбины:

- турбина типа Р-50-130/30 с противодавлением, одноцилиндровая;
- количество ступеней - 16 ступенчатая;
- номинальная мощность - 50000 кВт;
- максимальная мощность - 60000 кВт;
- частота вращения вала - 3000 об/мин;
- давление свежего пара - 130 ата;
- давление пара на выходе - 10 - 18 ата;
- температура свежего пара - 550° С;
- температура пара на выходе - 260° С;

Турбина изготовлена Ленинградским металлическим заводом, рассчитана на работу с параметрами свежего пара  $P_0 = 13,7 \text{ кгс/см}^2$ ,  $t_0 = 550^\circ \text{C}$ .

При различных сочетаниях величин электрической мощности, производственного и теплофикационного отборов с турбины, можно снять по производственному отбору от 0 до 300 т/час пара, а по теплофикационным отборам от 0 до 100 Гкал/час тепла.

Капитальный ремонт турбины планируется каждые 5 лет, текущий ремонт каждый год.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### «Ознакомление с принципом двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и определение его КПД»

**Цель работы:** Изучение принципов и схем осуществления рабочих процессов в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Порядок определения КПД ДВС.

**Опорные слова:** ДВС, пистун, рабочий цилиндр, такт машины, ресивер.

**Необходимое оборудование:** эскизы и схемы ДВС необходимые для изучения конструкции двигателя, принцип его работы, видеоролики и слайды для презентации лабораторной работы.

Некоторые слайды прилагаются в приложениях.

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. А.В.Щеглаев Паровые турбины. М. Энергия, 2000 г.
2. К.С.Нигмагулин Тепловые двигатели. – М., Энергия– 2000 г.
3. В.Н.Черкасский Насосы, вентиляторы, компрессоры. М. Энергоатомиздат, 1984г.

Продолжительность работы – 2 часа.

### I. Теоретическая часть.

Двигателем внутреннего сгорания (ДВС) называется тепловая машина, в которой в определенной полости сжигается рабочее топливо и выделившееся при этом тепло частично преобразуется в механическую энергию, т. е. совершается работа.

Созданный для автомобиля ДВС относится к 60 годам XIX века. В этот период велись исследовательские работы в этом направлении Лешуаром (1860 г.) во Франции, Н.Отто и К.Ленгеном (1867 г.) в Германии. Четырехтактный двигатель был создан Н.Отто (1867 г.) по предложенной Бо де Рона (1862 г.) схеме. В XIX веке полученные

в результате переработки нефти бензин, керосин использовались в качестве топлива в ДВС с искровым зажиганием, что послужило причиной широкого их применения.

В ДВС в качестве рабочего тела в основном используются газовые смеси, которые сжигаются в цилиндре двигателя. Полученная при этом тепло превращается в механическую энергию за счет расширения газов приводя при этом в движение поршень.

Преимущества ДВС по сравнению с паровой турбиной сводятся к следующему:

- а) отсутствие котельной и конденсатора со всем многочисленным вспомогательным оборудованием;
- б) быстрый запуск установки в работу;
- в) малые габариты и меньший вес установки.

Основные недостатки ДВС:

- а) необходимость применения в них только чистого и высококачественного топлива;
- б) невозможность использования твердого топлива;
- в) трудность создания ДВС в одном агрегате мощностью более 30-100 тыс. кВт.

В связи с этим в современных крупных ТЭС применяются только паротурбинные установки.

Двигатели внутреннего сгорания классифицируются по следующим признакам:

1. по способу смесеобразования:

- а) двигатели с внешним образованием смеси, в которых горючая смесь готовится вне цилиндра, а затем подается в цилиндр;
- б) двигатели с внутренним смесеобразованием, в которых воздух и топливо подаются в цилиндр раздельно, а затем смешиваются в цилиндре.

2. по способу воспламенения рабочей смеси:

- а) двигатели с искровым зажиганием;
- б) двигатели с воспламенением от сжатия.

С искровым зажиганием работают карбюраторные и газовые двигатели, с воспламенением от сжатия – дизели и турбопоршневые двигатели.

3. по роду используемого топлива:

а) двигатели работающие на легком жидком топливе (бензин);

б) двигатели работающие на тяжелом жидком топливе (дизельное топливо);

в) двигатели работающие на газовом топливе.

4. по способу выполнения зарядки цилиндра:

а) четырехтактные;

б) двухтактные.

5. по роду осуществляемого цикла:

а) двигатели работающие по кривошипно-шатунному циклу;

б) двигатели работающие по сферическому циклу.

6. по средней скорости поршня:

а) тихоходные;

б) быстроходные.

7. по конструктивному расположению цилиндра:

а) рядные;

б) вертикальные;

в) горизонтальные;

г) V – образные;

д) W – образные;

е) N – образные;

ж) X – образные;

з) P – образные;

8. по назначению:

а) стационарные; б) судовые;

в) тепловые; г) тракторные;

д) автомобильные; е) авиационные;

ж) мотоциклетные; з) специальные.

## II. Принцип работы поршневых двигателей внутреннего сгорания

В ДВС внутри цилиндра поршень имеет возвратно-поступательное движение. При этом в цилиндре последовательно осуществляется рабочий процесс. Для обеспечения непрерывной работы двигателя необходимо за каждый цикл заполнить цилиндр зарядом, сжать этот заряд, произвести сжатие, расширение и удаление продуктов сгорания. Часть рабочего процесса,

происходящего за один ход поршня, называют тактом. Двигатели внутреннего сгорания бывают четырехтактные и двухтактные.

В четырехтактном двигателе весь рабочий процесс происходит за четыре хода поршня, т.е. за два оборота коленчатого вала, в двухтактном двигателе – за два хода поршня, т.е. за один оборот коленчатого вала.

Основной частью поршневого ДВС является цилиндр 4 и поршень 5 (рис.1). Через кривошипно-шатунный механизм поршень передает силу давления сгоревших дымовых газов на коленчатый вал 9. На крышке цилиндра располагаются впускной 2 и выпускной 6 клапаны. В карбюраторных двигателях на крышке цилиндра располагается свеча зажигания 3, в дизельных двигателях устанавливаются форсунки.

К валу поршня 9 закреплены кривошип 8 и шатун 7. Поэтому при вращении вала поршень перемещается. Через впускной клапан 2 топливо поступает в цилиндр 4 двигателя. Топливо, поступившее в цилиндр зажигается от свечи 3 и образуются дымовые газы. Расширение объема дымовых газов приводит в движение поршень, направляя его вниз и приводя в движение вал двигателя.

Вращение вала приводит в движение поршень, поднимая его вверх. При этом открывается выпускной клапан, и дымовые газы выпускаются наружу. В такой последовательности работает двигатель внутреннего сгорания.

Картер 1 предназначен для защиты и сохранения смазочного масла в корпусе двигателя. Смазке подлежат поршень, шатун, кривошип и вал.

Для бесперебойной работы двигателя в нем должны за один цикл осуществляться процессы: сжатия, горения, расширения и выпуск отработавшего заряда. Часть рабочего процесса за один ход поршня называют тактом.

Первый такт – впуск или зарядка (рис. 1). При движении поршня от в.м.т. к н.м.т. через всасывающий клапан засасывается в цилиндр двигателя свежий воздух. Выпускной клапан в это время закрыт. Давление в цилиндре при всасывании устанавливается

иже давления окружающей среды  $p_0$ . В конце впуска давление в цилиндре бывает  $0,85-0,95 p_0$ , т.е. потеря давления составит 5-15%. Для каждого типа двигателей в зависимости от конструкции и числа оборотов устанавливаются выгодные углы открытия и закрытия клапанов.

Второй такт — сжатие. После закрытия впускного клапана благодаря обратному движению поршня начинается сжатие заряда (воздуха и остаточных газов), давление воздуха в цилиндре в процессе сжатия достигает до 30-60 бар, а температура 850-1100 К. Такие высокие температуры сжатого воздуха необходимы для обеспечения самовоспламенения топлива.

Третий такт — сгорание и расширение. Третий такт осуществляется при следующем ходе поршня от в.м.т. к н.м.т. К концу сжатия в камеру сгорания впрыскивается топливо. Распыленное топливо под действием горячего сжатого воздуха цитрепается и самовоспламеняется. Температура газов в цилиндре повышается до 1750-2500 К., а давление поднимается в зависимости от вида двигателя до 50-120 бар. Под действием возросшего давления поршень движется в обратную сторону т.е. часть тепловой энергии превращается в механическую работу, поэтому третий такт называют рабочим ходом. К концу расширения давление в цилиндре падает до 3-6 бар, а температура до 850-1300 К.

Четвертый такт-выпуск. Происходит при движении поршня от н.м.т. к в.м.т. К концу хода расширения открывается выпускной клапан. Давление и температура падают до 1,05-1,15 бар, а температура до 600-750 К. За время четвертого такта выпускной клапан остается открытым, и газы выталкиваются поршнем наружу. Затем весь процесс повторяется. В конце четвертого и начале первого такта некоторое время оба клапана могут оставаться открытыми, это называется перекрытием клапанов.

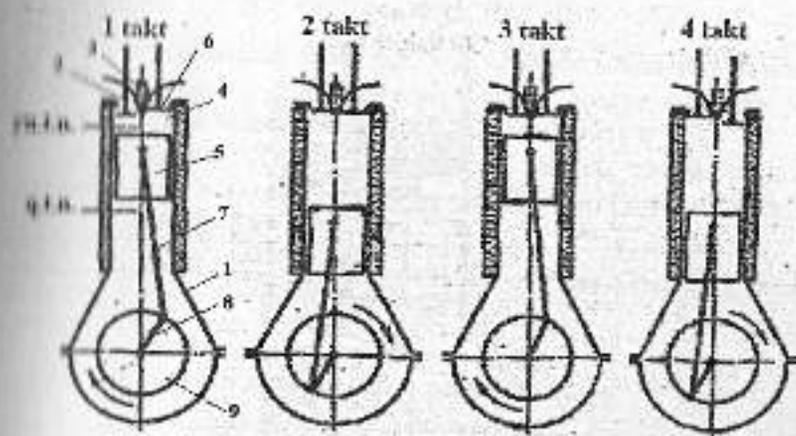


Рис.1 Схемы работы четырехтактного двигателя  
в.м.т. — высшая мертвая точка; н.м.т. — низшая мертвая точка.

Рассмотренные выше двигатели считаются простыми двигателями. Здесь рабочие процессы осуществляются в полости выше поршня.

Рабочие процессы в двигателе могут протекать и в полости над цилиндром и под цилиндром. Такие двигатели называются двигателями двустороннего действия (рис.2). Двигатели такого типа могут быть двух- и четырехтактными. В настоящее время в основном используются двухтактные двигатели двойного действия.

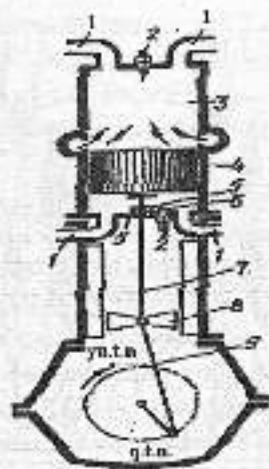


Рис. 2. Схема двигателя внутреннего сгорания двойного действия.

Рабочий цилиндр 3 двигателя двойного действия оснащен двумя крышками и полости над шаршнем и под поршнем считаются рабочими. Топливо впрыскивается через форсунку 2. В двигателях такого типа поршень 4 жестко соединен со штоком 7, который через кривошип 8 соединяется с шатуном 9. Для герметичности в месте прохода штока на диафрагме 5 устанавливается сальник 6. Отработавшие газы удаляются через выпускной трубопровод 10.

При движении поршня от н.м.т. к в.м.т. в верхней полости осуществляется впуск и наполнение и затем сжатие, в нижней полости в это время – сгорание и расширение и затем – выпуск и продувка цилиндра. При движении поршня от в.м.т. к н.м.т. происходит, наоборот, в верхней полости сгорание и расширение газов и затем выпуск и продувка цилиндра, в нижней полости закачивается продувка и наполнение цилиндра свежим воздухом, и затем процесс сжатия.

### III. Определение КПД ДВС.

Степень совершенства преобразования теплоты в механическую работу в термодинамическом цикле оценивается термическим коэффициентом полезного действия  $\eta_t$ .

Термический КПД – отношение работы совершенной в прямом обратном цикле, к теплоте сообщенной рабочему телу от внешних источников.

В общем случае

$$\eta_t = A_t / Q_1 = (Q_1 - Q_2) / Q_1$$

где  $A_t$  – тепло преобразованное в работу;

$Q_1$  – тепло подведенное к рабочему телу;

$Q_2$  – тепло отданное рабочим телом.

Чем больше величина  $\eta_t$ , тем совершеннее цикл и тепловая машина.

Для сравнения термодинамических циклов используется КПД цикла Карно (как образцовый цикл), который определяется по формуле

$$\eta_c = (T_1 - T_2) / T_2$$

где  $T_1$  – абсолютная температура нагревателя;

$T_2$  – абсолютная температура холодильника.

Из анализа цикла этого выражения можно сделать следующие выводы:

1. Чем больше разница температур  $T_1$  и  $T_2$ , тем больше КПД цикла;

2. КПД цикла никогда не равен 100% т.к. в лучшем случае  $T_2$  равна температуре окружающей среды.

Из – за высокой температуры рабочего тела  $T_1$ , в ДВС достигнута наибольшая разность температур.

Температура газов в цилиндре ДВС достигает 2000°С и более, а в газовой турбине 900 – 1300°С, что требует установки жаропрочных лопаток турбины.

При этом стоит заметить, что высокий термический КПД не является гарантией высокого эффективного КПД двигателя.

### III. Отчет по работе:

Отчет о проделанной работе содержит:

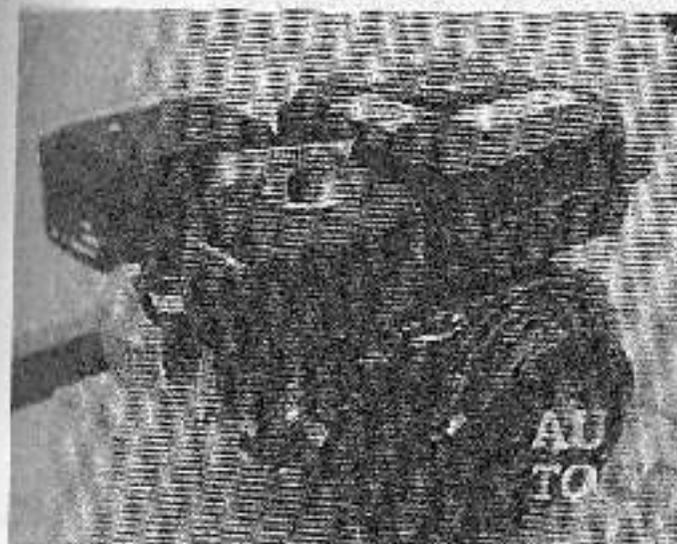
1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы ДВС.

### IV. Контрольные вопросы:

1. Какая машина называется двигателем внутреннего сгорания?
2. Каково назначение ДВС?
3. На какие типы делятся ДВС по способу смесеобразования?
4. Какое топливо используется в ДВС?
5. Основные составные элементы поршневого ДВС?
6. На какие типы делятся ДВС по способу воспламенения рабочей смеси?
7. На какие типы делятся ДВС по количеству тактов?
8. Что такое такт двигателя?
9. В чем особенность двустороннего ДВС?
10. В чем преимущества ДВС по сравнению с паровой турбиной?

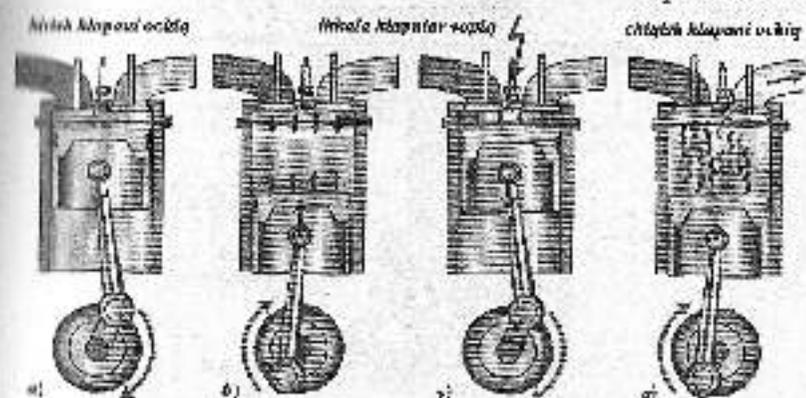
## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1



Четырехтактный двигатель.

### Приложение 2



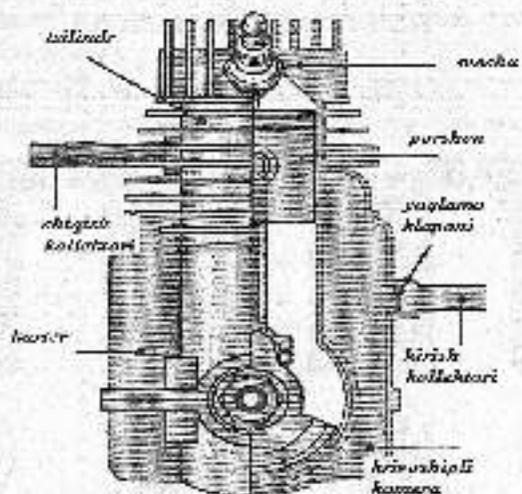
Принципы работы четырехтактного двигателя

Приложение 1



Двухтактный двигатель

Приложение 4



Конструкция двухтактного двигателя

Приложение 5

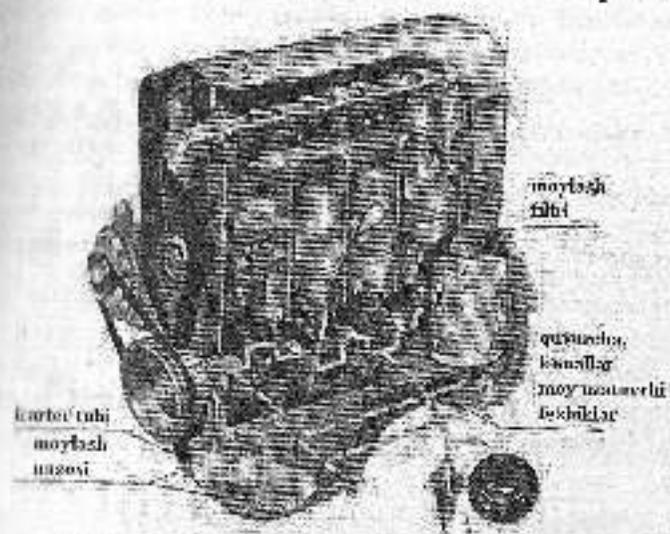


Схема смазки четырехтактного двигателя

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

#### «Ознакомление с принципом работы лопастных насосов»

**Цель работы:** Ознакомление с классификацией лопастных насосов, изучение их основных конструкций, основных параметров.

**Опорные слова:** лопасть, рабочее колесо, вал, всасывающий и нагнетательный патрубки, центробежный и осевой насосы.

**Необходимое оборудование:** эскизы и принципиальные схемы насосов необходимые для изучения их конструкций, принцип работы, видеоролики и слайды для презентации лабораторной работы.

**Некоторые слайды прилагаются в приложении.**

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. А.В.Щапов Паровые турбины – М. Энергия. 2000 г.
2. К.С.Нигматулин Тепловые двигатели. – М., Энергия–2000 г.
3. В.И.Чердацкий Насосы, вентиляторы, компрессоры – М. Энергоатомиздат, 1984г.

Продолжительность работы – 2 часа.

#### 1. Теоретическая часть.

В настоящее время насосная техника основывается на насосное оборудование двух типов: на динамические насосы (передача энергии рабочему потоку осуществляется за счет инерционных сил) и объемные насосы (передача энергии рабочему потоку осуществляется за счет сил давления).

К динамическим насосам относятся лопастные, струйные, турбины. Наиболее широко востребованы среди них лопастные насосы.

Лопастные насосы являются широко применяемыми типами, как на производстве, так и в быту. Причиной этого является удобное соединение их электродвигателем, большая мощность, компактность, высокий КПД, возможность создания высоких давлений.

Лопастные насосы предназначены в основном для подачи энергии, но в некоторых случаях могут использоваться при работе газообразных смесей.

Жидкостные насосы отличаются друг о друга по создаваемому напору, подаче, своим рабочими характеристиками.

Лопастные насосы делятся центробежные (ц/б), осевые, винтовые насосы.

В свою очередь центробежные и осевые насосы отличаются друг от друга расположением лопастей на валу насоса. В центробежных насосах лопасти закрепляются радиально, а в осевых под углом к оси вала.

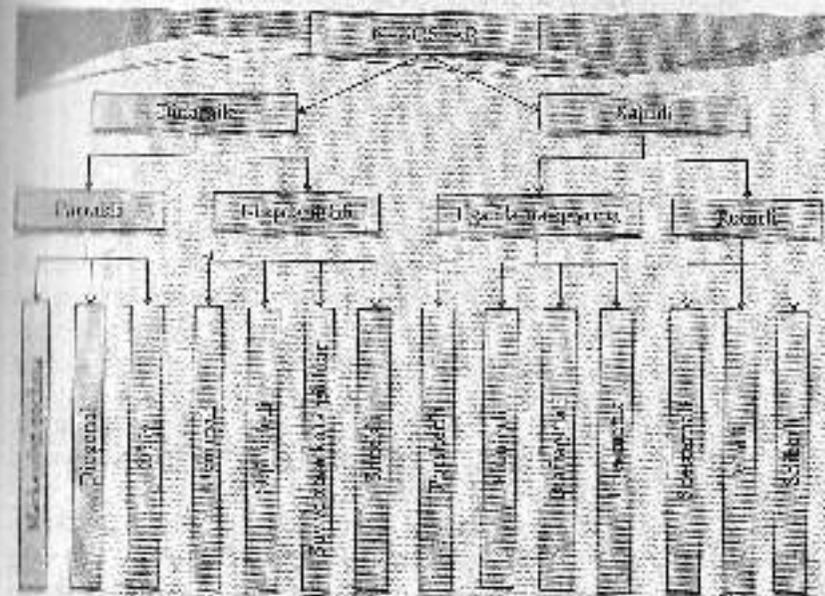


Рис. 1 – Классификация насосов.

За счет этого в центробежных насосах жидкость, подаваемая в центр рабочего колеса раскручивается к периферии, а затем в панорный патрубок.

В осевых насосах жидкость раскручивается вдоль оси насоса и подается в панорный патрубок.

К основным элементам центробежных насосов относятся рабочее колесо, вал на котором устанавливается рабочее колесо, сальники, подшипники, соединительная муфта, всасывающий и нагнетательный патрубки.

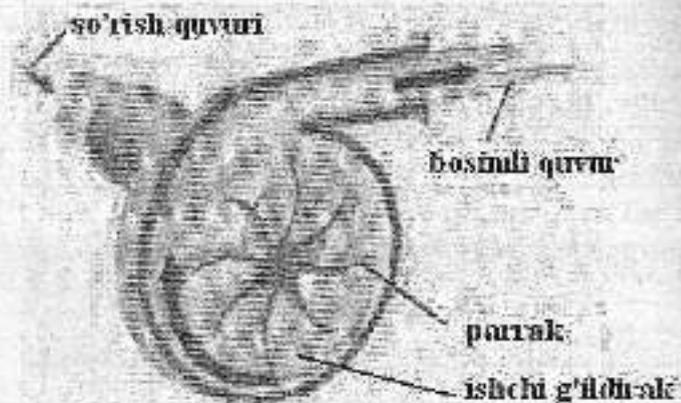


Рис. 2 – Лопастной центробежный насос.

Жидкость на рабочее колесо может подаваться как с одной стороны, так и с двух сторон (двусторонний насос). Для изготовления насоса может использоваться чугун, углеродистая или легированная сталь, цветной металл, керамика. Выбор материала зависит от условий работы насоса, его размеров, частоты вращения вала и от вида подаваемой жидкости. В насосах малой мощности для подачи чистой, не вызывающей коррозии жидкости рабочее колесо изготавливается из серого чугуна.

В горизонтальные центробежные насосы высокого давления, предназначенные для целей горячего водоснабжения, изготавливаются крупных размеров насоса и частота вращения рабочего колеса у них высокая.

Из за повышенной температуры подаваемой воды эти насосы выполнены стали легированной хромом и никелем или из титана. Для уменьшения потерь с поверхности рабочего колеса, поверхность колеса должна быть без шероховатостей. Вал насоса является основной и важной частью насоса: при большой частоте вращения вала, увеличивается влияние поперечных сил на вал.

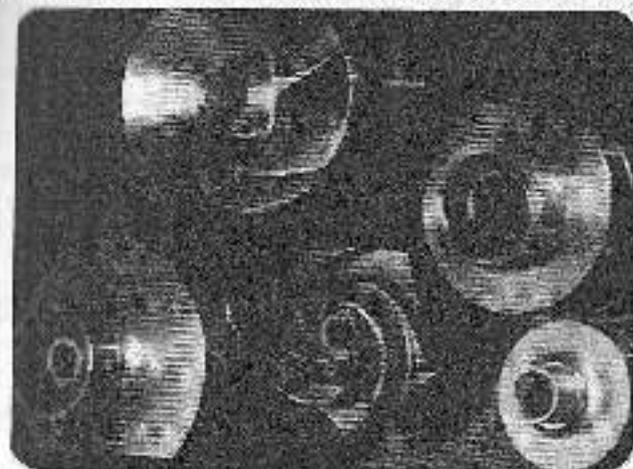


Рис. 3 – Типы рабочих колес насоса.

В конструкциях центробежных насосов применяются «гибкие» ваны. Вал и закрепленные к нему детали составляют ротор насоса. Вал изготавливается из конструкционной углеродистой и легированной стали. При смазке насосов используются жидкие масла. Для соединения вала насоса с валом электродвигателя применяется соединительная муфта.

## II. Принцип работы центробежного и осевого насосов.

В центробежном насосе подаваемая в центр рабочего колеса жидкость под воздействием центробежных сил разгоняется от центра к периферии спиральной камеры, а затем в панорный патрубок (рис.4).

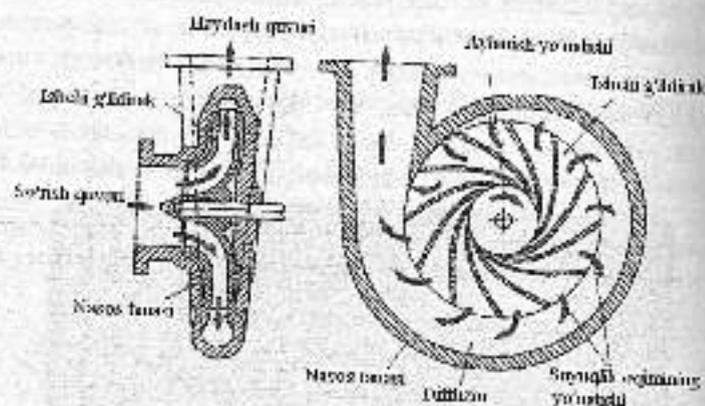


Рис. 4 - Принципиальная схема работы п/б насоса.

В отличие от центробежного насоса в осевом насосе энергии рабочему потоку подается от от лопастей закрепленных под углом к валу вдоль оси вала. Из за расположения лопастей под углом (в п/б насосах радиально) жидкость всасывается внутрь насоса и «наматываясь» подается вдоль оси вала (рис. 5).

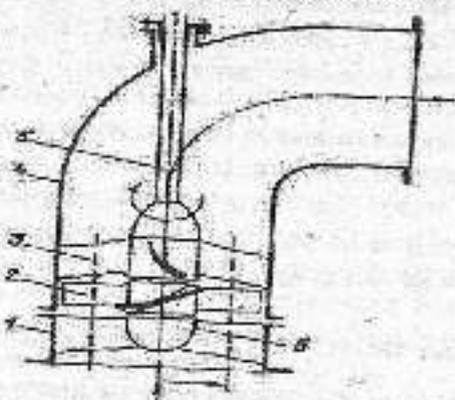


Рис. 5 - Осевой насос. 1-всасывающий патрубок; 2,3 - лопастей; 4 - выпорный патрубок; 5 - вал насоса; 6-гюлка.

Из за возникновения трения и вихрей в проточной части насоса, утечки части жидкости через неплотности, механического трения в сальниках и подшипниках, трения жидкости (газов) в лопатках возникают потери энергии в осевых насосах.

### III. Основные параметры лопастных насосов.

Работу насоса определяют следующие основные параметры: подача, давление, напор, и количество подаваемой насосом энергии. Производительностью насоса называется количество подаваемой жидкости или газа в единицу времени. Производительность, выраженная в объемных единицах называется объемной  $Q_v$  и единицах массы массовой производительностью  $M$ .

Их взаимосвязь определяется выражением:

$$M = \rho Q$$

где,  $\rho$  - плотность рабочей среды,  $kg/m^3$

давление насоса определяется следующим выражением:

$$p = p_{ch} - p_k + \frac{c_{ch}^2 - c_k^2}{2} \rho + \rho g(z_{ch} - z_k)$$

где,  $p_{ch}, p_k$  - давление на входе и выходе из машины, Па;

$\rho$  - плотность рабочей среды,  $kg/m^3$ ;

$c_{ch}, c_k$  - скорость рабочей среды на входе и выходе из машины, м/с;

$z_{ch}, z_k$  - высота между центрами тяжести входного и выходного сечений насоса.

Полное значение напора:

$$H = \frac{p}{\rho g}$$

или

$$H = \frac{p_{ch} - p_k}{\rho g} + \frac{c_{ch}^2 - c_k^2}{2g} + (z_{ch} - z_k)$$

Мощность насоса аналогично выходящей работе делится на потребляемую и полезную мощность

$$\dot{N}_r = \frac{\rho Q g H}{1000} = \frac{Q p}{1000} \text{ ватт} \quad \dot{N}_y = \frac{M L_f}{1000}$$

Коэффициент полезного действия насоса параметр, который определяет эффективное использование насосом подаваемой энергии.

КПД определяется по формуле:

$$\eta = \frac{N_f}{N}$$

Полезный КПД насоса зависит от типа насоса, размеров насоса, конструкции, типа перекачиваемой жидкости, режима работы насоса, характеристики сети. Энергетическая эффективность установки состоящей из насоса и электродвигателя определяется коэффициентом полезного действия установки, который определяется:

$$\eta_{\text{уст}} = \frac{N_f}{N_{\text{эл}}}$$

где,  $N_{\text{эл}}$  – мощность электродвигателя.

В системе МКГСС полезная мощность определяется из выражения:

$$N_f = \frac{\rho Q H}{102}$$

#### IV. Отчет по работе:

Отчет о проделанной работе содержит:

1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы ц/б насоса.

#### V. Контрольные вопросы:

1. Какая машина называется насосом?
2. На какие группы делятся насосы?
3. Какие насосы относятся к лопастным насосам?
4. Из каких элементов состоит центробежный насос?
5. В чем отличие центробежного насоса от осевого?
6. Каково назначение рабочего колеса насоса?
7. Где используется ц/б насос?
8. Где используется осевой насос?

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 «Испытание центробежного насоса»

**Цель работы:** Испытание насоса производят для получения рабочих характеристик – графических зависимостей  $H=f(Q)$ ,  $\eta=f(Q)$ ,  $N=f(Q)$ .

**Необходимо усвоить правила пуска и остановки насосного агрегата, изучить методику проведения испытаний.**

**Опорные слова:** характеристика насоса, тарировочная линия.

**Необходимое оборудование:** эскизы и принципиальные схемы насосов необходимые для изучения их конструкций, принципа работы, видеоролики и слайды для презентации лабораторной работы.

**Некоторые слайды прилагаются в приложении.**

**Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:**

1. А.В.Щегляев Паровые турбины – М. Энергия, 2000 г.
2. К.С.Нигматулин Тепловые двигатели. – М., Энергия– 2000 г.
3. В.Н.Черкасекий Насосы, вентиляторы, компрессоры– М. Энергоатомиздат, 1984г.

Продолжительность работы – 4 часа.

#### I. Теоретическая часть.

Центробежные насосы по принципу действия относятся к группе лопастных насосов. Основной рабочий орган – рабочее колесо, состоящее из системы лопастей. Внутренний диск выполняется как одно целое со ступицей насоса, имеющего отверстие для посадки рабочего колеса на вал. Рабочее колесо приводится в движение двигателем. Увеличение напора происходит за счёт увеличения удельной кинетической энергии  $v^2/2g$  и удельной потенциальной энергии давления.

На рис.1 представлена принципиальная схема центробежного насоса, состоящего из рабочего колеса 1, насаженного на вал 2 и корпуса спиральной формы 3. жидкость подводится по всасывающему трубопроводу 4, отводится по напорному трубопроводу 5. перед пуском всасывающая труба, спиральная камера насоса заполняются жидкостью. Приёмный клапан при этом закрыт.

При вращении рабочего колеса жидкость благодаря динамическому взаимодействию с лопастями получает некоторую энергию, покидает рабочее колесо и по спиральному отводу попадает в диффузор 6 – выходной патрубков насоса. В диффузоре поток расширяется, кинетическая энергия преобразуется в потенциальную энергию давления. Т.к. жидкость покидает межлопастное пространство рабочего колеса, то перед входом в рабочее колесо возникает вакуум. Атмосферное давление, действующее на жидкость в баке, открывает приёмный клапан, и жидкость по всасывающему трубопроводу поступает к рабочему колесу насоса. Так создается непрерывное движение жидкости в системе. При прохождении жидкости через рабочее колесо насоса, механическая энергия вращающегося рабочего колеса превращается в гидравлическую энергию.

Величина энергии, которую насос сообщает жидкости, измеряется напором. Напором называют разность полных удельных энергий потока на входе и выходе насоса. При испытании насосов напор определяют по уравнению:

$$H = H_{\text{vac}} + H_{\text{man}} + \Delta h + (v_2^2 - v_1^2)/2g, \quad (1)$$

где  $H_{\text{vac}}$  – вакуум во всасывающем патрубке насоса в м.ст. жидкости;

$H_{\text{man}}$  – манометрический напор в м.ст. жидкости;

$\Delta h$  – вертикальное расстояние от центра манометра до точки подключения вакуумметра;

$(v_2^2 - v_1^2)/2g$  – разность скоростных напоров в сечениях, где подключены манометр и вакуумметр.

Объём жидкости, подаваемой насосом в напорный патрубок насоса в единицу времени, называют подачей насоса –  $Q$ .

Полезная мощность – количество энергии, сообщаемой насосом потоку жидкости в единицу времени:

$$N_2 = gQH/102, \quad (\text{кВт}) \quad (2)$$

где  $Q$  – подача насоса в м<sup>3</sup>/сек ,

$H$  – напор насоса в м.ст. жидкости.

Потребляемая насосом мощность больше полезной мощности на величину потерь в насосе

$$N = N_2 / \eta = gQH/102 \eta, \quad (3)$$

где  $\eta$  – полный к.п.д. насоса.

$$\eta = N / N_2 \quad (4).$$

## II. Описание установки.

Лабораторный стенд состоит из насосного агрегата 2 (центробежный насос 2к – 6 (1) и асинхронный электродвигатель), всасывающего 3 и напорного 5 трубопроводов, приёмного бака 9, напорного бака 10 и измерительной аппаратуры 6. В баке установлен мерный треугольный водослив 7.

Напор на водосливе замеряется мерной шлой 8.

Напорный трубопровод снабжён регулирующим вентилем 4.



где  $N_{\text{з}} = 3d_{\text{в}} N'_{\text{з}}$ ;

$N'_{\text{з}}$  — показания ваттметра в делениях;

$d_{\text{в}}$  — показания ваттметра;

$\eta_{\text{в}}$  — КПД электродвигателя, определяется по рабочей характеристике электродвигателя:

$$\eta_{\text{в}} = f(N'_{\text{з}})$$

6. Полный КПД насоса подсчитывается по формуле

$$\eta = N_{\text{з}} / N_{\text{д}}$$

обработанные результаты заносятся в таблицу 2,

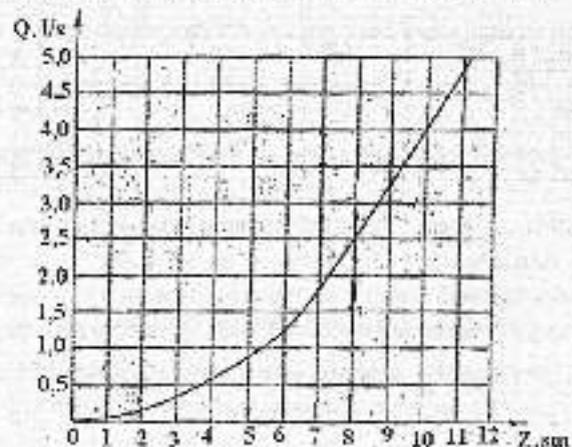


Рис-2. Гидравлическая кривая.

таблица 2

№	П, м	Z, см	Q, м³/час	$N_{\text{д}}$ , кВт	$N_{\text{з}}$ , кВт $\eta$ , %
1	2	3	4	5	6 7

### V. Отчет по работе:

Отчет о проделанной работе содержит:

1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы насоса.

### VI. Контрольные вопросы:

1. Какие насосы называются центробежными?
2. К какой группе насосов относятся центробежные насосы?
3. Основные параметры центробежных насосов?
4. Что называют рабочими характеристиками насосов?
5. Что называют напором насоса?
6. В каких единицах измеряется напор?
7. Какая мощность называется полезной?
8. Как определяется полный КПД насоса?

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5**  
**«Испытание шестеренного насоса с помощью**  
**программы ЭВМ»**

**Цель работы:** Испытание шестеренного насоса на стенде производится для получения действительной рабочей характеристики насоса. Рабочей характеристикой насоса называют зависимость подачи и объемного КПД от давления разжимаемого насосом:  $Q = f(P)$  и  $\eta_{об} = f(P)$ .

Необходимо усвоить правила пуска и остановки насосного агрегата, изучить методику проведения испытаний.

**Опорные слова:** характеристика насоса, тарифовочная линия.

**Необходимое оборудование:** эскизы и принципиальная схема насоса необходимые для изучения их конструкций, принципа работы, видеоролики и слайды для презентации лабораторной работы.

**Некоторые слайды прилагаются в приложении.**

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. А.В.Щегляев Паровые турбины – М.Энергия, 2000 г.
2. К.С.Нигматуллин Тепловые двигатели. – М., Энергия–2000 г.
- 3.В.Н.Черкасский Насосы, вентиляторы, компрессоры – М.Энергоатомиздат, 1984г.

Продолжительность работы – 2 часа.

**1. Теоретическая часть.**

Шестеренные насосы по принципу действия относятся к группе объемных насосов, т. е. в процессе работы они сообщают жидкости энергию давления  $p'_{ж}$ . Как и в любом объемном насосе, объем в процессе работы увеличивается, давление уменьшается, жидкость всасывается. Объем рабочего пространства со стороны

нагнетания у шестеренного насоса в процессе работы уменьшается, а давление увеличивается – происходит нагнетание жидкости в трубопровод.

По своей конструкции шестеренные насосы относятся к подгруппе роторных насосов, т.к. рабочие органы совершают вращательное движение.

Простота конструкции, надёжность, прочность привода предопределили чрезвычайно широкое применение таких насосов в современной технике.

Шестеренный насос это пара или группа шестерен, находящихся в зацеплении. Шестерни находятся в корпусе насоса с двумя торцевыми и радиальными зазорами. Одна из шестерней приводится во вращение двигателем, вторая является ведомой. При вращении шестерён, при выходе зубьев из зацепления, объём рабочего пространства увеличивается. Засасываемая жидкость заполняет межзубовое пространство шестерён. Вращающиеся шестерни переносят жидкость между зубьями из области всасывания в область нагнетания. В области нагнетания объём уменьшается, давление растёт, происходит нагнетание. Зубья вытесняют жидкость.

Теоретическая подача:

Если число зубьев  $z$ , а объём зуба  $W_z$ , то за один оборот шестерня подаёт объём жидкости, вытесненный из её впадин зубьями другой шестерни -  $zW_z$ , а две шестерни соответственно -  $2zW_z$ , при числе оборотов  $n$  в минуту, теоретическая минутная подача насоса составит:

$$Q = 2zW_z n \quad (1)$$

Суммарный объём зубьев можно вычислить по формуле:

$$zW_z = \pi D_s mb, \quad (2)$$

где  $D_s$  – начальная окружность шестерни;

$m$  – модуль зацепления;

$b$  – ширина шестерни.

Тогда формула примет вид:

$$Q = 2\pi D_0 \tau \omega \quad (3)$$

Теоретическая характеристика  $Q = f(P)$  является прямой, параллельной оси давления. Действительная характеристика  $Q = f_1(P)$  от прямой отличается. Тем не менее, при полном закрытии вентиля на напорном трубопроводе насос развивает давление, которое может привести к аварии – разрыву стыков трубопроводов, самих трубопроводов, выходу из электродвигателя или муфты, соединяющей электродвигатель и насос. Чтобы этого не произошло, объёмные насосы оборудуются предохранительным клапаном, который открывается и пропускает жидкость из области нагнетания в область всасывания, при повышении давления выше допустимой нормы.

Т.к. давление в области нагнетания больше, чем давление в области всасывания, часть жидкости перетекает из области нагнетания в полость всасывания через радиальные и торцевые зазоры. Эти утечки увеличиваются при увеличении давления и приводят к отклонению  $Q = f_1(P)$  от прямой. Они учитываются объёмным КПД:

$$\eta_{\text{об}} = Q/Q_t \quad (4)$$

где  $\eta_{\text{об}}$  – объёмный КПД;

$Q$  – действительная подача насоса;

$Q_t$  – теоретическая подача насоса.

### II. Описание установки.

Шестеренный насос испытывается на стенде замкнутого типа. При работе насоса засасывается во всасывающей трубе 3 и снова в бак. Для измерения давления установлен манометр 6. Характеристика сети меняется вентилем 5, при закрытии которого увеличивается давление, развиваемое насосом. Подача насоса измеряется объёмным способом с помощью мерного бака 4. Предохранительный клапан насоса отрегулирован на давление 10 атм. Однако незначительное перетекание масла начинается при

уменьшем давлении, что сказывается на величине объёмного КПД. Поэтому снятие характеристик рекомендуется производить при давлениях не больше 6 атм.

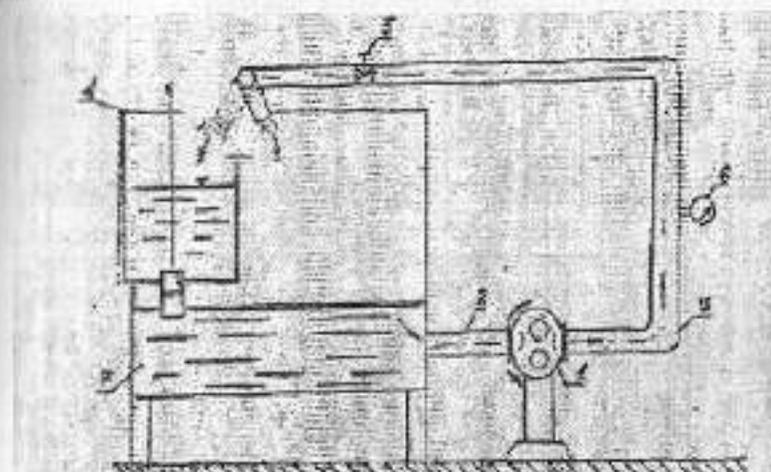


Рис.1 Схема лабораторного стенда

### III. Порядок проведения опытов.

Устанавливая определенное давление с помощью вентиля 5, измеряют действительную подачу. Для этого определяют объем жидкости  $W$ , поступивший в мерный бак за время  $t$ . Опыт проводится 5 – 7 раз для различных давлений. Давление больше 6 атм не устанавливать.

### IV. Обработка материалов.

Действительная подача:

$$Q = W/t, \text{ л / мин.} \quad (5)$$

Теоретическая подача:

$$Q = 2\pi D_0 \tau \omega \cdot 10^6, \text{ л / мин.} \quad (6)$$

где  $D_0 = 39 \text{ мм}$ ,  $\tau = 3,75 \text{ мм}$ ,  $b = 35 \text{ мм}$ ,  $n = 1400 \text{ об / мин.}$

Объёмный КПД:

$$\eta_v = Q/Q_0$$

Результаты наблюдений и расчётов заносятся в таблицу.

таблица 1

№	P, атм.	W, л	t, мин.	Q, л/мин	Q <sub>0</sub> , л/мин	η <sub>v</sub>	примечания
1	2	3	4	5	6	7	8

По данным таблицы строятся рабочие характеристики  $Q = f(P)$  и  $\eta_v = f(P)$ . На график наносится теоретическая характеристика  $Q = f(P)$  и производится сравнение с характеристикой  $Q = f(P)$ .

#### V. Отчет по работе:

Отчет о проделанной работе содержит:

1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы шестеренного насоса.

#### VI. Контрольные вопросы:

1. Какие насосы называются объёмными?
2. Почему шестеренный насос называют роторными?
3. Чем отличаются объёмные насосы от центробежных насосов?
4. Как определяется действительная подача?
5. Как определяется теоретическая подача?
6. Как определяется объёмный КПД?
7. Что называют рабочими характеристиками насосов?
8. В каких единицах измеряется подача? Вып. задания 7 таблица

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 «Испытание центробежного вентилятора» (виртуальная лабораторная работа)

**Цель работы:** Испытание центробежного вентилятора, построение его аэродинамических характеристик, расчёт основных параметров центробежного вентилятора.

**Опорные слова:** центробежный вентилятор, рабочая характеристика, расход воздуха.

**Необходимое оборудование:** эскизы и принципиальная схема вентилятора необходимая для изучения его конструкции, принцип работы, видеоролики и слайды для презентации лабораторной работы.

**Некоторые слайды прилагаются в приложении.**

**Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:**

1. А.В.Цегляев Паровые турбины – М.Энергия, 2000 г.
2. К.С.Нигматулин Тепловые двигатели. – М., Энергия– 2000 г.
3. В.Н.Черкасский Насосы, вентиляторы, компрессоры – М.Энергоатомиздат, 1984г.

**Продолжительность работы – 2 часа.**

#### I. Теоретическая часть

Центробежным вентилятором называется машина, поднимающая чистый воздух или газовую смесь плотностью  $1,2 \text{ кг/м}^3$ , со степенью повышения давления не более 1,15. Особенностью центробежного вентилятора является то что за счет центробежных сил передаваемых потоку от рабочего колеса поток от центра перемещается к периферии повышая при этом давление.

Незначительное увеличение давления не оказывает влияние на термодинамическое состояние и в связи с этим не берется во

внимание. расчет рабочей среды в вентиляторе рассчитывается согласно теории машин для сжимаемой среды.

Центробежные вентиляторы широко применяются в промышленности и в быту для удаления различных загрязненных потоков воздуха.

В теплошерстяке с помощью вентиляторов подается необходимый для процесса горения воздух в топочную камеру котельных агрегатов, в системе приготовления топлива (угольной пыли), для транспортировки дымовых газов и дымовую трубу.

Конструкция вентилятора приведена на рис. 1.

Рабочее колесо состоит диска 2 литой ступицы 1. Рабочие лопасти 3 жестко закрепляются с основным диском 2 и передним диском 4, обеспечивая прочность решетке лопастей 5; с помощью шкива 6 вентилятор начинает работать. Корпус вентилятора закрепляется на литую или сварную станину 8; на станину устанавливается рабочее колесо, подшипники 9 крепятся на вал вентилятора; всасывающий и напорный патрубки крепятся к фланцам 10, 11.

Ц/б вентиляторы выпускаются определенной геометрической серией. Каждая серия характеризуется коэффициентом подобия соответствующих размеров, при этом у некоторых машин серийные размеры отличаются от рабочих.

На аэродинамической схеме серийной машины все основные размеры даются в процентах относительно диаметра рабочего колеса.

Согласно ГОСТ 5976-73 центробежные вентиляторы маркируются следующим образом: Ц — центробежный вентилятор; первая цифра пятикратное значение коэффициента полного давления округления до целого числа, на режиме  $\eta_{\text{ном}}$ ; вторая цифра быстроходность округленная до целого числа, на режиме  $\eta_{\text{ном}}$ . Обозначение включает и его номер — значение диаметра  $D$ , в дециметрах.

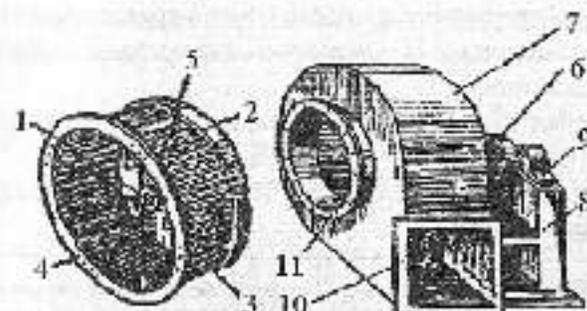


Рис. 1 Центробежный вентилятор

1-литая ступица; 2-основной диск; 3-рабочее колесо; 4-передний диск; 5-лопастная решетка; 6-приводной шкив вентилятора; 7-корпус вентилятора; 8-станина; 9-подшипники; 10, 11 — фланцы соединяющие рабочее колесо с всасывающим и напорным патрубками.

Например: Ц 4 70-4 марка вентилятора;  $D$  — 400 мм = 4 dm  
коэффициента полного давления — 0,86 (0,85 × 5 = 4), быстроходность  $n_p = 70$

Характеристикой вентилятора называется графическая зависимость между основными параметрами, определяющими работу вентилятора, а именно режимом работы, т. е. числом оборотов —  $n$ , давлением —  $P$ , расходом —  $Q$ , КПД —  $\eta$  и потребляемой мощностью —  $N_{\text{зотр}}$ , при известной скорости вращения и плотности воздуха. Характеристика строится на основе данных испытаний. Полная характеристика вентилятора при  $n = \text{const}$  выражается зависимостями:

$$P = f(Q), \eta = f(Q), N = f(Q).$$

### II. Указания к проведению лабораторной работы.

При снятии аэродинамической характеристики центробежного вентилятора фиксируются:

1) величина статического давления за вентилятором  $P_s$  измеряется с помощью U-образного манометра 7, в сечении II — II (в кране 6, положение 2):

2) величина статического давления перед вентилятором  $P_0$  измеряется с помощью U-образного манометра 7 в сечении I-I (в кране 6, положение 2);

3) перепад давления на диафрагме 5 (рис.3) снимается по манометру 7 в сечении III-III (в кране 6, положение 3);

4) мощность потребляемая вентилятором  $N_{\text{вент}}$ . Измеряется с помощью ваттметра 12.

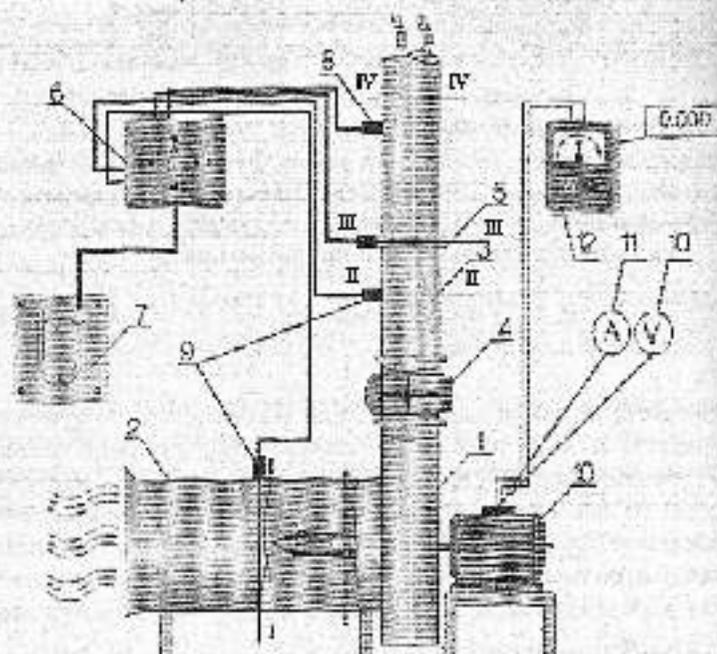


Рис.1 Схема лабораторного стенда

### III. Порядок выполнения лабораторной работы.

Характеристику  $P = f(Q)$  можно получить, меняя положение задвижки 4, что приведёт к изменению расхода воздушного потока. Расход воздуха определяют по коллектору, причём, если потеря давления на вход через коллектор и на участке прямого воздуховода

принять значением коэффициента местного сопротивления  $\xi = 0,005$ , то для воздуха при стандартных условиях  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ :

$$Q = \sqrt{(2gP/\rho(1-\xi))^{0,5} - 3600 - 11100 d_0^2 P^{0,5}}$$

где  $d_0 = 0,35 \text{ м}$  - диаметр всасывающего воздуховода;

$P_0$  - статическое давление в коллекторе, кг/см<sup>2</sup>.

Для определения полного давления вентилятора к статическому давлению за вентилятором  $- P_0$  добавляют подмечтанное в нагнетательном воздуховоде при его диаметре  $d = 120 \text{ мм}$ , динамическое давление  $P_{\text{дин}}$ , потерю давления во всасывающем трубопроводе до места измерения  $-\xi_{\text{вс}} P_{\text{дин}}$ :

$$P = P_0 - P_{\text{дин}} + \xi_{\text{вс}} P_{\text{дин}} + \xi_{\text{н}} P_{\text{дин}}$$

Если в среднем принять  $\xi_{\text{вс}} = 0,09$ ,  $\xi_{\text{н}} = 0,07$  и  $\xi = 0,005$ , то после подстановки:

$$P = P_0 - P_{\text{дин}} \{1,02(d_0/d_1)^4 + 0,085\} - P_0 - P_{\text{к}}$$

где  $k = 1,02(d_0/d_1)^4 + 0,085$  - постоянная величина для данного воздуховода;

$d_1$  - диаметр нагнетательного воздуховода, м;

$P_0$  и  $P_{\text{к}}$  - измеряют 5-7 раз при разных положениях задвижки при  $d = \text{const}$ .

Данные заносят в таблицу 1.

Имея значения  $P$  и  $Q$ , строим характеристику  $P = f(Q)$ . Полезная мощность  $N_{\text{пол}}$ . Количество энергии сообщаемой вентилятором потоку воздуха в единицу времени;

$$N_{\text{пол}} = PQ/102, \text{ кВт}$$

где  $P$  - давление, кг/см<sup>2</sup>;

$Q$  - расход воздуха, м<sup>3</sup>/час.

Мощность на валу вентилятора определяется по формуле:

$$N_v = N_{\text{элект}} \cdot \eta_{\text{элект}}, \text{ кВт}$$

где  $\eta_{\text{элект}}$  – КПД электродвигателя,  $\eta_{\text{элект}} = 0,9$

Потребляемая вентилятором мощность больше полезной мощности на величину потерь в вентиляторе:

$$N_v = N_{\text{пол}} / \eta_v, \text{ кВт}$$

где  $\eta_v$  – полный КПД вентилятора.

Он учитывает все потери в вентиляторе и равен отношению полезной мощности к мощности на валу вентилятора.

Аэродинамическая характеристика вентилятора строится по данным таблицы.

Таблица 1

№	$P_v, \text{ кВт}$ $\text{М}^2$	$P_v, \text{ кВт}$ $\text{М}^2$	$P_v, \text{ кг/М}^2$	$Q_v, \text{ м}^3$ час	$N_{\text{пол}}, \text{ кВт}$	$N_{\text{вал}}, \text{ кВт}$	$N_v, \text{ кВт}$	$\eta_v$

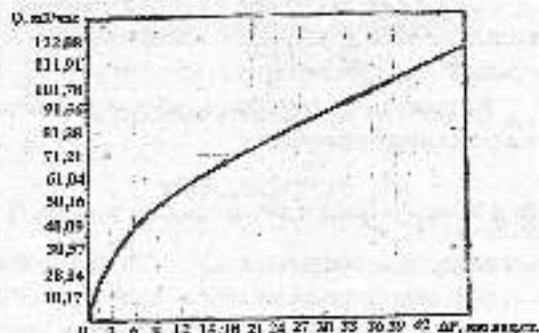


Рис.1 Тарировочная кривая.

#### IV. Отчет по работе:

Отчет о проделанной работе содержит:

1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы вентилятора.

#### V. Контрольные вопросы:

1. На какие основные группы делятся вентиляторы?
2. Что называют рабочими характеристиками вентиляторов?
3. Что означает полезная мощность?
4. Что означает потребляемая мощность?
5. Что означает мощность на валу?
6. Как определяется полный КПД?
7. Чему равен КПД электродвигателя?
8. В каких единицах измеряется расход воздуха?
9. В каких единицах измеряется давление вентилятора?
10. Чему равна плотность воздуха?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 «Испытание поршневого компрессора СО – 7А»

**Цель работы:** Ознакомиться с конструкцией и принципом работы компрессора.

**Опорные слова:** центробежный вентилятор, рабочая характеристика, расход воздуха.

**Необходимое оборудование:** эскизы и принципиальная схема вентилятора необходимая для изучения его конструкции, принцип работы, видеоролики и слайды для презентации лабораторной работы.

Некоторые слайды прилагаются в приложении.

Для выполнения лабораторной работы необходимо изучить следующую литературу:

1. А.В.Щелязев Паровые турбины – М. Энергия, 2000 г.
2. К.С.Нигматуллин Тепловые двигатели. – М., Энергия– 2000 г.
3. В.Н.Черкасский Насосы, вентиляторы, компрессоры– М. Энергоатомиздат, 1984г

Продолжительность работы – 2 часа.

### 1. Общие сведения.

Машины служащие для сжатия газов в том числе и воздуха называют компрессорами. Сжатый воздух, получаемый в компрессорах имеет широкое применение во всех областях техники. Он используется, например, в пневматических механизмах, в металлургической промышленности, для сжатия и распыления топлива, в двигателях внутреннего сгорания и т.д.

В основном компрессоры делятся на две основные группы: объёмные и лопастные. Объёмные компрессоры делятся на поршневые и роторные. Лопастные – центробежные и осевые компрессоры.

Основными показателями компрессора являются:

$Q$  - расход воздуха;  $P_1$  - начальное давление и  $P_2$  - конечное давление;  $\varepsilon = P_2 / P_1$  - коэффициент сжатия;  $n$  - число оборотов;  $N$  - мощность на валу компрессора.

При анализе работы компрессорной машины с точки зрения термодинамики, реальный процесс сжатия газов отличается от идеального тем, что в реальном процессе учитывается наличие «мертвой» зоны и другие потери давления, которые в идеальном процессе не учитываются.

### II. Конструкция и принцип работы компрессора СО – 7А

Технические показатели компрессора СО – 7А

Мощность 30 м<sup>3</sup>/час;

Рабочее давление 6 кгс/см<sup>2</sup> ( $6 \cdot 10^5$  Па);

Диаметр цилиндра 78 мм;

Диаметр поршня 75 мм;

Количество цилиндров 2 ;

Шаг поршня 85 мм;

Скорость вращения коленчатого вала - 1000 об/мин;

Направление вращения коленчатого вала - против часовой стрелки;

Расход масла не более 40 г/час;

Предел давления 2+6 кгс/см<sup>2</sup> ;

Тип электродвигателя АОЛ2-32-2;

Мощность 4 кВт ;

Частота вращения вала 2880 об/мин;

Объем ресивера 22 литр.

При движении поршня вниз давление внутри цилиндра понижается относительно атмосферного, в результате под действием атмосферного давления всасывающий клапан откроется и цилиндр наполнится воздухом прошедшим через фильтр 1. При движении поршня вверх воздух в цилиндре сжимается под давлением выше атмосферного, в результате всасывающий клапан захлопывается и

прекращается связь цилиндра с наружным атмосферным воздухом (рис.1).

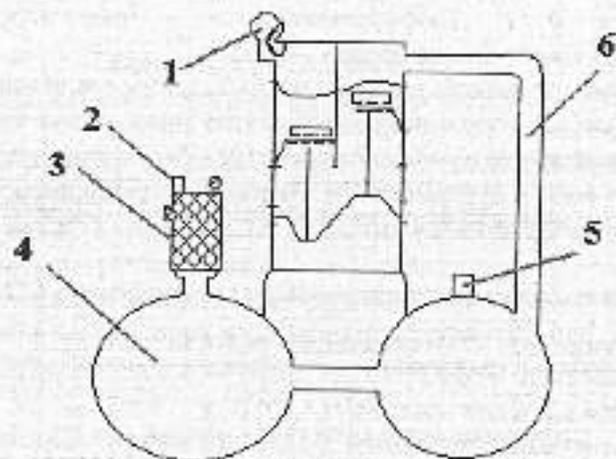


Рис.1 Схема компрессора СО - 7А

1 - воздушный фильтр; 2 - регулятор давления; 3 - регулятор масла-влажности; 4 - ресивер; 5 - предохранительный клапан; 6 - напорный трубопровод.

Движение поршня вверх продолжается и сжатие продолжается до преодоления сопротивления выпускного клапана и сопротивлений в напорном трубопроводе. Преодолев эти сопротивления открывается выпускной клапан, сжатый воздух с помощью поршня выталкивается в напорный трубопровод 6, а затем в ресивер 4 и в масло-влажность очиститель 3. После очищения от влаги и масла сжатый воздух через распределительные краны поступает к потребителю. Для контроля давления в масло-влажность очистителе установлен манометр, а для регулирования давления сжатого воздуха регулятор давления 2. Для предотвращения чрезмерного повышения давления установлены ресивер и предохранительный клапан 5.

Компрессор СО-7А - простой, воздушно-охлаждаемый, двухцилиндровый, одноступенчатый компрессор. Картер компрессора

и блок цилиндра изготовлен из чугуна. Для охлаждения цилиндра компрессора на блок цилиндра установлены кольца - ребра. Корпус компрессора изготовлен из алюминия. Внутренняя полость корпуса разделена на две части, т.е. всасывающее и напорное отделения. Цилиндр оснащен всасывающим и напорными клапанами.

Шатуны штампованы из стали. Нижняя головка литая из баббита, верхняя головка закреплена изготовленной из бронзовой ленты втулке. Поршни отлиты из алюминиевых сплавов, на каждом из которых установлены по два уплотнительных и по два маслостытывающих кольца. Коленчатый вал изготовлен в коробке из стали и опирается на шариковые подшипники. Воздушный фильтр изготовлен цилиндрической формы, в нижней части цилиндра устанавливаются головки для пропуска сжатого воздуха на очистку.

Влаго-масло очиститель изготовлен в виде сварного баллона, в котором установлен стакан с кольцами Раунга. Назначение влаго-масло очистителя очистка от масла и влаги сжатого воздуха поступающего к потребителю. Отделенные от воздуха влага, масло оседают на дне очистителя и через выпускные отверстия периодически удаляются из него.

С помощью регулятора давления 2 в компрессоре поддерживается давление в пределах 6 кг/см<sup>2</sup>. Излишки давления сжатого воздуха выбрасываются в атмосферу, сохраняя необходимое давление. Поддерживание необходимого давления с помощью винта 6, осуществляется за счет создания нужного натяжения пружины 4. Затем контргайкой 5 закрепляется положение винта.

Предохранительный клапан 7 рассчитан на давление 7 кгс/см<sup>2</sup> и служит для сохранения необходимого давления.

Ресивер - с конструктивной точки зрения состоит из двух соединенных между собой стальных труб, и предназначается для следующего:

а) поршень совершая возвратно-поступательное движение вызывает колебание воздуха, которые уравниваются в ресивере;

б) для выравнивания колебаний давления воздуха при его потреблении;

в) для очистки воздуха от влаги и масла поступающих в ресивер вместе с воздухом.

Масло в картер поступает по маслопроводу через маслопропускающее отверстие. Уровень масла определяется с помощью маслоизмерителя. Уровень масла должен находиться между самой высшей и самой нижней отметки масла. Для смазки используется компрессорное масло. В подшипники электродвигателя время от времени подается тавот или похожее на него масло. Компрессор работает с двигателем, помещенным в кожух.

### III. Расчет мощности компрессора СО – 7А

а) Теоретическая мощность одноступенчатого, двух цилиндричного, одностороннего движения компрессора рассчитывается по формуле:

$$V_n = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 60 \cdot S \cdot n, \text{ м}^3/\text{час} \quad (1)$$

где: 2 – количество цилиндров;

S – шаг поршня, м;

D – диаметр поршня, м;

n – частота вращения вала, об/мин.

б) действительная мощность этого компрессора:

$$V = V_n \cdot l = 2 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot 60 \cdot S \cdot n \cdot l, \text{ м}^3/\text{сат} \quad (2)$$

где: l – коэффициент подачи.

### IV. Отчет по работе:

1. Краткая характеристика о работе.
2. Принципиальная схема установки.
3. Эскиз принципиальной схемы компрессора.

### V. Контрольные вопросы:

1. Какие машины называется компрессором?
2. В чем назначение компрессора?
3. На какие типы делятся компрессоры?
4. Из каких основных элементов состоит компрессор?
5. Как работает поршневой компрессор?
6. Как охлаждается компрессор СО – 7А?
7. Сколько ступенчатый компрессор СО – 7А?
8. для чего предназначен ресивер?
9. Каков предел допустимого давления компрессора СО – 7А?
10. В чем назначение предохранительного клапана?

## GLOSSARIY

**Apparat** – asbob, texnik qurilma, moslama. Darslikda apparat termini o'rniga qurilma so'zi ishlatildi. Masalan, mexanik, gidromexanik, issiqlik yoki modda almashinish qurilmalari.

**Barbotaj** – aralashtirish, suyuqlik qatlamidan gaz yoki bug'ni bosim bilan o'tkazish.

**Barboter** – idishning ichiga suv bug'i yoki gaz berishga mo'ljallangan turli shaklga ega bo'lgan teshikli quvur.

**Vakuum** – idishga qamalgan, bosimi atmosfera bosimidan ancha past bo'lgan gaz holati.

**Vakuum-nasos** – siyrak gazlar (vakuum) hosil qilish maqsadida idishlardan gaz yoki bug'larni so'rib oladigan qurilma.

**Ventil** – quvurda harakatlantiruvchi suyuqlik, gaz yoki bug' berish miqdorini zolotnik yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.

**Ventilyator** – xonalarni shamollatish, aeroaralashmalarni quvurlarda uzatishda havo yoki boshqa gazlarni haydash uchun kichik bosim (0,01 MPa gacha) hosil qiladigan qurilma.

**Venturi quvuri** – bosimlar tafovutiga ko'ra, suyuqlik, bug' yoki gaz tezligi yoki sarfi o'zlanadigan qurilma.

**Gazoduvka** – havo yoki boshqa gazlarni siqish va haydash uchun o'rtacha bosim (0,01 dan 0,3 MPa gacha) hosil qiladigan qurilma.

**Gazlift** – suyuqliklar (neft, suv, turli eritmalar va boshqalar)ni ularga aralashirilgan gaz energiyasi hisobiga ko'turish qurilmasi. Agar qurilmada gaz o'rniga siqilgan havo ishlatilsa, erlift deb ataladi.

**Gidravlika** – suyuqliklarning harakati va muvozanat qonunlarini hamda bu qonunlarni injenerlik masalalarini hal qilishda tatbiq etish usullarini o'rganuvchi fan.

**Gidrodinamika** – gidromexanikaning siqilmaydigan suyuqliklar harakati va ularning qattiq jismlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganadigan bo'limi.

**Gidromexanika** – suyuqlikning muvozanati va harakatini, shuningdek, suyuqlikning unga botirilgan yoki unda harakatlanayotgan jism bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi.

**Gidrostatika** – gidromexanikaning qo'yilgan kuchlar ta'sirida suyuqliklarning muvozanat sharoitlarini, shuningdek, sokin suyuqliklarning ularga botirilgan jismlarga va idish devorlariga ta'sirini o'rganadigan bo'limi.

**Gorelka** – gazsimon, suyuq yoki changsimon yoqilg'ilarning havo yoki kislorod bilan aralashmasini hosil qiladigan va uni siqish joyiga uzatadigan qurilma.

**Gradiraya** – suvni atmosfera havosi bilan soviltish qurilmasi.

**Dezinfikator** – kam abraziv mo'rt materiallarni yanchish (dag'al maydalash) mashinasi.

**Diafragma** – teshikli yoki teshiksiz plastina (to'siq).

**Diffuziya** – moddaning bir muhitdan konsentratsiyasining kamayishi yo'nalishida tarqalishi.

**Zadvijka** – truboprovoddagi oqim miqdorini pona shakliga ega bo'lgan zatvor yordamida rostlaydigan berkitish-ochish moslamasi.

**Zaslonka** – kanal (quvur)ning kesim yuzini o'zgartiradigan hamda shu yo'l bilan undan o'tadigan gaz yoki suyuqlik massasi va hajmini rostlaydigan moslama.

**Zolotnik** – sirpanadigan sirtidagi teshiklarga nisbatan siljib, ish suyuqligi yoki gaz oqimini kerakli kavalga yo'naltiruvchi qo'zg'atuvchan element.

**Zmeyevik** – issiqlik almashinish qurilmalarida isituvchi yoki sovutuvchi etkich yuborish uchun ishlatiladigan spetsialsimon quvur.

**Klapan** – mashinalar va truboprovodlarda gaz, bug' yoki suyuqlik sarfini boshqaradigan detal. Klapan bosimlar farqini hosil qilish (droseli klapanlar), suyuqlikning teskari oqimi paydo bo'lishiga yo'l qo'ymaslik (teskari klapanlar), gaz, bug' yoki suyuqlik bosimi belgilanganidan ortganda ularni qisman chiqarib yuborish (saqlash klapanlari), bosimni pasaytirish va uni ma'nomda tutib turish (reduksion klapanlar)da ishlatiladi.

**Kompressor** – havo yoki gazli 0,3 MPa va undan yuqori bosim bilan siqadigan mashina.

**Konveksiya** – muhit (gaz, suyuqlik) makroskopik qismining siljishi; massa, issiqlik va boshqa fizik miqdorlarning ko'chishiga sabab bo'ladi. Konveksiya muhitning har xil jinsliliigi (temperatura va zichlik gradiyentlari) sababli yuzaga keluvchi tabiiy (erkin) va mutlitga tashqi ta'sir bo'lgandagi majburiy turlarga bo'linadi.

**Kondensat** – gaz yoki bug'ni kondensatsiyalashda hosil bo'ladigan suyuqlik.

**Kondensator** – moddalarni sovitish yo'li bilan gaz (bug') holatdan suyuq holatga o'tkazishdan issiqlik almashirgich.

**Konditsioner** – havoni konditsiyalash sistemalarida havoga ishlov beradigan va uni haydaydigan agregat.

**Korpus** – mashina detali; odatda, mashinaning barcha asosiy mexanizmlarini ko'taradigan asosiy, negizi hisoblanadi.

**Kran** – quvurdagi berkitish-ochish uchun jo'mrak. Uning qo'zg'atuvchan detali (tugini) testikli aylanuvchi jism shaklida bo'lib, suyuqlik (gaz) oqimi yo'lini ochish va berkitishda o'z o'qi atrofida oqim yo'nalishiga perpendikulyar ravishda hariladi.

**Krivoship** – krivoshipli mexanizmining qo'zg'almas o'q atrofida to'liq (360°) aylunadigan zvenosi.

**Krivoshipli mexanizmlar** – porshenli nasoslar R3 kompressorlarning harakat uzatmalarida ishlatiladi.

**Laminar oqim** – yopiqshoq suyuqlik (yoki gaz)ning tartibli oqimi; suyuqlik qo'shni qatlamlarining o'zaro aralashib ketmasligi bilan xarakterlanadi.

**Manometr**, suyuqlik va gaz bosimini o'lchaydigan asbob. Bunday asboblarda bir necha turga bo'linadi: noldan (to'la vakuumdan) hisoblanadigan bosimni o'lchaydigan manometrlar; ortiqcha bosimni ya'ni absolut bosim atmosferasi bosimidan katta bo'lganda, absolut va atmosfera bosimlari orasidagi farqni o'lchaydigan manometrlar; har biri atmosfera bosimidan farqlanuvchi ikki bosim orasidagi farqni o'lchaydigan difmanometrlar. Atmosfera bosimini o'lchash uchun barometrlar, uolga yaqin bosimlarni o'lchash uchun vakuummetrlar ishlatiladi.

**Mashina** – energiya, materiallar yoki axborotni o'zgartirish maqsadida mexanik harakat bajaruvchi qurilma.

**Mashina** – energiya, materiallar yoki axborotni o'zgartirish maqsadida mexanik harakat bajaruvchi qurilma.

**Modellash** – murakkab obyektlar, hodisalar yoki jarayonlarni, ularning modellarida yoki haqiqiy qurilmalarda tajriba o'tkazish va ishlashga o'xshash modellarini qo'llab tadqiq qilish usuli.

**Model** – keng ma'nuda olganda biror obyekt, jarayoni yoki hodisaning xayoliy yoki shatli har qanday timsoli: tasvir, bayon, sxema, grafik, plan va boshqalar. Masalan, ilmiy maqsadlarda biror bir qurilma (original)ning tuzilishi va ishlashini takrorlovchi, ko'rsatuvchi kichik o'lchamli qurilma.

**Mufta** – val, tortqi, quvur, kanat, kabel va boshqalar birlashtirilgan qurilma.

**Napor** – suyuqlik oqimining berilgan nuqtada solishtirma (og'irlik birligiga nisbatan olingan) energiyasini belgilovchi chiziqli kattalik. Napor uzunlik birligida o'lchanadi.

**Nasadka** – ayrim qurilmalarning ichiga solib qo'yiladigan har xil shaklli qattiq jismlar. Nasadkalarining turlari: Rastlig halqalari, keramik buyumlar, koks, maydalangan kvarts, polimer halqalar, metallardan tayyorlangan turlar, shlarlar va boshqalar.

**Nasos** – suyuqlik (jumladan, qattiq va gazsimon aralashmalarni) bosim ostida haydaydigan gidromashina.

**Optimal** – eng maqbul, muayyan shart va maqsadlarga juda mos.

**Optimallashtirish** – mavjud variantlardan eng yaxshisini, eng maqbulini tanlab olish jarayoni.

**Patrubok** – asosiy quvur, rezervuar yoki qurilmalardan gaz, bug' yoki suyuqlik olinadigan qisqa quvur.

**Plunjer** – uzunligi diametridan ancha katta porshen.

**Press** – materiallarga bosim ostida ishlov berish mashinasi.

**Protssess** – hodisalarning izchil almashinib turishi, biror narsaning taraqqiyot holati, jarayon.

**Porshen** – mashina yoki asbobning harakatlanuvchi detali; silindrning ko'ndalang kesimini zich qoplaydi va uning o'qi bo'ylab harakatlanadi.

**Psixrometr** – havoning temperaturasi va namligi aniqlanadigan asbob.

**Pulpac** – maydalangan (0,5 l mm dan mayda) foydali qazilmaning suv bilan aralashmasi.

**Rafinatsiya** – oziq-ovqat mahsulotlari (spirt, qand, o'simlik moylari va boshqalar)ni aralashmalardan tozalash.

**Reaktor** – sanoat miqyosida kimyoviy reaksiyalar o'tkaziladigan qurilmalar.

**Regenerator** – issiqlik almashtirish qurilmasi; unda issiq va sovuq etkichlar bitta sirtga galma-gal tegishi hisobiga issiqlik uzatiladi.

**Regeneratsiya** – ish bajargan jismning dastlabki sifatlarini tiklash, masalan, adsorblash jarayonida adsorbentlarning xossalari tiklash.

**Rezervuar** – suyuqlik va gazlar saqlanadigan (yer ustiga yoki yer ostiga joylashtiriladigan) katta idish.

**Regenerator** – issiqlik almashtirish qurilmasi; unda issiqlik va sovuq etkichlar bitta sirtga galma-gal tegishi hisobiga issiqlik uzatiladi.

**Rekuperator** – issiqlik almashinish qurilmasi; unda issiqlik eltuvchilarni ajratib turgan devor orqali ular orasida issiqlik almashib turadi.

**Rotametr** – suyuqlik va gaz tezligini yoki sarfini o'lchaydigan asbob.

**Rotor** – mashinalar, masalan, rotortli nasoslar va sentrafugalarning qobiqlari ichida joylashgan aylanuvchi detali.

**Salnik** – mashinalarning qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas detallari (masalan, shtok va silindr) orasidagi tirqishni germetik berkitib turadigan mashina detali.

**Separator** – aralashmalarni ajratuvchi qurilma; ishlash prinsipi aralashma komponentlari fizik xossalarning turlicha bo'lishiga asoslangan.

**Separatsiya** – suyuq yoki qattiq zarralarni gazlardan, qattiq zarralarni esa suyuqliklardan ajratish; qattiq yoki suyuq aralashmalarni tarkibiy qismlarga ajratish.

**Soplo** – ichida gaz yoki suyuqlik tezligi oshadigan o'zgaruvchan kesimli kanal.

**Skrubber** – changli gazlarni yuvish yo'li bilan tozalaydigan qurilma.

**Suspensiya** – suyuqlik smersimon muhitli va zarralari bbroun harakatiga to'sqinlik qila oladigan darajada yirik bo'lgan dispers fazali turli jinsli tizimlar.

**Sxema** – asbob, qurilma, inshoot va boshqalarning asosiy g'oyasini, ish pripaillarini hamda jarayonlar ketma-ketligini izohlab beradigan chizma.

**Texnologiya** – mahsulot ishlab chiqarish jarayonida homi ashyo, material yoki yarimfabrikatga ishlov berish, tayyoclash, ularning holati, kossulari va shaklini o'zgartirish usullari majmua.

**Truboprovod** – gazsimon, suyuq va qattiq mahsulotlarni, shu jumladan, tayyor buyutlarni tashishda ishlatiladigan quvurlardan bir-biriga zich qilib birlashtirilgan inshoot. Tashiladigan mahsulotlarning hiliga ko'ra truboprovodlarning turlari: gazoprovod, nefteprovod, vodoprovod, pulpoprovod va boshqalar.

**Turbina** – berilayotgan ish jismi (bug', gaz, suv)ning kinetik energiyasini mexanik ishga aylantirib beradigan birlamchi yuritkich.

**Turbulent oqim** – zarrachalari murakkab trayektoriyalar bo'yicha turg'unlashmagan tartibsiz harakatlanadigan suyuqlik (yoki gaz) oqimi. Bunday holatda suyuqlik tezligi va uning bosimi oqimning har bir nuqtasida tartibsiz o'zgaradi.

**Ultrafiltrlash** – eritmalarini yarim o'tkazuvchan membranalari orqali bosim bilan o'tkazish.

**Faza** – kimyoviy tarkibi va fizik xossalari bo'yicha termodinamik sistemaning bir jinsli bo'lgan qismini.

**Flanets** – quvur, armatura, rezervuar, vallar va boshqalarning birlashtiruvchi qismi; odatda, boltlar yoki shpilkalar o'tkazish uchun bir tekisda joylashgan teshiklari bo'lgan yassi halqa yoki diskdan iborat.

**Forsunka** – suyuqlikni zaralarga aylantiradigan bir yoki bir necha teshikli qurilma.

**Sapfa** – o'q yoki valning podshipnikka tiratib turadigan qismini.

**Sildon** – gazni qattiq zarrachalardan markazdan qochma kuch ta'sirida tozalaydigan qurilma.

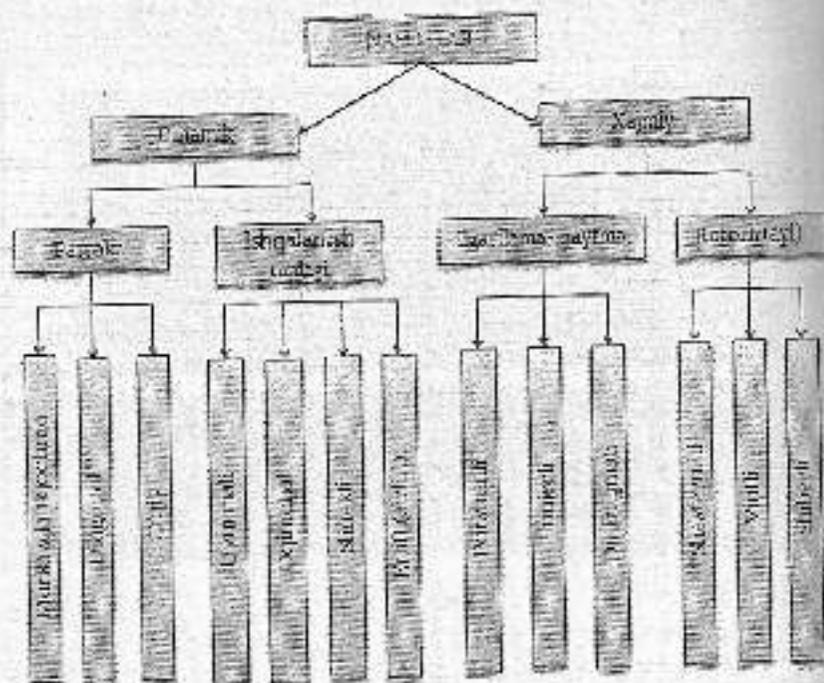
**Shtuser** – uchirchhalibirlashtirishpatrubogi.

**Ejektör** – gaz yoki suyuqliklarni so'rish uchun boshqa gaz yoki suyuqlikning kinetik energiyasidan foydalaniladigan qurilma. Masalan, oqishli nasoslar ektordan foydalanishga asoslangan.





Tuzilmaviy – mantiqiy chizma «Pog'ona»



**Izoh:**

«Pog'ona»ni tuzish jarayonida tizimli sxemaning tarkibiy qismi va elementlarini siltatish mumkin – bu u yoki bu holatni qayta fikrlash imkonini beradi.

T – Jadval «Suyuqlik uzatishini drosselli rostlash: afzallik va kamchiliklari»

Afzalliklar	Kamchiliklar
Qurilmaning arzonligi	Kichik quvvatli tizimlarda qo'llanilishi
Ishlatilishning soddaligi	Qarshilikni yengishiga qo'shimcha energiya sarflanishi
Oqim kesimini o'zgartirish imkoni	Oqim tezligining doimiy o'zgarishi
Oqim tezligini o'zgartirish imkoni	Uzatilishi oshganda bosim pasayadi
Kichik inersionligi	Uzatilishni kamaytirish kerak holatlarda ishlatiladi
	Energetik samaradorligi past

**Izoh:** bitta konsepsiya (ma'lumot)ning jihati o'zaro solishtirish yoki ularni (ha'yo'q, ha'qarshi) uchun.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Tojiboyeva D., Yo'ldashev A. Maxsus fanlarni o'qitish metodikasi Darslik, T. Aloqachi, 2009.
2. Саламахова Т.С., Чебышева К.В. Центробежные вентиляторы. Учебник - М.: Машиностроение, 2001.
3. Машоценко В.В., Михайлов А.К. Энергетические насосы и компрессоры. Справочное пособие. М.: Энергоиздат, 2000.
4. Мухомидов Д.Н., Магжапов Э.К. Исходные электростанцияларнинг турбинаси куврилари. Ўқув кўлатма Тошкент: Шарк, 2007.
5. Тошбоев Н.Т. «Исходные юртиячлари» фанидан маърузалар тўплами. 2000.
6. Монтаж и эксплуатация теплотехнического оборудования. Под ред. В.А. Горбатко, Справочник. М.: МЭИ, 2002.
7. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Учебник. М.: Энергоиздат, 1984.

### Internet saytlari

1. [www.uzenergy.azpak.uz/](http://www.uzenergy.azpak.uz/)
2. [www.dusteplo.ru/](http://www.dusteplo.ru/)
3. [www.IYPERLINK](http://www.IYPERLINK) «<http://www.energystrategy.ru/>»  
[IYPERLINK](http://www.energystrategy.ru/energystrategy.ru) «<http://www.energystrategy.ru/energystrategy.ru>»

## H.OVALAR

*1-Ilava*

**Turli harorat shkalalari orasidagi nisbat**

Shkalalarning nomi	Selsiy shkalasi, t°C	Reynit shkalasi, t°Ra	Farengeit shkalasi, t°p	Reynit shkalasi, t°R
Selsiy shkalasi, t°C		$\frac{5}{9}(t_{Ra}-32)$	$\frac{t_{p}-32}{1.8}$	1.25t°R
Reynit shkalasi, t°Ra	1.8(t°C+273.15)	-	9p+159.67	1.8(1.25t°R+273.15)
Farengeit shkalasi t°p	1.8(t°C-32)	t°Ra-159.67		$\frac{9}{5}t_{p}$
Reynit shkalasi, t°R	0.8t°C	$0.8(\frac{5}{9}t_{Ra}-273.15)$	$\frac{4}{9}(t_{p}-32)$	-

*Приложение 1*

**Зависимости между показателями температур на различных шкалах измерения**

Измерительная шкала	Шкала Цельсия, t°С	Шкала Рейнита, t°Ra	Шкала Фаренгейта, t°p	Шкала Резеруса, t°R
Шкала Цельсия, t°С		$\frac{5}{9}(t_{Ra}-32)$	$\frac{t_{p}-32}{1.8}$	1.25t°R
Шкала Рейнита, t°Ra	1.8(t°С+273.15)	-	9p+159.67	1.8(1.25t°R+273.15)
Шкала Фаренгейта, t°p	1.8(t°С-32)	t°Ra-159.67		$\frac{9}{5}t_{p}$
Шкала Резеруса, t°R	0.8t°С	$0.8(\frac{5}{9}t_{Ra}-273.15)$	$\frac{4}{9}(t_{p}-32)$	-

## Suvning fizik parametri

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$	$\nu, \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	$P_r$
0	0,584	$17,89 \cdot 10^{-7}$	13,47
20	0,595	$10,06 \cdot 10^{-7}$	7,03
40	0,622	$6,59 \cdot 10^{-7}$	4,35
60	0,649	$4,78 \cdot 10^{-7}$	3,02
80	0,666	$3,65 \cdot 10^{-7}$	2,225
100	0,684	$2,95 \cdot 10^{-7}$	1,748
120	0,685	$2,52 \cdot 10^{-7}$	1,472

## Приложение 2

## Физические параметры воды

$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$	$\nu, \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	$P_r$
0	0,584	$17,89 \cdot 10^{-7}$	13,47
20	0,595	$10,06 \cdot 10^{-7}$	7,03
40	0,622	$6,59 \cdot 10^{-7}$	4,35
60	0,649	$4,78 \cdot 10^{-7}$	3,02
80	0,666	$3,65 \cdot 10^{-7}$	2,225
100	0,684	$2,95 \cdot 10^{-7}$	1,748
120	0,685	$2,52 \cdot 10^{-7}$	1,472

## MKGS tizimning birliklari va kaloriyaga asoslangan issiqlik birliklar hamda SI tizimning birliklar orasidagi bog'lanishlari

## A. Kuch birliklari

1 kg = 9,81 n; 1n = 1,02 kg.

## B. Bosim birliklari

1 at = 1kg/sm<sup>2</sup> = 98100 n / m<sup>2</sup> = 0,981 bar.

1 mm suv.ust = 1kg/m<sup>2</sup> = 10<sup>-4</sup>at = 9,81 n / m<sup>2</sup> = 0,981 · 10<sup>-4</sup>bar.

1 mm si.ust. = 13,6 mm suv.ust. = 133 n/m<sup>2</sup> = 0,00133 bar.

1 n/m<sup>2</sup> = 10<sup>-5</sup> bar = 0,102 kg/m<sup>2</sup> = 0,102 · 10<sup>-2</sup>at = 0,102 mm su.ust.

1 bar = 1,02 kg/sm<sup>2</sup> = 1,02 at = 10200 mm suv.ust. = 750 mm sim.ust.

## V. Dinamik qovushqoqlik

1 kg·sek/m<sup>2</sup> = 9,81 n·sek/m<sup>2</sup> = 9,81 kg/m·sek;

1 n·sek/m<sup>2</sup> = 1 kg/m·sek = 0,102 kg·sek/m<sup>2</sup>.

## C. Kuch va energiya

1kg·m = 9,81 j;

1 kal = 4,19 j; 1 kkal = 4,19 kj; 1 Gikal = 4,19 Gj;

1 kvt·soat = 3,6 · 10<sup>6</sup> j = 3600 kj = 3,6 Mj;

1j = 1n·m = 0,102 kg·m = 0,239 kal = 0,278 · 10<sup>-6</sup> kvt·soat.

## D. Quvvat

1 kg·m/sek = 9,81 vt;

1kal/sek = 4,19 vt;

1vt = 1j/sek = 0,102 kg·m/sek = 0,239 kal/sek;

1 kvt = 1kj/sek = 3600 kj/soat.

## E. Issiqlik birliklari

1 kal/gr = 1 kkal/kg = 4,19 kj/kg;

1 kkal/grad = 4,19 kj/grad;

1 kkal/soat = 1,163 vt;

1 kkal·m<sup>2</sup>/soat = 1,163 vt/m<sup>2</sup>;

1 j/kg = 0,239 kal/kg = 0,239 · 10<sup>-3</sup> kkal/kg;

1vt = 0,239 kal/kg = 0,860 kkal/soat.

Соотношение между тепловыми единицами, основанными на калории, единицами системы МКГСС и единицами системы СИ

Величина	Соотношение между единицами системы МКГСС и системой СИ	
	единицами системы МКГСС	единицами системы СИ и системой МКГСС
Давление	1 кгс/см <sup>2</sup> = 735,6 мм рт. ст. = 1 атм. техн. = 0,981 бар = 98066,5 Па = 0,1 МПа (10 м вод. ст.)	1 Н/м <sup>2</sup> = 1 Па = 1,02 · 10 <sup>-5</sup> атм. техн. = 10 <sup>-5</sup> бар = 7,5 мм рт. ст. = 0,102 мм вод. ст.
Работа и энергия	1 кгс·м = 9,81 Дж 1 кВт·ч = 3,61 × 10 <sup>6</sup> Дж 1 ккал = 4,187 × 10 <sup>3</sup> Дж	1 Дж = 1 Н·м = 0,102 кгс·м = 2,78 × 10 <sup>-7</sup> кВт·ч = 2,39 × 10 <sup>-4</sup> ккал
Мощность	1 кгс·м/с = 9,81 Вт 1 ккал/с = 4,19 × 10 <sup>3</sup> Вт	1 Вт = Дж/с = 0,102 кгс·м/с = 0,86 ккал/ч 1 МВт = 0,86 Гкал/ч
Количество теплоты	1 кал = 4,19 Дж 1 кВт·ч = 3,6 × 10 <sup>6</sup> Дж 1 Гкал/ч = 1,163 МВт	1 Дж = 0,239 кал = 239 × 10 <sup>-4</sup> ккал 1 кВт = 860 ккал
Удельная теплоемкость	1 ккал/(кг·°C) = 4190 Дж/(кг·°C)	1 Дж/(кг·°C) = 0,239 × 10 <sup>-3</sup> ккал/(кг·°C)
Тепловой поток	1 кал/с = 4,187 Вт 1 ккал/ч = 1,163 Вт	1 Вт = 0,239 кал/с = 0,86 ккал/ч
Коэффициент теплоотдачи, теплопередачи	1 кал/(см <sup>2</sup> ·с·°C) = 4190 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) 1 ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°C) = 1,163 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C)	1 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) = 0,239 × 10 <sup>-4</sup> ккал/(см <sup>2</sup> ·с·°C) = 0,86 ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°C)
Коэффициент теплопроводности	1 кал/(см·с·°C) = 418,7 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) 1 ккал/(ч·м·°C) = 1,163 Вт/(м·°C)	1 Вт/(м <sup>2</sup> ·°C) = 0,239 · 10 <sup>-2</sup> кал/(см·с·°C) = 0,86 ккал/(ч·м·°C)
Теплота сгорания топлива	1 ккал/кг = 4,187 кДж/кг	1 Дж/кг = 0,239 × 10 <sup>-1</sup> ккал/кг
Удельный расход условного топлива	1 кг/ккал = 4,187 кг/кДж 1 кг/(кВт·ч) = 277,8 г/МДж	1 кг/кДж = 0,239 кг/ккал 1 г/МДж = 0,36 г/(кВт·ч)

SI o'lchov fizimining asosiy va yordamchi birliklari

Kattaliklar nomi	Birliklar	Belgisi	O'lchami
Uzunlik	metr	m	-
Massa	kilogramm	kg	-
Vaqt	sekunda	sek	-
Termodinamik harorat	Kelvin gradusi	K	-
Zichlik (hajmiy)	Kilogramning metr kubga nisbati	kg/m <sup>3</sup>	(1kg) : (1m <sup>3</sup> )
Tezlik	Metri sekundga nisbati	m/sek	(1m) : (1sek)
Tezlanish	Metri sekund kvadratiga nisbati	m/sek <sup>2</sup>	(1m) : (1sek <sup>2</sup> )
Kuch	Nyuton	n	(1kg) · (1m) · (1sek <sup>2</sup> )
Bosim, mexanik kuchlanish	Nyutonning metr kvadratiga nisbati	n/m <sup>2</sup>	-
Dinamik qovushqoqlik	Nyuton sekundning metr kvadratiga nisbati	n·sek/m <sup>2</sup>	-
Kinematik qovushqoqlik	Metri kvadratning sekundga nisbati	m <sup>2</sup> /sek	-
Ish, energiya, issiqlik miqdori	Joul	j	(1n) · (1m)
Quvvat	Vat	vt	(1j) : (1sek)
Solishtirma og'irlik	Nyutonning metr kubga nisbati	n/m <sup>3</sup>	(1n) : (1m <sup>3</sup> )
Solishtirma issiqlik	Joulning kilogramga nisbati	j/kg	-
Solishtirma issiqlik sig'imi	Joulning kilogram gradusga nisbati	j/kg·grad	-

Solishtirma energiya	Joulning kilogram-gradusga nisbati	j/kg·grad	-
Issiqlik oqimi	Vatt	v	-
Issiqlik oqimining yuzali zichligi	Vatning metr kvadratiga nisbati	vt/m <sup>2</sup>	-
Issiqlik almashinuv, issiqlikni berish, uzatish koeffitsiyenti	Vatning metr kvadrati-gradusga nisbati	vt/m <sup>2</sup> ·grad	-
Issiqlik uzatuvchanlik koeffitsiyenti	Vatning metr gradusga nisbati	vt/m <sup>2</sup> ·grad	-
Harorat uzatuvchanlik koeffitsiyenti	Metr kvadratining sekundga nisbati	m <sup>2</sup> /sek	-

Основные и производные единицы СИ

Наименование величины	Единица измерения	Обозначение	Размерность
Длина	метр	м	—
Масса	килограмм	кг	—
Время	секунда	сек	—
Температура (абсолютная температура)	градус Кельвина	°К	—
Плотность (объемная масса)	килограмм на кубический метр	кг/м <sup>3</sup>	(1 кг) : (1 м <sup>3</sup> )
Скорость	метр в секунду	м/сек	(1 м) : (1 сек)
Ускорение	метр на секунду в квадрате	м/сек <sup>2</sup>	(1 м) : (1 сек <sup>2</sup> )
Сила	ньютон	н	(1 кг)·(1 м) : (1 сек <sup>2</sup> )
Давление, механическое напряжение	ньютон на квадратный метр	н/м <sup>2</sup>	—
Динамическая вязкость	ньютон-секунда на квадратный метр	н·сек/м <sup>2</sup>	—
Кинематическая вязкость	квадратный метр на секунду	м <sup>2</sup> /сек	—
Работа, энергия, количество теплоты	джоуль	дж	(1 кг)·(1 м)
Мощность	ватт	вт	(1 дж) : (1 сек)
Удельный вес	ньютон на кубический метр	н/м <sup>3</sup>	(1 кг) : (1 м <sup>3</sup> )
Удельное сопротивление	джоуль на килограмм-метр	дж/кг·м	—
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-градус	дж/кг·град	—
Удельная энтальпия	джоуль на килограмм-градус	дж/кг·град	—
Тепловой поток	ватт	вт	—
Поверхностная плотность теплового потока	ватт на квадратный метр	вт/м <sup>2</sup>	—
Коэффициент теплообмена, теплоемкость, теплопроводность	ватт на квадратный метр-градус	вт/м <sup>2</sup> ·град	—
Коэффициент теплопроводности	ватт на метр-градус	вт/м·град	—
Коэффициент температуропроводности	квадратный метр на секунду	м <sup>2</sup> /сек	—



Markazdan qochma nasoslar teng tarqalgan suv uzatish mashinalaridir. Ular maxsus muftalar yordamida to'g'ri elektrodvigatel valiga ulanib harakatcha keltiriladi. Shuning uchun, ular to'g'ri ish ko'rsatkich ( $F, E, K$ ) ning yuqoriligi, ixchamligi va ishonchli ishlashi bilan harakterlidir.



### 5-Tajriba ishining taqdimot slaydlari (saniyalar laboratoriyasi №5): (6-ilova)

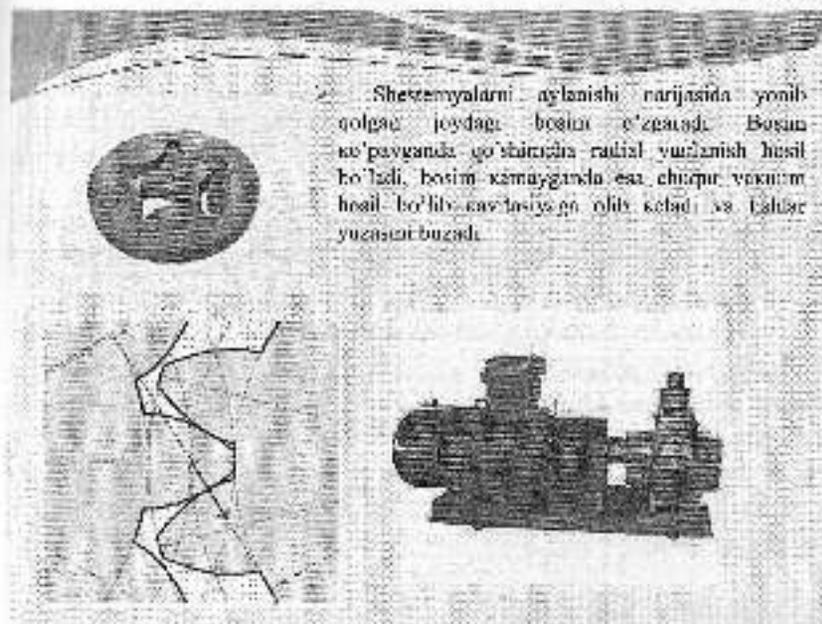
**5-Tajriba ishining taqdimot slaydlari**

Shunday qilib, ushbu tajriba bilan tushunilgan asosiy shartlar bilan iborat. Shartlarni radikal o'zgarishda nasos korpusida joylashgan. Shartlarni biri yetarli hisoblanadi. U valga ibtidoan bilan birlashtirilgan. VCH korpusdan chiqarilgan va o'zida shart yoki dvigatel uchun muftaga ega. Ikkinchi korpusga yetkazilgan va korpusdan chiqarilgan va boshqa korpusni korpusdan ajratuvchi muftalaridir. Shartlarni ajratishdan keyin korpusda solish natijasi da tishlar orasida chuqurliklar bilan ega bo'ladi. Natijada tishlarning chuqurliklaridagi suyuqlik marta tezlikda olib ketilishi sababli solish natijasi da suyuqlik tezlikda olib ketiladi va o'zida tashqirga suyuqlik keladi. Tishlarning chuqurliklaridagi suyuqlik tezlikda olib ketiladi va o'zida tashqirga suyuqlik keladi.

Shesternyali nasoslar - ixcham, tuzilishi bo'yicha sodda, arzon va ishlashi puxta. Ular gidroelektrostansiyalar moy xo'jaligida, qurilish va yo'l mashinalarida keng qo'llaniladi. 0,22 dan 144 m<sup>3</sup>/soatgacha suyuqlik haydovchi va bosimi 0,4 dan 2,5 MPa gacha bo'lgan kinematik yopishqoqligi 0,2 dan va harorati 250 C gacha bo'lgan suyuqliklarni haydovchi shesternyali nasoslar ishlab chiqariladi.



Shesternyalarni aylanishi rarijasida yonib qolgan joydagi bosim o'zgaradi. Bosim ko'payganda qo'shimcha radial yuzlanish hosil bo'ladi, bosim kamayganda esa chuqur vakuum hosil bo'lib cavatlashga olib keladi va tashqi yuzasini buzadi.



## 5-tajriba ishni bajarish uchun EHM dasturi

```
//-----
#include <vel.h>
#include <math.h>
#pragma hdrstop

#include «Unit1.h»
//-----
#pragma package(smart_init)
#pragma resource «*.dfm»
TForm1 *Form1;
//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
: TForm(Owner)
{
StringGrid1->Cells[0][0]=«?»;
StringGrid1->Cells[0][1]=1;
StringGrid1->Cells[0][2]=2;
StringGrid1->Cells[0][3]=3;
StringGrid1->Cells[0][4]=4;
StringGrid1->Cells[1][0]=«P (atm)»;
StringGrid1->Cells[2][0]=«W (litr)»;
StringGrid1->Cells[3][0]=«t (min)»;
StringGrid1->Cells[4][0]=«Q_haq (l/min)»;
StringGrid1->Cells[5][0]=«Q_naz (l/min)»;
StringGrid1->Cells[6][0]=«FIK (%)»;

Label1->Caption=«Shesternyaning_tashqi_diametri (mm)»;
Label2->Caption=«Tishlanish_moduli»;
Label3->Caption=«Shesternyaning_eni»;
Label4->Caption=«Aylanishlar_soni»;
```

```
GroupBox2->Caption=«Bosim (atm)»;
```

```
GroupBox3->Caption=«Vaqt (min)»;
```

```
Label13->Caption=«Bakga_oqib_tushayotgan_suyuqlik_hajini (litr)»;
```

```
Button1->Caption=«Hisoblash»;
```

```
Label14->Caption=«Shesternyali_nasosning_ishchi_harakteristikalarini_tuzish_uchun_o'lchash_eksperimental_natijalarni_qayta_ishlash»;
```

```
Label15->Caption=«Shesternyali_nasosning_Bosim_va_FIK_ga_bog'liq_grafigi»;
```

```
Label16->Caption=«Shesternyali_nasosning_Bosim_Haqiqiy_va_Nazariy_unumdorlikka_bog'liq_grafiklari»;
```

```
Label17->Caption=«Q_naz»;
```

```
Label18->Caption=«Q_haq»;
```

```
}
```

```
//-----
```

```
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
double D, m, b, n, p1, p2, p3, p4, t1, t2, t3, t4, w, Qn, Qh4,
Qh1, Qh2, Qh3, N1, N2, N3, N4;
D=StrToFloat(Edit1->Text);
m=StrToFloat(Edit2->Text);
b=StrToFloat(Edit3->Text);
n=StrToFloat(Edit4->Text);
p1=StrToFloat(Edit5->Text);
```

```

p2=StrToFloat(Edit6->Text);
p3=StrToFloat(Edit7->Text);
p4=StrToFloat(Edit8->Text);
t1=StrToFloat(Edit9->Text);
t2=StrToFloat(Edit10->Text);
t3=StrToFloat(Edit11->Text);
t4=StrToFloat(Edit12->Text);
w=StrToFloat(Edit13->Text);
Qn=2*M_PI*D*m*b*n;
Qh1=w/t1;
Qh2=w/t2;
Qh3=w/t3;
Qh4=w/t4;
N1=Qh1/Qn*100;
N2=Qh2/Qn*100;
N3=Qh3/Qn*100;
N4=Qh4/Qn*100;

```

```

StringGrid1->Cells[1][1]=p1;
StringGrid1->Cells[1][2]=p2;
StringGrid1->Cells[1][3]=p3;
StringGrid1->Cells[1][4]=p4;
float af[4]={p1,p2,p3,p4};

```

```

StringGrid1->Cells[2][1]=w;
StringGrid1->Cells[2][2]=w;
StringGrid1->Cells[2][3]=w;
StringGrid1->Cells[2][4]=w;

```

```

StringGrid1->Cells[3][1]=t1;
StringGrid1->Cells[3][2]=t2;
StringGrid1->Cells[3][3]=t3;
StringGrid1->Cells[3][4]=t4;

```

```

StringGrid1->Cells[4][1]=FloatToStrF(Qn,ffixed,15,0);
StringGrid1->Cells[4][2]=FloatToStrF(Qn,ffixed,15,0);
StringGrid1->Cells[4][3]=FloatToStrF(Qn,ffixed,15,0);
StringGrid1->Cells[4][4]=FloatToStrF(Qn,ffixed,15,0);

```

```

StringGrid1->Cells[5][1]=Qh1;
StringGrid1->Cells[5][2]=Qh2;
StringGrid1->Cells[5][3]=Qh3;
StringGrid1->Cells[5][4]=Qh4;
float fj[4]={Qh1,Qh2,Qh3,Qh4};

```

```

StringGrid1->Cells[6][1]=FloatToStrF(N1,ffixed,15,2);
StringGrid1->Cells[6][2]=FloatToStrF(N2,ffixed,15,2);
StringGrid1->Cells[6][3]=FloatToStrF(N3,ffixed,15,2);
StringGrid1->Cells[6][4]=FloatToStrF(N4,ffixed,15,2);
float ff[4]={N1,N2,N3,N4};

```

```

for (int i=0; i<=3; i++)
{
Series1->AddXY(af[i],ff[i]);
Series2->AddXY(af[i],ff[i]);
Series3->AddXY(af[i],Qn);
}

```

```

}
//-----

```

```

voidfastcall TForm1::Button3Click(TObject *Sender)
{
StringGrid1->Cells[0][0]=m*n;
StringGrid1->Cells[0][1]=1;
StringGrid1->Cells[0][2]=2;
StringGrid1->Cells[0][3]=3;
}

```

```

StringGrid1->Cells[0][4]=4;
StringGrid1->Cells[1][0]-» P (uoi)»;
StringGrid1->Cells[2][0]-» W (eoo?)»;
StringGrid1->Cells[3][0]-» t (iei)»;
StringGrid1->Cells[4][0]-»Q aaeno (l/iei)»;
StringGrid1->Cells[5][0]-»Q oai? (l/iei)»;
StringGrid1->Cells[6][0]-» EIA (%)»;

Label1->Caption=»Ia?o?iue aaiiao? oanoo?le (mm)»;
Label2->Caption=»Iiaoeu caoiaieiy»;
Label3->Caption=»Oe?eia oanoa?ie»;
Label4->Caption=»?anoioa a?auaiey aaea»;

GroupBox2->Caption=»Aaaueiy(aoi)»;
GroupBox3->Caption=»A?aiy (iei)»;

Label13->Caption=»Iauai ia?aea?eaaaiie ?eainoe(eeo?)»;

Button1->Caption=»Au?eneyou»;

Label14->Caption=»Ia?aaioea yenia?eiaioaeiuo aaiiuo i?e
iino?iaiee ?oai?eo oa?acoo?enove oanoa?aiiiai ianina»;

Label15->Caption=»A?aoee cauenelinoe EIA io aaaaiey
oanoa?aiiiai ianina»;

Label16->Caption=»A?aoee cauenelinoe aaenoaoaeiite e oai?
aoe?aneie i?iecaiaeoaeiinoe aaaaiey oanoa?aiiiai ianina»;

Label17->Caption=»Q aaeno»;

Label18->Caption=»Q oai?»;
}
//-----

```

```

void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{
StringGrid1->Cells[0][0]=» ? »;
StringGrid1->Cells[0][1]=1;
StringGrid1->Cells[0][2]-2;
StringGrid1->Cells[0][3]-3;
StringGrid1->Cells[0][4]-4;
StringGrid1->Cells[1][0]-» P (atm)»;
StringGrid1->Cells[2][0]-» W (litr)»;
StringGrid1->Cells[3][0]-» t (min)»;
StringGrid1->Cells[4][0]-»Q haq (l/min)»;
StringGrid1->Cells[5][0]-»Q naz (l/min)»;
StringGrid1->Cells[6][0]-» FIK (%)»;

```

```

Label1->Caption=»Shesternyaning tashqi diametri (mm)»;
Label2->Caption=»Tishlanish moduli»;
Label3->Caption=»Shesternyaning eni»;
Label4->Caption=»Aylanishlar soni»;

```

```

GroupBox2->Caption=»Bosim (atm)»;
GroupBox3->Caption=»Vaqt (min)»;

```

```

Label13->Caption=»Bakga oqib tushayotgan suyuqlik hajmi
(litr)»;

```

```

Button1->Caption=»Hisoblash»;

```

```

Label14->Caption=»Shesternyali nasosning ishchi
karakteristikalarini tuzish uchun o'lchash eksperimental natijalarni
qayta ishlash»;

```

```

Label15->Caption=»Shesternyali nasosning Bosim va FIK ga
bog'liq grafigi»;

```

```
Label16->Caption =»Shesterniyali navastrng_Boxim_Haqiqiy_wa  
Nizuriy umumdorlikku bog'liq grafiklari»;
```

```
Label17->Caption=»() naz»;
```

```
Label18->Caption=»() haqq»;
```

```
}
```

```
//-----
```

```
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
```

```
{
```

```
StringGrid1->Cells[1][1]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[1][2]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[1][3]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[1][4]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[2][1]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[2][2]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[2][3]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[2][4]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[3][1]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[3][2]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[3][3]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[3][4]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[4][1]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[4][2]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[4][3]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[4][4]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[5][1]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[5][2]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[5][3]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[5][4]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[6][1]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[6][2]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[6][3]=»»;
```

```
StringGrid1->Cells[6][4]=»»;
```

```
Edit1->Text=»»;
```

```
Edit2->Text=»»;
```

```
Edit3->Text=»»;
```

```
Edit4->Text=»»;
```

```
Edit5->Text=»»;
```

```
Edit6->Text=»»;
```

```
Edit7->Text=»»;
```

```
Edit8->Text=»»;
```

```
Edit9->Text=»»;
```

```
Edit10->Text=»»;
```

```
Edit11->Text=»»;
```

```
Edit12->Text=»»;
```

```
Edit13->Text=»»;
```

```
* Chart1->Visible=false;
```

```
Chart2->Visible=false;
```

```
Label15->Caption=»»;
```

```
Label16->Caption=»»;
```

```
}
```

```
//-----
```

## MUNDARIJA

Kirish.....	3
Talabalarning tajriba ishlarida rioya qilishlari lozim bo'lgan xavfsizlik texnikasi qoidalari.....	4
<b>1 – Tajriba ishi.</b> «Bug' turbinasining ishlash prinsipi bilan tanishish».....	6
<b>2 – Tajriba ishi.</b> «Ichki yonuv dvigateli (IYoD) nazariy siklining tavsifi, siklning termik FIKI».....	16
<b>3 – Tajriba ishi.</b> «Parrakli nasoslar va ularning ishlash prinsipi».....	27
<b>4 – Tajriba ishi.</b> «Markazdan qochma nasosni tajribada sinash».....	34
<b>5 – Tajriba ishi.</b> «EHM dasturi yordamida shesternyali nasosning xarakteristikasini tuzish».....	39
<b>6 – Tajriba ishi.</b> «Markazdan qochma ventilyatorning ish prinsipini o'rganish» (virtual shaklida).....	45
<b>7 – Tajriba ishi.</b> «CO - 7A kompressor qurilmasining tuzilishini o'rganish».....	51

Правила техники безопасности необходимые знать студентам при выполнении лабораторных работ.....	57
<b>Лабораторная работа № 1.</b> «Ознакомление с принципом работы паровой турбины».....	59
<b>Лабораторная работа № 2.</b> «Ознакомление с принципом двигателя внутреннего сгорания (двс) и определение его кпд».....	68
<b>Лабораторная работа № 3.</b> «Ознакомление с принципом работы лопастных насосов».....	80
<b>Лабораторная работа №4.</b> «Испытание центробежного насоса».....	87
<b>Лабораторная работа № 5.</b> «Испытание пестеренного насоса с помощью программы эвм».....	94
<b>Лабораторная работа №6.</b> «Испытание центробежного вентилятора» (виртуальная лабораторная работа).....	99
<b>Лабораторная работа №7.</b> «Испытание поршневого компрессора со – 7а».....	106
Glossariy.....	112
Pedagogik texnologiyalardagi ta'lim vositalari.....	118
Foydalaniladigan adabiyotlar ro'yxati.....	124
Ho'valar.....	125

D.N. MAMEDOVA

**«ISSIQLIK YURITKICILAR VA BOSIM BILAN  
HAYDASH MASHINALARI»**

*fanidan tajriba mashg'ulotlarni o'tish uchun*

**O'QUV QO'LLANMA**

**(o'zbek va rus tillarida)**

«O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi»  
nashriyot-matbaa birlashmasi  
Toshkent – 2020

Nashr uchun mas'ul: **I.Ashurmatov**  
Muharrir: **V.Ibragimova**  
Badiiy muharrir: **F.Sobirov**  
Dizayner sahifa'ovchi: **L.Abdullayev**

Nashriyot litsenziya raqami AA № 0011, 06.05.2019 yil.  
Bosmaxonaga 08.10.2020 yilda berildi.  
Bichimi 60x84 ¼. Shartli b.t. 8,6. Nashr t. 8,8.  
Adadi 100 nusxa. Buyurtma № 45.  
Bahosi shartnoma asosida.

O'zbekiston xalqaro islom akademiyasi  
nashriyot-matbaa birlashmasi bosmaxonasida chop etildi.  
100011, Toshkent sh. A.Qodiriy, 11.