

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

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

MAKTABGACHA TA‘LIM FAKULTETI

MEHNAT TA‘LIMI KAFEDRASI

RO‘YXATGA OLINDI

№ _____
2019y “ ____ ” _____

«TASDIQLAYMAN»

Samarqand davlat universiteti
o‘quv ishlari bo‘yicha prorektori:
_____ prof. A.Soleev
_____ 2019 y

BILIM SOHASI: 100 000 – gumanitar
TA‘LIM SOHASI: 110000 – pedagogika
TA‘LIM 5112100 – mehnat ta‘limi (III kurs)
YO‘NALISHI:

“GIDRAVLIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI” fanidan

O‘QUV-USLUBIYMAJMUA
(Moodle tizimirejasiasosida)

Tuzuvchi: SamDU Maktabgacha ta‘lim fakulteti, Mehnat ta‘limi kafedrası dots.O.Eshniyozov, o‘qituvchisi A.Gadayev

Kafedra mudiri: _____ t.f.n.A.Urunov

Fakultet uslubiy kengash raisi: _____ dots.T.Ostonov

Fakultet dekani: _____ prof.B.T.Haydarov

O‘quv uslubiy boshqarma boshlig‘i: _____ dots. B.Aliqulov

SAMARQAND – 2019

MUNDARIJA:

1. **SILLABUS (YO‘NALISHNING NAMUNAVIY VA ISHCHI O‘QUV REJASI, FANNING NAMUNAVIY VA ISHCHI O‘QUV DASTURI (tasdiqlangan variantini skaner shakllarini qo‘yish talab qilinadi)).....**
2. **O‘TILAYOTGAN FANNING ASOSIY NAZARIY MATERIALI (MA‘RUZALAR MATNI).....**
3. **GLOSSARIY**
4. **FOYDALANILGAN ADABIYOTLARNING ELEKTRON SHAKLI (disk shaklida ham qo‘yishmumkin)..**
5. **MAVZULAR BO‘YICHA TAQDIMOTLAR, MUSTAQIL TA‘LIM UCHUN MATERIALLAR (ILMIY MAQOLALAR VA BOSHQA MANBALAR).....**
6. **LABORATORIYA (AMALIY YOKI SEMINAR) MASHG‘ULOTLARI MATERIALLARI**
7. **QO‘SHIMCHA MATERIALLAR (VIDEOLAR, KEYS-STADILAR VA BOSHQALAR)....**

**«Gidravlika va issiqlik texnikasi»
fanining
2019/2020 o'quv yili uchun mo'ljallangan
SILLABUSI**

Fanning qisqacha tavsifi						
OTMning nomi va joylashgan manzili:	Samarqand davlat universiteti			Spitamen shox ko'chasi 166		
Kafedra:	Kasb ta'limi metodikasi			"Maktabgacha ta'limi" fakulteti tarkibida		
Ta'lim sohasi va yo'nalishi:	5112100 –Mehnat ta'limi					
Fanni (kursni) olib boradigan o'qituvchi to'g'risida ma'lumot:	O'qituvchi A. Gadayev	e-mail:		Aziz_gadayev@mail.ru		
Dars vaqti va joyi:	Maktabgacha ta'lim fakulteti 2/3 o'quv xonasi	Kursning davomiyligi:		02.09.2019-20.02.2020		
Individual grafik asosida ishlash vaqti:	Dushanba, payshanba kunlari 14.00 dan 17.00 gacha					
Fanga ajratilgan soatlar	Auditoriya soatlari					Mustaqil ta'lim: 54
	Ma'ruza: 30	Amaliy	26	laboratoriya	20	
Fanning boshqa fanlar bilan bog'liqligi (prerekvizitlari):	Gidravlika va issiqlik texnikasi fani oliy texnika o'quv yurtlarida o'tiladigan asosiy fanlardan biri. Bu fan «Fizika», «Oliy matematika asoslari», «Nazariy mexanika» va boshqa texnikaviy fanlar bilan bevosita bog'liq					
Fanning mazmuni						
Fanning dolzarbligi va qisqacha mazmuni:	<p>Fanni o'qitishdan maqsad: bo'lajak kasb ta'limi o'qituvchilarida gidravlika va issiqlik texnikasi suyuqliklarini muvozanat va harakat qonunlarini, issiqlik mashinalari qurilma va uskunalari qo'llaniladigan texnika va texnologik jarayonlarning hamma tarmoqlariga tadbiiq etilishi va ularga mos turli masalalarning echimlariga oid bilim, ko'nikma va malaka shakillantirishdir.</p> <p>Fanning vazifasi: Gidravlika va issiqlik texnikasi suyuqliklarning muvozanatini, suyuqliklarda kuchlarning tarqalishi va bu kuchlarning harakat davomida o'zgarib borish qonunlarini har xil qurilmalar, uzatmalar va mashinalarni hisoblash hamda loyixalashga tadbiiq etish mashina va mexanizmlar detallari harakati vaqtida ularning sirpanish nuqtalari orasida sodir bo'ladigan ishqalanish natijasida paydo bo'luvchi issiqlik, issiqlikni hisoblashda, ulardagi ortiqcha issiqlikni tashqariga chiqarish, materiallar mustahkamligini va elektr qarshiligini temperaturaga bog'liqligini, elektr va magnit maydonlari qiymatlarining po'lat o'zak temperaturasiga bog'liqligini o'rganish va shu bilan bir qatorda nazariyani tajribada sinash, tajriba natijalarini esa umumlashtirish xaqida talabalarga bilim berishdir.</p>					
Talabalar uchun talablar	Gidravlika va issiqlik texnikasi fanlarini nazariy jihatdan puxta egallash; Laboratoriya ishlarini bajarishni puxta o'zlashtirish, kerakli ko'nikma va malakaga ega bo'lish; Egallagan malaka va ko'nikmalarni amalda qo'llay bilish hamda ularni boyitib rivojlantirib borish.					
Elektron pochta	Professor-o'qituvchi va talaba o'rtasidagi aloqa elektron pochta orqali ham amalga oshirilishi					

orqali munosabatlar tartibi	mumkin, telefon orqali baho masalasi muhokama qilinmaydi, baholash faqatgina universitet hududida, ajratilgan xonalarda va dars davomida amalga oshiriladi. Elektron pochta ochish vaqti soat 15.00 dan 20.00 gacha
------------------------------------	--

Ma'ruza va amaliy ko'nikmalar yakuni.

YaB maksimal bali - 30	YaB o'tkazish shakli va muddati	Izoh
YaB yozma ish variantida 5 ta savol bo'lib, har bir savolga 6 ball beriladi.	YaB yozma ish shaklida dars o'tib tugatilgach belgilangan kunda o'tkaziladi.	YaB test savollari ko'ri-nishida ham o'tkazilishi mumkin.

Talabanning fan bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichini nazorat qilishda quyidagi namunaviy mezonlar (keyingi o'rinlarda namunaviy mezonlar deb yuritiladi) tavsiya etiladi.

a) 86-100 ball uchun talabanning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Xulosa va qaror qabul qilish;
- Ijodiy fikrlay olish;
- Mustaqil mushohada yurita olish;
- Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish.

b) 71-85 ball uchun talabanning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Mustaqil mushohada yurita olish;
- Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish;
- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish.

v) 55-70 ball uchun talabanning bilim darajasi quyidagilarga javob berishi lozim:

- Mohiyatini tushunish;
- Bilish, aytib berish;
- Tasavvurga ega bo'lish.

g) quyidagi hollarda talabaning bilim darajasi 0-54 ball bilan baholanishi mumkin:

- Aniq tasavvurga ega bo'lmaslik;
- Bilmaslik.

<p>Asosiy adabiyotlar:</p>	<p>К.Ш.Латипов «Гидравлика, гидромашиналар, гидроюритмалар»Т:«Ўқитувчи», 1992. А.Ю.Умаров «Гидравлика», Т: «Ўзбекистон». 2002. Р.Г.Исянов ва бошқалар «Гидравлика ва гидромашиналар», Т:ТДПУ, 2004 Ж.Нурматов, Н.А.Халилов, Ў.Қ.Толипов «Иссиқлик техникаси» Т.«Ўқитувчи» 1998 Т.С Худойбердиев«Иссиқлик техникасиясослари» Т. 2010 R.A.Zohidov«Иссиқлик техникаси» О'zbekiston faylasflar milliy jamiyati. 2010 Р.Б.Даминова,Б.К.Мухамедсаидов «Иссиқлик техникаси» фанидан дидактик материаллар Т. TDPU 2012 Б.Р.Андерс. Контрольно-измерительные приборов. М, Высшая школа. 1998.</p>
<p>Qo'shimcha adabiyotlar:</p>	<p>R.B.Daminova«Иссиқлик техникаси» fanidan o'quv metodik majmua Т., TDPU 2011 R.B.Daminova, B.K.Muxamedsaidov“Иссиқлик техникаси” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma Т. TDPU 2012 R.B.Daminova, B.K.Muxamedsaidov “Иссиқлик техникаси” fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yich uslubiy qollanma Т. TDPU 2015 Isyanov R.G. va boshhalar «Gidravlika va issiqlik texnikasi» elektron darslik 2007. Isyanov R.G. va boshhalar «Gidravlika va issiqlik texnikasi» fanidan innnavatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. 2011.</p>

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLYVVAO‘RTAMAXSUSTA‘LIMVAZIRLIGI

Ro‘yxatga olindi

BD-5112100 -3.08

2016- yil “25” 08



GIDRAVLIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

FANDASTURI

Bilimsohasi: 100000 -Gumanitar
Ta‘limsohasi: 110000 –Pedagogika
Ta‘limyo‘nalishi: 5112100 – Mehnat ta‘limi

Toshkent – 2016

Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2016-yil "35" 08 dagi "355" - sonli buyrug'ining 2 -ilovasi bilan fan dasturi ro'yxati tasdiqlangan.

Fan dasturi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi yo'nalishlari bo'yicha O'quv-uslubiy birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengashning 2016-yil "8" 08 dagi "3" -sonli bayonnomasi bilan ma'qullangan.

Fan dasturi Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universitetida ishlab chiqildi va turdosh oliy ta'lim muassalari bilan kelishildi.

Tuzuvchi:

R.G.Isyanov -Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti
"Mehnat ta'limi va dizayn" kafedrasida professori
R.B.Daminova - Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti
"Mehnat ta'limi va dizayn" kafedrasida kafedrasida dotsenti

Taqrizchilar:

I.Karimov - Muqimiy nomidagi Qo'qon davlat pedagogika instituti
"Umumtexnika fanlari" kafedrasida mudiri, dotsent
R.A.Eshonova -Toshkent shahar Yakkasaroy tumani 135-maktab direktori

Fan dasturi Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan (2016-yil "14" 04 dagi 10-sonli bayonnomasi).

Kirish

Gidravlika va issiqlik texnikasi fani suyuqliklar, ularning muvozanat va harakat qonunlarini, issiqlik mashinalar yordamida issiqlik hosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirib berish, taqsimlash, uzatish, usullarini nazariy va amaliy jihatdan o'rgatuvchi fandır.

Fanning o'quv maqsadi va vazifalari

Fanni o'qitishdan maqsad – bo'lajak kasb ta'limi o'qituvchilarida gidravlika va issiqlik texnikasi suyuqliklarini muvozanat va harakat qonunlarini, issiqlik mashinalari qurilma va uskunalari qo'llaniladigan texnika va texnologik jarayonlarning hamma tarmoqlariga tadbiiq etilishi va ularga mos turli masalalarning echimlariga oid bilim, ko'nikma va malaka shakillantirishdir.

Fanning vazifasi – Gidravlika va issiqlik texnikasi suyuqliklarning muvozanatini, suyuqliklarda kuchlarning tarqalishi va bu kuchlarning harakat davomida o'zgarib borish qonunlarini har xil qurilmalar, uzatmalar va mashinalarni hisoblash hamda loyixalashga tadbiiq etish mashina va mexanizmlar detallari harakati vaqtida ularning sirpanish nuqtalari orasida sodir bo'ladigan ishqalanish natijasida paydo bo'luvchi issiqlik, issiqlikni hisoblashda, ulardagi ortiqcha issiqlikni tashqariga chiqarish, materiallar mustahkamligini va elektr qarshiligini temperaturaga bog'liqligini, elektr va magnit maydonlari qiymatlarining po'lat o'zak temperaturasiga bog'liqligini o'rganish va shu bilan bir qatorda nazariyani tajribada sinash, tajriba natijalarini esa umumlashtirish xaqida talabalarga bilim berishdir.

Fan bo'yicha talabalarning bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

«Gidravlika va issiqlik texnikasi» fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

- Gidravlika asoslari, yaroqli suyuqlarning xossalari, gidromexnikaning asosiy qonunlari. Hidrostatikaning differentsial va asosiy tenglamalari, issiqlik texnikasining qullanilish sohalari, asosiy tushunchalari, issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektiv issiqlik almashinuvchi, o'xshashlik nazariyasi, erkin va majburiy konvektsiyadagi issiqlik berish, nurlanish issiqlik almashuvi, yoqilg'i, yoqilg'i yonish jarayoni
- Karbyurator va dizel dvigatellari uchun yoqilg'ilar. Ichki yonuv dvigatellari. Effektlil va indikator quvvatlar. qozon qurilmalari. Bug' turbinalari. Gaz turbinalari *to'g'risidatasavvurga ega bo'lishi*;
- Bosimni o'lchash asboblari. Hidrodinamika. Hidrodinamikaning differentsial tenglamalari.
- Laminar va turbulent harakat.
- Bernullitenglamasi.
- Puazeyl, DarsiVeysbaxformulalari.
- Hidroprivod.

- Gidravlik zarba to'g'risida *bilishi, malakahosil qilish va amalda qo'llayolishi*;
- Gidravlika mashinalari. Nasoslar. Gidroelevator. Gidravlik uzatmalar. Gidravlik kuch qurilmalari. Gidroelektrostantsiyalar. Gidroturbinalar.
- Reaktiv dvigatellar. Issiqlik elektrostantsiyalari. Atom elektrostantsiyalari. Yadro energetikasining rivojlanishi. Boshqariladigan termoyadro reaksiyalari kabi ko'nikmalariga ega bo'lishi lozim.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

Gidravlika va issiqlik texnikasi fani oliy texnika o'quv yurtlarida o'tiladigan asosiy fanlardan biri. Bu fan «Fizika», «Oliy matematika asoslari», «Nazariy mexanika» va boshqa texnikaviy fanlar bilan bevosita bog'liq.

Fanning ta'limdagi o'rni

Mazkur fan ishlab chiqarish bilan bevosita aloqada bo'lib, vatanimizning texnika soxalarida suyuqliklarning qo'llanilishi va yanada rivojlantirish kabi masalalarni ishlab chiqarish bilan qo'shib olib borish yaxshi natijalarni beradi.

Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik taxnologiyalar.

«Gidravlika va issiqlik texnikasi» fanida axborot texnologiyalari sifatida bosim o'lchash asboblari, suyuqlikning qovushqoqligini aniqlovchi asboblari, nasoslar, gidrodvigatellar, gidroturbinalar, uzatmalar, gidroelektrostantsiyalar, issiqlikni kuzatish va almashinish, yoqilg'i va yonish jarayonlariga, issiqlik kuch qurilmalariga, bug' va gaz turbinalariga, reaktiv dvigatellarga, issiqlik eletr stantsiyalariga sovitish qurilmalariga ularga doir plakatlar, elektron o'quv adabiyotlar va maketlardan foydalaniladi.

Laboratoriya ishlari va matnlarini taxlili qilishda interaktiv texnologiyalar qo'llaniladi.

Asosiy qism

Fanning nazariy mashg'ulotlari umumiy mazmuni

Gidravlika: Gidravlika asoslari, yaroqli suyuqlarning xossalari, gidromexnikaning asosiy qonunlari. Gidrostatikaning differentsial va asosiy tenglamalari. Bosimni o'lchash asboblari. Gidrodinamika. Gidrodinamikaning differentsial tenglamalari. Laminar va turbulent harakat. Bernulli tenglamasi. Puazeyl, Darsi Veysbax formulalari. Gidroprivod. Gidravlik zarba. Gidravlika mashinalari. Nasoslar. Gidroelevator. Gidravlik uzatmalar. Gidravlik kuch qurilmalari. Gidroelektrostantsiyalar. Gidroturbinalar.

Issiqlik texnikasi: Issiqlik texnikasining qullanilish sohalari, asosiy tushunchalari, issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektiv issiqlik almashinuvchi, o'xshashlik nazariyasi, erkin va majburiy konveksiyadagi issiqlik berish, nurlanish issiqlik almashuvi, yoqilg'i, yoqilg'i yonish jarayoni. Karbyurator va dizel

dvigatellari uchun yoqilg'ilar. Ichki yonuv dvigatellari. Effektlili va indikator quvvatlar. qozon qurilmalari. Bug' turbinalari. Gaz turbinalari. Reaktiv dvigatellar. Issiqlik elektrostantsiyalari. Atom elektrostantsiyalari. Yadro energetikasining rivojlanishi. Boshqariladigan termoyadro reaksiyalari.

Laboratoriya mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha ko'rsatma va tavsiyalar

Laboratoriya mashg'ulotlar talabalarda gidrostatika asoslari, gidrodinamika va gidravlik mashinalar bo'yicha amaliy ko'nikma va malaka hosil qiladilar.

1. Suyuqliklarning yopishqoqligini aniqlash. Suyuqliklarning asosiy fizikaviy xossalarini aniqlash va ulardan xalq xo'jaligida foydalanish.
2. Bosim o'lchash asboblarni tuzilishi va undan foydalanishni o'rganish. Bosim o'lchov birliklarni turli o'lchov tizimlariga o'tkazishni o'rganish.
3. Laminar va turbulent oqim tezliklarini va Reynolds sonini aniqlash.
4. Bernulli tenglamasi. Suyuqlikning bosimi, tezligi va chuqurligi orasidagi bog'liqlikni aniqlash.
5. Quvurlardagi maxalliy qarshiliklar va ularni aniqlash usullari bilan tanishish.
6. Puazeyl formulasi yordamida uzunlik birligiga to'g'ri keladigan qarshiliklarni aniqlash.
7. Porshenli va kurakchali nasoslarning tavsifnomasini olish. Porshenli va kurakchali nasoslarning turlari, tuzilishi, ishlash va ularni xarakterlovchi kattaliklarni aniqlash.
8. Ventilyator xarakteristikasini olish. Ventilyator ishlash printsipi va ularni tuzilishi.
9. Oddiy quvurlar va nasos qurilmalarni xisoblash. quvurlarning optimal kesim yuzalarini aniqlash. Nasos qurilmalarning tuzilishi va ularni hisoblash metodlari bilan tanishish.
10. Temperaturani o'lchash asboblarini o'rganish. Temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladigan asboblarining tuzilishi, ishlash printsipi, kamchiligini o'rganish.
11. Qizdirilgan ko'p qavatli devorli issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik uzatish jarayonini ko'rib chiqish va issiqlik uzatuvchanlik koeffitsientini aniqlab o'rganish.
12. Yoqilg'i va yonish jarayonlari. Yoqilg'i issiqlik berish qobiliyatini aniqlash. Kolorimetr yordamida qattiq jismlarning issiqlik berish qobiliyatini o'rganish.
13. Yoqilg'i va moylarni alanganishi temperaturalarini aniqlash usullari. Yoqilg'ini texnikaviy analiz qilish.
14. Issiqlik generatorlarini (bug' qozonlarini) soddalashtirilgan usulda sinash, uni F.I.K. ni aniqlash, issiqlik balansining tenglamasini tuzish.

15. Issiqlik kuch qurilmalari . Bug` turbinali va reaktiv dvigatellarni tuzilishini o`rganish. Turbina va reaktiv dvigatellarning tuzilishi va ishlash jarayonini o`rganish.
16. G.D.T. tuzilishini o`rganish. Gaz trubinali dvigatelni yonish kamerasi, kompressor, havo sovitgich, regenerativ issiqlik almashtirgichlar bilan tanishish va o`rganish.
17. Issiqlik elektr stantsiyalarini texnologik sxemasini o`rganish. Bug` turbinali va dizel elektr stantsiyalarini printsipl sxemasi bilan tanishish va o`rganish.

Mustaqil ta`limni tashkil etishning shakli va mazmuni

Talaba mustaqil ta`limni tayyorlashda muayan fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda quyidagi shakllardan foydalanish tavsiya etiladi:

- darslik va o`quv qo`llanmalar bo`yicha fan boblari va mavzularini o`rganish.
- tarqatma materiallar bo`yicha ma`ruzalar qismlarini o`zlashtirish.
- avtomatlashtirilgan o`rgatuvchi va nazorat qiluvchi tizimlar bilan ishlash.
- maxsus adabiyotlar bo`yicha fanlar bo`limlari yoki mavzulari ustida ishlash.
- yangi texnikalarni, apparaturalarni, jarayonlar va texnologiyalarni o`rganish.
- talabaning o`quv-ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog`liq bo`lgan fanlar bo`limlari va mavzularini chuqur o`rganish.
- faol va muammoli o`qitish uslubidan foydalaniladigan o`quv mashg`ulotlari.
- masofaviy(distantcion) ta`lim.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ta`liming mavzulari:

1. O`zbekistonda gidroenergetikaning rivojlanishi.
2. Nyuton konuni. kovushqoqlik, sirt taranglik, ideal suyuqlik va uning xususiyatlari.
3. Ortiqcha bosim, markazning vaziyatini topish. Bosim epyurasi. Tsilindrik sirtga ta`sir qiluvchi bosim kuchi, to`liq bosim kuchini va uning yo`nalishini aniqlash.
4. Gidravlik yo`qotish xaqida tushuncha. Gidravlik yo`qotishni ikki turi. Tezlik va sarfni o`lchash usullari hamda asboblari.
5. Gidrodinamik o`xshashlik asoslari. Gidrodinamik hodisalarni modellashtirish.
6. TSilindrik trubada laminar xarakat. Bosimning kamayishiga ishqalanishning ta`siri. Puazeyl formulasi.
7. G`adir-budurlik turlari, absolyut, nisbiy va ekvivalent g`adir-budurlik xaqida tushuncha
8. Oqimning keskin kengayishi (Bord teoremasi)
9. Sifonlarni xisoblash. Suyuqlik kichik teshikdan oqayotganda qarshilik, tezlik va sarf koeffitsientlari. Oqimchanning siqilish turlari. Suyuqlikning naychadan oqishi. Naychalarining turlari va ularning gidravlik koeffitsientlari.
10. Gidravlik zarbani susaytirish usullari. Gidravlik zarbadan amalda foydalanish.

11. Boshqa tur xajmiy nasoslar shesterniyali, kolovorotli, vintli, plunjerli, diafragmalı nasoslar, ularning qoʻllanish soxasi. Markazdan qochma nasosning tuzilishi. Gidravlik uzatmalar, qoʻllanish soxalari
12. Kavitatsiya xodisasi. Trubinalarni rostlash printsiplari.
13. Gidroelektr stantsiyalarning asosiy inshootlari va jixozlari. Toʻgʻonning tuzilishi. Oʻzbekistonda gidravlik elektrstantsiyalarning rivojlanishi
14. Bosim va solishtirma hajm. I-S diagrammasi.
15. Devorning issiqlik oʻtkazuvchanligi
16. Termik qarshilik Erkin va majburiy harakatda issiqlik berish.
17. Issiqlik almashinuv apparatlari xaqida tushuncha.
18. Oʻzbekistondagi energetik resurslar manbai.
19. Suv bugʻi va uni tayyorlashdagi asosiy termodinamik jarayonlar.
20. Qozon qurilmasining yordamchi uskunalari.
21. Bugʻ turbinalar qurilishining kelajagi.
22. Gaz turbinali qurilmaning tadbiqu.
23. Suyuq yoqilgʻida ishlaydigan ballastik raketalar
24. Elektrostantsiyalarning iqtisodiy koʻrsatkichlari: FIK elektr va issiqlik energiyasining tannarxi.
25. Hozirgi davrda Oʻzbekistondagi issiqlik elektrostantsiyalari.

Fan dasturining informatsion-uslubiy taʼminoti

Didaktikvositalar

Didaktikvositalar: gidravlika va issiqliq texnikasioidjadval, gidravlikasbob turlari, gidravliksxemalar, tarqatma materiallar.

Jixozlar va uskunalar, moslamalar: Arximed chelakchasi, pezometrlar, bosim oʻlchash asboblari, laminar va turbulen xarakatlarni aniqlash moslamalari, gidrotrubina, nasoslar va mavzuga doir plakatlar.

Video-audio uskunalar: kompyuter, proektor.

Kompyuter va multimediali vositalar: elektron darslik.

Foydalanilgan adabiyotlarroʻyxati

Asosiy adabiyotlar

1. К.Ш.Латипов «Гидравлика, гидромашиналар, гидроюритмалар» Т.: «Ўқитувчи», 1992.
2. А.Ю.Умаров «Гидравлика», Т.: «Ўзбекистон». 2002.
3. Р.Г.Исянов ва бошкалар «Гидравлика ва гидромашиналар», Т.: ТДПУ, 2004
4. Ж.Нурматов, Н.А.Халилов, Ў.Қ.Толипов «Иссиқлик техникаси» Т.: «Ўқитувчи» 1998
5. Т.С.Худойбердиев «Иссиқлик техникасiasoslari» Т. 2010
6. R.A.Zohidov «Иссиқлик техникasi» Oʻzbekiston faylasflar milliy jamiyati. 2010

7. Р.Б.Даминова, Б.К.Мухамедсаидов «Иссиқлик техникаси» фанидан дидактик материаллар Т. TDPU 2012
8. Б.Р.Андерс. Контрольно-измерительные приборов. М, Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova «Issiqlik texnikasi» fanidan o'quv metodik majmua T., TDPU 2011
2. R.B.Daminova, B.K.Muxamedsaidov «Issiqlik texnikasi» fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma T. TDPU 2012
3. R.B.Daminova, B.K.Muxamedsaidov «Issiqlik texnikasi» fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yich uslubiy qollanma T. TDPU 2015
4. Isyanov R.G. va boshhalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» elektron darslik 2007.
5. Isyanov R.G. va boshhalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» fanidan innavatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. 2011.

Elektron ta'lim resurslari

1. www.ziyoinet.uz
2. www.mvd.uz



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

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

Ro'yxatga olindi:

№ 588

2019 y. « »

«TASDIQLAYMAN»
O'quv ishlari prorektori
prof.A. Soleev

« » 2019 yil



GIDRAVLIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

fanining

ISHCHI O'QUV DASTURI

Bilim sohasi:

100 000 – gumanitar

Ta'lim sohasi:

110000 – pedagogika

Ta'lim yo'nalishi:

5112100 – mehnat ta'limi



SAMARQAND – 2019

Fanning ishchi o'quv dasturi o'quv, ishchi o'quv reja va o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqild.

Tuzuvchi:

O.Eshniyozov- Mehnat ta'limi" kafedrasida dotsenti

A. Gadayev- "Mehnat ta'limi" kafedrasida o'qituvchisi

Taqrizchilar:

A. Urunov - "Mehnat ta'limi" kafedrasida t.f.n.

T. Ostonov - Mehnat ta'limi" kafedrasida dotsenti

Fanning ishchi o'quv dasturi "Mehnat ta'limi" kafedrasining 2019 yil ___ avgustdagi № 1- son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

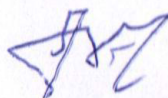
Kafedra mudiri:



t.f.n. A.Urunov

Fanning ishchi o'quv dasturi "Maktabgacha ta'lim" fakulteti uslubiy kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2019 yil ___ avgustdagi 1-sonli bayonnoma).

Fakultet uslubiy kengashi raisi:



dotsent T.Q.Ostonov

Fanning ishchi o'quv dasturi "Maktabgacha ta'lim" fakulteti ilmiy kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan (2019 yil ___ avgustdagi 1-sonli bayonnoma).

Fakultet ilmiy kengashi raisi:



prof. B.Haydarov

Kelishildi:

O'quv uslubiy boqarma boshlig'i:



dots. B.Aliqulov

Kirish

Gidravlika va issiqlik texnikasi fani suyuqliklar, ularning muvozanat va harakat qonunlarini, issiqlik mashinalar yordamida issiqlik hosil qilish, uni boshqa turdagi energiyaga aylantirib berish, taqsimlash, uzatish, usullarini nazariy va amaliy jihatdan o'rgatuvchi fandır.

Fanning o'quv maqsadi va vazifalari

Fanni o'qitishdan maqsad – bo'lajak kasb ta'limi o'qituvchilarida gidravlika va issiqlik texnikasi suyuqliklarini muvozanat va harakat qonunlarini, issiqlik mashinalari qurilma va uskunalari qo'llaniladigan texnika va texnologik jarayonlarning hamma tarmoqlariga tadbiiq etilishi va ularga mos turli masalalarning echimlariga oid bilim, ko'nikma va malaka shakillantirishdir.

Fanning vazifasi – Gidravlika va issiqlik texnikasi suyuqliklarning muvozanatini, suyuqliklarda kuchlarning tarqalishi va bu kuchlarning harakat davomida o'zgarib borish qonunlarini har xil qurilmalar, uzatmalar va mashinalarni hisoblash hamda loyixalashga tadbiiq etish mashina va mexanizmlar detallari harakati vaqtida ularning sirpanish nuqtalari orasida sodir bo'ladigan ishqalanish natijasida paydo bo'luvchi issiqlik, issiqlikni hisoblashda, ulardagi ortiqcha issiqlikni tashqariga chiqarish, materiallar mustahkamligini va elektr qarshiligini temperaturaga bog'liqligini, elektr va magnit maydonlari qiymatlarining po'lat o'zak temperaturasiga bog'liqligini o'rganish va shu bilan bir qatorda nazariyani tajribada sinash, tajriba natijalarini esa umumlashtirish xaqida talabalarga bilim berishdir.

Fan bo'yicha talabalarning bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

«Gidravlika va issiqlik texnikasi» fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

- Gidravlika asoslari, yaroqli suyuqlarning xossalari, gidromexnikaning asosiy qonunlari. Hidrostatikaning differentsial va asosiy tenglamalari, issiqlik texnikasining qullanilish sohalari, asosiy tushunchalari, issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektiv issiqlik almashinuvchi, o'xshashlik nazariyasi, erkin va majburiy konvektsiyadagi issiqlik berish, nurlanish issiqlik almashuvi, yoqilg'i, yoqilg'i yonish jarayoni
- Karbyurator va dizel dvigatellari uchun yoqilg'ilar. Ichki yonuv dvigatellari. Effektlı va indikator quvvatlar. qozon qurilmalari. Bug' turbinalari. Gaz turbinalari *to'g'risidatasavvurga ega bo'lishi*;
- Bosimni o'lchash asboblari. Hidrodinamika. Hidrodinamikaning differentsial tenglamalari.
- Laminar va turbulent harakat.
- Bernullitenglamasi.
- Puazeyl, DarsiVeysbaxformulalari.
- Hidroprivod.

- Gidravlik zarba to'g'risida *bilishi, malakahosil qilish va amalda qo'llayolishi*;
- Gidravlika mashinalari. Nasoslar. Gidroelevator. Gidravlik uzatmalar. Gidravlik kuch qurilmalari. Gidroelektrostantsiyalar. Gidroturbinalar.
- Reaktiv dvigatellar. Issiqlik elektrostantsiyalari. Atom elektrostantsiyalari. Yadro energetikasining rivojlanishi. Boshqariladigan termoyadro reaksiyalari kabi ko'nikmalariga ega bo'lishi lozim.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

Gidravlika va issiqlik texnikasi fani oliy texnika o'quv yurtlarida o'tiladigan asosiy fanlardan biri. Bu fan «Fizika», «Oliy matematika asoslari», «Nazariy mexanika» va boshqa texnikaviy fanlar bilan bevosita bog'liq.

Fanning ta'limdagi o'rni

Mazkur fan ishlab chiqarish bilan bevosita aloqada bo'lib, vatanimizning texnika soxalarida suyuqliklarning qo'llanilishi va yanada rivojlantirish kabi masalalarni ishlab chiqarish bilan qo'shib olib borish yaxshi natijalarni beradi.

Fanni o'qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar.

«Gidravlika va issiqlik texnikasi» fanida axborot texnologiyalari sifatida bosim o'lchash asboblari, suyuqlikning qovushqoqligini aniqlovchi asboblari, nasoslar, gidrodvigatellar, gidroturbinalar, uzatmalar, gidroelektrostantsiyalar, issiqlikni kuzatish va almashinish, yoqilg'i va yonish jarayonlariga, issiqlik kuch qurilmalariga, bug' va gaz turbinalariga, reaktiv dvigatellarga, issiqlik eletr stantsiyalariga sovitish qurilmalariga ularga doir plakatlar, elektron o'quv adabiyotlar va maketlardan foydalaniladi.

Laboratoriya ishlari va matnlarini taxlili qilishda interaktiv texnologiyalar qo'llaniladi.

Asosiy qism

Fanning nazariy mashg'ulotlari umumiy mazmuni

Gidravlika: Gidravlika asoslari, yaroqli suyuqlarning xossalari, gidromexnikaning asosiy qonunlari. Hidrostatikaning differentsial va asosiy tenglamalari. Bosimni o'lchash asboblari. Gidrodinamika. Gidrodinamikaning differentsial tenglamalari. Laminar va turbulent harakat. Bernulli tenglamasi. Puazeyl, Darsi Veysbax formulalari. Gidroprivod. Gidravlik zarba. Gidravlika mashinalari. Nasoslar. Gidroelevator. Gidravlik uzatmalar. Gidravlik kuch qurilmalari. Gidroelektrostantsiyalar. Gidroturbinalar.

Issiqlik texnikasi: Issiqlik texnikasining qullanilish sohalari, asosiy tushunchalari, issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektiv issiqlik almashinuvchi, o'xshashlik nazariyasi, erkin va majburiy konveksiyadagi issiqlik berish, nurlanish issiqlik almashuvi, yoqilg'i, yoqilg'i yonish jarayoni. Karbyurator va dizel

dvigatellari uchun yoqilg'ilar. Ichki yonuv dvigatellari. Effektlili va indikator quvvatlar. qozon qurilmalari. Bug' turbinalari. Gaz turbinalari. Reaktiv dvigatellar. Issiqlik elektrostantsiyalari. Atom elektrostantsiyalari. Yadro energetikasining rivojlanishi. Boshqariladigan termoyadro reaksiyalari.

«Gidravlika va issiqlik texnikasi»				
maruza	amaliy	laboratoriya	mustaqil	Jami
30	26	20	54	130

**«Gidravlika va issiqlik texnikasi» fani bo'yicha ma'ruza
mashg'ulotlarining mavzulari**

t/r	Ma'ruza mavzulari	Soat
1	Gidravlika. gidravlika asoslari, suyuqliklarning xossalari va gidromexanikaning asosiy qonunlari.	2
2	Gidrostatikaning differentsial va asosiy tenglamasi	2
3	Bosimni o'lchash asboblari.	2
4	Gidrodinamika. gidrodinamikaning differentsial tenglamasi.	2
5	Laminar va turbulent harakat.	2
6	Bernulli tenglamasi.	2
7	Gidravlik mashinalar. nasoslar gidroelevator. gidravlik uzatmalar	2
8	Gidravlik kuch qurilmalari. gidroturbinalar. gidroelektrostansiyalar.	2
9	Issiqlik texnikasi. issiqlik texnikasining qo'llanilish sohalari, asosiy tushunchalari. issiqlik o'tkazuvchanlik.	2
10	Konvektiv issiqlik almashinuvi. erkin va majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi. o'xshashlik nazariyasi.	2
11	Nurlanish issiqlik almashinuvi.	2
12	Yoqilg'i. yoqilg'i yonish jarayoni, karbyurator va dizel dvigatellari uchun yoqilg'ilar.	2
13	Ichki yonuv dvigatellari. effektlili va indikator quvvatlar.	2
14	Qozon qurilmalari	2
15	Bug', gaz turbinalari va reaktiv dvigatellar.	2
Jami		30

**«Gidravlika va issiqlik texnikasi» fani bo'yicha amaliy
mashg'ulotlarining mavzulari**

№	Amaliy mashg'ulotlar mavzulari	Soat
----------	---------------------------------------	-------------

1	Gidravlika. gidravlika asoslari, suyuqliklarning xossalari va gidromexanikaning asosiy qonunlariga doir masalalar yechish	4
2	Laminar va turbulent harakatlarga oid masalalar yechish	2
3	Bernulli tenglamasi, puazeyl va darsi-veysbax formulalari. gidravlik zarbaga oid masalalar yechish.	4
4	Gidravlika mashinalari. nasoslar. gidroelevator. gidravlik uzatmalar doir masalalar yechish.	2
5	Issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektiv issiqlik almashinuvi va o'xshashlik nazariyasi oid masalalar yechish.	4
6	Erkin va majburiy konveksiyadagi issiqlik berilishi, nurlanish issiqlik almashinuviga oid masalalar yechish.	2
7	Yoqilg'i, yoqilg'i yonish jarayoni, karbyurator va dizel dvigatellari uchun yoqilg'ilarga oid masalalar yechish.	4
8	Ichki yonuv dvigatellari, effektli va indikator quvvatlarni hisoblash.	2
9	Qozon qurilmalari, bug' gaz turbinalari va reaktiv dvigatellarni hisoblash	2
Jami:		26

«Gidravlika va issiqlik texnikasi» fani bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlarining mavzulari

№	Laboratoriya mashg'ulotlar mavzulari.	Soat
1	Suyuqliklarning yopishqoqligini aniqlash.	2
2	Laminar va turbulent oqim tezliklarini va reynolds sonini aniqlash	2
3	Quvurlardagi mahalliy qarshiliklar va ularni aniqlash usullari bilan tanishish.	2
4	Puazeyl formulasi yordamida uzunlik birligiga to'g'ri keladigan qarshiliklarni aniqlash	2
5	Ventilyator xarakteristikasini olish. ventilyator ishlash prinsipi va ularni tuzulishi	2
6	Temperaturani o'lchash asboblari o'rganish. temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladigan asboblarning tuzilishi, ishlash prinsipi va kamchiligini o'rganish.	2
7	Qizdirilgan ko'p qavatli devorni issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik uzatish jarayonini ko'rib chiqish va issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini aniqlab o'rganish	2
8	Yoqilg'i va yonish jarayonlari. yoqilg'i issiqlik berish qobiliyatini aniqlash. kolorimetr yordamida qattiq jismning issiqlik berish qobiliyatini o'rganish	2

9	Issiqlik elektrostansiyalarini texnologik sxemasini o'rganish. bug' turbinali va dizel elektrostansiyalarini prinsipial sxemalari bilan tanishish va o'rganish. issiqlik generatorlarini (bug' qozonlarini) soddalashtirilgan usulda sinash, uni f.i.k ni aniqlash, issiqlik balansini tenglamasini tuzish	4
	JAMI	20

Talabalar mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi. 54 soat

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Berilgan topshiriqlar	Bajar muddat	Hajmi (soat da)
1.	O'zbekistonda gidroenergetikani rivojlanishi	O'zbekistonda gidroenergetikani rivojlanishi haqida ma'lumotlar bering	1-2 Hafta	2
2.	Nyuton qonuni. Qovushoqlik, sirt taranglik, ideal suyuqlik va uning xossalari	Nyuton qonuni. Qovushoqlik, sirt taranglik, ideal suyuqlik va uning xossalari haqida ma'lumot bering	2-3	2
3.	Ortiqcha bosim, markazning vaziyatini toppish. Bosim epyurasi. Tsilindrik sirtga ta'sir qiluvchi bosim kuchi, to'liq bosim kuchi va uning yo'nalishini aniqlash	Ortiqcha bosim, markazning vaziyatini toppish. Bosim epyurasi. Tsilindrik sirtga ta'sir qiluvchi bosim kuchi, to'liq bosim kuchi va uning yo'nalishini aniqlash haqida ma'lumot bering	3-4	2
4.	Gidravlik yo'qatish haqida tushuncha. Hidravlik yo'qatishning ikki turi. Tezlik va sarfni o'lchash usullari hamda asboblari	Gidravlik yo'qatish haqida tushuncha. Hidravlik yo'qatishning ikki turi. Tezlik va sarfni o'lchash usullari hamda asboblari	3-4	2

		xaqida ma'lumot bering		
5.	Gidradinamik o'xshashlik asoslari. Hidrodinamik hodisalarni modellashtirish.	Gidradinamik o'xshashlik asoslari. Hidrodinamik hodisalarni modellashtirish xaqida ma'lumot bering	4-5	2
6.	Tsilindrik trubada laminar harakat. Bosimning kamayishiga ishqalanishning ta'siri. Puazayl formulasi	Tsilindrik trubada laminar harakat. Bosimning kamayishiga ishqalanishning ta'siri. Puazayl formulasi xaqida ma'lumot bering	5-6	2
7.	G' dir-budurlik turlari, absolyut, nisbiy va ekvivalent g'adir-budurlik haqida tushuncha	G' dir-budurlik turlari, absolyut, nisbiy va ekvivalent g'adir-budurlik haqida tushuncha xaqida ma'lumot bering	6-7	2
8.	Bosimning keskin kengayishi (Bord teoremasi)	Bosimning keskin kengayishi xaqida ma'lumot bering	6-7	2
9.	Sifonlarni hisoblash. Suyuqlik kichik teshikdan oqayotganda qarshilik, tezlik va sarf ko'rsatkichlari. Oqimchanning siqilish turlari. Suyuqlikning naychadan oqishi. Naychanning turlari vaularni gidravlik ko'rsatkichlari	Sifonlarni hisoblash. Suyuqlik kichik teshikdan oqayotganda qarshilik, tezlik va sarf ko'rsatkichlari. Oqimchanning siqilish turlari. Suyuqlikning naychadan oqishi. Naychanning turlari vaularni gidravlik ko'rsatkichlarixaqida ma'lumot bering	7-8	2
10.	Gidravlik zarbani susaytirish usullari. Hidravlik zarbadan amalda foydalanish.	Gidravlik zarbani susaytirish usullari. Hidravlik zarbadan amalda foydalanish xaqida ma'lumot bering	8-9	2
11.	Boshqa tur hajmiy nasoslar shesternali, kalavarotli, vintli, plunjerli,diyafragmali nasoslar, ularni qo'llash soxasi. Markazdan qochma nasosning tuzilishi	Boshqa tur hajmiy nasoslar shesternali, kalavarotli, vintli, plunjerli,diyafragmali nasoslar, ularni qo'llash soxasi. Markazdan qochma	9-10	2

		nasosning tuzilishi xaqida ma'lumot bering		
12.	Kovitatsiya hodisasi. Trubinalarni rostdash prinsiplari.	Kovitatsiya hodisasi. Trubinalarni rostdash prinsiplari xaqida ma'lumot bering	10-11	2
13.	Gidrpelektro stansiyalarning asosiy insoatlari va jixozlari. To'g'onning tuzulishi. O'zbekistonda gidravlik elektr stansiyalarning rivojlanishi	Gidrpelektro stansiyalarning asosiy insoatlari va jixozlari. To'g'onning tuzulishi. O'zbekistonda gidravlik elektr stansiyalarning rivojlanishi xaqida ma'lumot bering	11-12	4
14.	Bosm va solishtirma hajm I-S diagrammasi	Bosm va solishtirma hajm I-S diagrammasi xaqida ma'lumot bering	13-14	4
15.	Devorning issiqlik o'tkazuvchanligi	Devorning issiqlik o'tkazuvchanligi xaqida ma'lumot bering	14-15	2
16.	Termik qarshilik. Erkin va majburiy harakatda issiqlik berish	Termik qarshilik. Erkin va majburiy harakatda issiqlik berish xaqida ma'lumot bering	14-15	2
17.	Issiqlik almashinuv apparatlari haqida tushuncha	Issiqlik almashinuv apparatlari haqida tushuncha xaqida ma'lumot bering	15-16	2
18.	O'zbekistondagi energetik resurslar manbai	O'zbekistondagi energetik resurslar manbai xaqida ma'lumot bering	15-16	2
19.	Suv bug'i va uni tayyorlashdagi asosiy termadenamik jarayonlar	Suv bug'i va uni tayyorlashdagi asosiy termadenamik jarayonlar xaqida ma'lumot bering	16-17	2
20.	Qozon qurilmasining yordamchi uskunalari	Qozon qurilmasining yordamchi uskunalari xaqida ma'lumot bering	16-17	2
21.	Bug' turibinalar qurilishining kelajagi	Bug' turibinalar qurilishining kelajagi xaqida ma'lumot bering	16-17	2
22.	Gaz turbinali qurilmaning tadbiqu	Gaz turbinali qurilmaning	17-18	

		tadbiqi xaqida ma'lumot bering		2
23.	Suyuq yoqilg'ida ishlaydigan ballastik raketalar	Suyuq yoqilg'ida ishlaydigan ballastik raketalar xaqida ma'lumot bering	17-18	2
24.	Elektrostansiyalarning iqtisodiy ko'rsatkichlari: FIK elektr va issiqlik energiyasining tannarxi	Elektrostansiyalarning iqtisodiy ko'rsatkichlari: FIK elektr va issiqlik energiyasining tannarxi xaqida ma'lumot bering	18-19	2
25.	Hozirgi davrda O'zbekistondagi issiqlik elektrostansiyalari	Hozirgi davrda O'zbekistondagi issiqlik elektrostansiyalari xaqida ma'lumot bering	18-19	2
JAMI:				54

Fan ishchi dasturning informatsion-uslubiy ta'minoti

Didaktik vositalar:, nazorat-o'lchov asboblari, texnika xavfsizligi qoidalari bo'yicha yo'riqnomalar, tikuvchilik va chilangarlik asboblari namunalari, pazandachilikda ishlatiladigan elektr jixozlar, texnologik jarayon kartalari, tarqatma materiallar.

Jihozlar va uskunalar, moslamalar: elektron doska-Hitachi, LCD-monitor, elektron ko'rsatgich (ukazka).

Video-audio uskunalar: video va audiomagnitofon, mikrofon, kolonkalar.

Kompyuter va multimediali vositalar: kompyuter, Dell tipidagi proektor, DVD-diskovod, Web-kamera, video-ko'z (glazok).

Fan dasturining informasion-uslubiy ta'minoti

Gidravlika va issiqlik texnikasi fanini o'qitishda zamonaviy (xususan interfaol) metodlari, pedagogik va axborot-kommunikasiya (mediata'lim, amaliy dastur paketlari, prezentasion, elektron-didaktik) texnologiyalarni qo'llanilish nazarda tutiladi. Hidravlika va issiqlik texnikasi kursida plakatlardan, tarqatma materiallardan, kompyuterdan, har xil grafiklardan va boshqa ko'rgazmali qurollardan foydalanadi.

“Gidravlika va issiqlik texnikasi” fanidan talabalar bilimni reyting tizimi asosida baholash mezonlari.

“Gidravlika va issiqlik texnikasi” fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy nazoratlarning saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlash uchun quyidagi nazorat turlari o'tkaziladi.

- **joriy nazorat (JN)** – talabanning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baxolash usuli.

Oliy ta'lim muassasasi raxbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitorig bo'limi raxbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida YaN ni o'tkazish jarayoni muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, YaN natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda YaN qayta o'tkaziladi. Talabanning bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabanning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

“**Gidravlika va issiqlik texnikasi**” fani bo'yicha talabalarning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha qo'yidagicha taqsimlanadi:
J.N. – 35.ON-35.YN-30 ball qilib taqsimlanadi.

Ball	Baho	Talabanning bilim darajasi
86-100	A'lo	Xulosa va qaror qabul qilish.Ijodiy fikrlay olish.Mustaqil mushohada yurita olish.Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish.Bilish, aytib berish tasavurga ega bo'lish
71-85	Yaxshi	Mustaqil mushohada qilish. .Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish.Mohiyatni tushintirish. Bilish, aytib berish tasavurga ega bo'lish
55-70	Qoniqarli	Mohiyatni tushintirish. Bilish, aytib berish tasavurga ega bo'lish
0-54	Qoniqarsiz	Aniq tasavvurga ega bolmaslik. Bilmaslik

Fan bo'yicha saralash bali 55 ballni tashkil etadi. Talabanning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasida qayd etilmaydi.

- Talabalarning o'quv fani bo'yicha mustaqil ishi joriy oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.
- Talabanning fan bo'yicha reytingi qo'yidagicha aniqlanadi: $R = \frac{V \cdot O'}{100}$

bu yerda: V – semestrda faniga ajratilgan o'quv soati yuklamasi(soatlarda); O' - fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi (ballarda).

- Fan bo'yicha joriy va oraliq nazoratlarga ajratilgan umumiy ballning 55 foizi saralash ball hisoblanib, ushbu foizdan kam ball to'plagan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.
- Joriy JN va oraliq ON nazaorat turlari bo'yicha 55 ball va undan yuqori ballni to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan deb hisoblanada va ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kirmasligiga yo'l qo'yiladi.

Foydalanilgan adabiyotlarro'yxati

Asosiy adabiyotlar

1. К.Ш.Латипов «Гидравлика, гидромашиналар, гидроюритмалар»Т:«Ўқитувчи», 1992.
2. А.Ю.Умаров «Гидравлика», Т: «Ўзбекистон». 2002.
3. Р.Г.Исянов ва бошқалар «Гидравлика ва гидромашиналар», Т:ТДПУ, 2004
4. Ж.Нурматов, Н.А.Халилов, Ў.Қ.Толипов «Иссиқлик техникаси» Т.«Ўқитувчи» 1998
5. Т.С Худойбердиев«Иссиқлик техникасиасослари» Т. 2010
6. R.A.Zohidov«Иссиқлик техникаси» О'zbekiston faylasflar milliy jamiyati. 2010
7. Р.Б.Даминова,Б.К.Мухамедсаидов «Иссиқлик техникаси» фанидан дидактик материаллар Т. TDPU 2012
8. Б.Р.Андерс. Контрольно-измерительные приборов. М, Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

5. R.B.Daminova«Иссиқлик техникаси» фанидан о'quv metodik majmua Т., TDPU 2011
6. R.B.Daminova, В.К.Мухамедсаидов“Иссиқлик техникаси” фанидан talabalarining mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma Т. TDPU 2012
7. R.B.Daminova, В.К.Мухамедсаидов “Иссиқлик техникаси” фанидан laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yich uslubiy qollanma Т. TDPU 2015
8. Isyanov R.G. va boshhalar «Gidravlika va issiqlik texnikasi» elektron darslik 2007.
9. Isyanov R.G. va boshhalar «Gidravlika va issiqlik texnikasi» фанидан innnavatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. 2011.

Elektron ta'lim resurslari

1. www.ziyouinet.uz
2. www.mvd.uz

1. MAVZU: GIDRAVLIKA. GIDRAVLIKA ASOSLARI, SUYUQLIKLARNING XOSSALARI VA GIDROMEXANIKANING ASOSIY QONUNLARI.

MA'RUZA REJASI:

1. Ideal va real suyuqliklar.
2. Suyuqlikning zichligi, solishtirma og'irligi va solishtirma hajmi.
3. Siqiluvchanlik va issiqlik ta'sirida kengayishi.
4. Yopishqoqligi va suyuqliklarda ichki ishqalanishi.
5. Nyuton (Nyutoni) va nonyuton (nyutoniymas) suyuqliklar.

Tayanch so'zlar: *Qovushoqlik, hajmiy siqilish, ideal va real suyuqliklar, solishtirma og'irlilik, solishtirma hajm, ichki ishqalanish, tomchilanuvchi va gazsimon suyuqlilar.*

Gidravlika (suyuqlikning texnikaviy mexanikasi) fani suyuqliklarning tinch hamda harakat holatidagi o'zgarishi qonunlarini. shuningdek, mazkur qonunlarini, aniq muhandislik masalalarni yechishda qo'llanish usullarini o'rganish bilan shug'ullanadi. Gidravlika so'zi aslida yunoncha bo'lib. $\chi\upsilon\delta\omicron\rho$ (xyudor) — suv va $\alpha\upsilon\lambda\omicron\xi$, (aulos) — quvur so'zlaridan tarkib topgan. Ularni birga o'qiganda suvning faqat quvurdagi harakati degan ma'no kelib chiqadi. Keyinchalik gidravlika so'zi suyuqliklarning faqat quvurdagi harakati emas, balki har qanday o'zanlardagi harakatini xam anglatadigan bo'ldi. Chunki gidravlika suyuqliklarning naporli (quvurda) va naporsiz (ochiqo'zanda) harakati qonunlarini o'rganadi. Yuqorida aytib o'tilganidek, suyuqliklarning tinch va harakat holatidagi qonunlari texnika, sanoat va xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida, chunonchi, gidrotexnika, gidromelioratsiya, gidroenergetika, qurilish, suv ta'minoti va kanalizatsiya, kimyoviy texnologiya jarayonlari va qurilmalar hamda boshqa sohalarda amaliy muhandislik masalalarini hal qilishda keng ko'lamda qo'llaniladi.

Gidravlika fani ikki qismdan iborat: gidrostatika va gidrodinamika. Gidrostatika qismida suyuqliklarning tinch holatilagi qonunlari o'rganiladi. Bunday qonunlarni o'rganishdan maqsad — suyuqlikning chuqurligi boyicha ixtiyoriy nuqtalarla gidrostatik bosimning o'zgarishini aniqlashdan iborat. Gidrostatik bosim tinch holatdagi suyuqliklarning turli nuqtalarida har xil bo'ladi. Gidrostatik bosim vaqtga bog'liq emas, u faqat koordinatalarga bog'liq.

$$p = f(x, y, z) \quad (1.1)$$

Gidrodinamika qismida suyuqliklarning harakat paytidagi gidrodinamik elementlarining o'zgarish qonunlari o'rganiladi, bunda suyuqlikning har xil nuqtalarida tezlik va bosimlarning, vaqt o'tishi bilan, miqdorlari har xil bo'ladi. Bundan tashqari i va r lar biron berilgan nuqtada t vaqt ichida o'zgarishi

quyidagicha yoziladi:

$$\left. \begin{aligned} u_x &= f_1(x, y, z, t); \\ u_y &= f_2(x, y, z, t); \\ u_z &= f_3(x, y, z, t). \end{aligned} \right\} \quad (1.2)$$

$$p = f_4(x, y, z, t). \quad (1.3)$$

Ideal va real suyuqliklar. Gidravlika fanida nazariy tadqiqotlarni soddalashtirish maqsadida ideal suyuqliklardan foydalaniladi. Ideal suyuqlik deb, bosim va harorat ta'sirida o'z hajmini mutlaqo o'zgartirmaydigan yoki mutlaqo siqilmaydigan, o'zgarmas zichlikka ega bo'lgan va ichki ishqalanish kuchi bo'lmagan, qovushoqligi bo'lmagan suyuqliklarga aytiladi. Aslida har qanday suyuqlik bosim yoki harorat ta'sirida o'z hajmini bir oz bo'lsa ham o'zgartiradi, ularda ichki ishqalanish kuchlari bo'ladi. Demak, tabiatda aslida ideal suyuqlik bo'lmaydi, ya'ni tabiatdagi barcha suyuqliklar real suyuqliklardir. Tinch holatdagi suyuqliklarda urinma kuchlanish bo'lmayli. Harakatdagi suyuqliklarda esa urinma kuchlanish bo'ladi, bunday suyuqlikning ichida ixtiyoriy ikki qatlam bir-biriga nisbatan harakatda bo'lganda, bu ikki qatlam sathlari orasida ishqalanish kuchi paydo bo'ladi, natijada ichki urinma kuchlar muvozanatlashadi.

Xulosa: 1) tinch holatdagi suyuqliklar o'rganilayotganda, suyuqlikni ideal va resg turlariga ajratish zarurati yo'q, chunki tinch holatdagi har qanday suyuqlikda urinma kuchlanish bo'lmaydi;

2) real suyuqliklarning harakati o'rganilayotganda ichki ishqalanish kuchini, ya'ni qovushoqligini e'tiborga olish shart, chunki qovushoqlik harakatdagi real suyuqlikning asosiy xossasi hisoblanadi.

Juda kichik kuchlar ta'sirida o'z shaklini o'zgartiruvchi fizik jismlar suyuqliklar deb ataladi. Suyuqliklar qattiq jismlardan o'z zarrachalarining juda harakatchanligi bilan farq qiladi va oquvchanlik xususiyatiga ega bo'ladi.

Gidravlikada suyuqliklar ikki gruppaga bo'linadi: tomchilanuvchi va gazsimon suyuqliklar. Suyuqlik deganda tomchilanuvchi suyuqlik tushuniladi. Ularga suv, spirt, neft, simob, turli moylar va boshqalar kiradi. Tomchilanuvchi suyuqliklar bir qancha xususiyatga ega: 1) hajmi bosim ta'sirida juda kam o'zgaradi; 2) temperatura o'zgarishi bilan hajmi o'zgaradi; 3) cho'zuvchi kuchlarga deyarlik qarshilik ko'rsatmaydi; 4) sirtida molekulalar aro qovushoqlik

kuchi yuzaga keladi va u sirt taranglik kuchini vujudga keltiradi. Tomchilanuvchi suyuqliklarning boshqa xususiyatlari to'g'risida keyinchalik to'xtalib o'tamiz.

Gazlar tomchilanuvchi suyuqliklarga nisbatan tez harakatlanuvchi zarrachalardan iborat bo'lib, ularning hajmi bosim va temperatura ta'sirida tezroq o'zgaradi. Ularda cho'zuvchi kuchga ko'rsatiladigan qarshilik va qovushoqlik kuchi tomchilanuvchi suyuqliklarga nisbatan kichik. Gazlar gaz dinamikasi, termodinamika va aerodinamika fanlarida o'rganiladi.

Gidravlika kursi asosan tomchilanuvchi suyuqliklar, bilan shug'ullanadi. Shuning uchun tomchilanuvchi suyuqliklarni to'g'ridan-to'g'ri suyuqlik deb ataymiz.

Suyuqliklar tutash jismlar qatoriga kiradi va muvozanat xamda harakat vaqtida doimo qattiq jismlar: suyuqlik solingan idish tubi va devorlari, truba hamda kanallarning devorlari va boshqalar bilan chegaralangan bo'ladi. Suyuqliklar gazlar (havo) bilan ma'lum chegara boyicha ajralishi mumkin. Bu chegara erkin sirt deb ataladi.

Suyuqliklar siljitivchi kuchlarga sezilarli qarshilik ko'rsatadi va ichki kuchlar sifatida namoyon bo'ladi. Bu kuchlarni aniqlash suyuqliklarning harakatini tekshirishda muhim ahamiyatga ega.

Suyuqliklarning fizik xossalari. Bu xossalarning temperatura va bosimga bog'liqligi

Solishtirma og'irlik. Hajm birligidagi modda og'irligi suyuqliklarnint solishtirma og'irligi deb ataladi va grekcha γ harfi bilan belgilanadi. Yuqorida aytilgan ta'rifga asosan:

$$\gamma = \frac{G}{V}, \quad (1.4)$$

bu yerda V —suyuqlik hajmi; G — og'irligi.

Solishtirma og'irlikning o'lchov birligi CI sistemasida:

$$[\gamma] = \frac{G}{V} = \frac{N}{m^3},$$

texnik sistemada esa kg/m^3 bo'lib, ular o'zaro quyidagicha bog'langan:
 $1kg/m^3 = 9,80665 \text{ N/m}^3$

Solishtirma og'irlik hajmi avvaldan ma'lum bo'lgan idishdagi suyuqliklarning og'irligini o'lchash usuli bilan yoki areometrlar yordami bilan aniqlanadi.

Solishtirma og'irlik bosimga va temperaturaga bog'liq bo'lib, ular o'rtasidagi munosabat ideal gazlar uchun quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\frac{p}{\gamma} = RT \quad (1.5)$$

bu yerda ρ - bosim, T — absolyut temperatura, R — gaz doimiysi

$$\left(R_{havo} = 287 \frac{J}{kg \cdot grad}; R_{metan} = 518 \frac{J}{kg \cdot grad} \right).$$

Suyuqlik solishtirma og'irligining 4°C dagi suvning solishtirma og'irligiga nisbati uning nisbiy solishtirma og'irligi bo'ladi. Masalan, mineral moyning nisbiy solishtirma og'irligi 0,9 ga teng:

$$\frac{\gamma_{moy}}{\gamma_{suv}} = 0,9; \quad \gamma_{moy} = \gamma_{suv} \cdot 0,9.$$

Solishtirma hajm. Suyuqlikning og'irlik birligiga to'g'ri kelgan hajmi suyuqliklarning solishtirma hajmi deyiladi va hajmni og'irlikka bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$g = \frac{V}{G} \quad (1.6)$$

(1.4) va (1.6) formulalardan ko'rinib turibdiki,

$$\gamma \cdot g = 1 \quad \text{yoki} \quad g = \frac{1}{\gamma}$$

Solishtirma hajmning o'lchov birligi SI sistemasida:

$$[g] = \left[\frac{V}{G} \right] = \frac{m^3}{N}$$

Solishtirma hajm ham solishtirma og'irlik kabi bosim va temperaturaga bog'liq:

$$p \cdot g = RT \quad (1.7)$$

Zichlik. Suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri kelgan tinch holatdagi massasi suyuqlikning zichligi deb ataladi:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1.8)$$

bu yerda M—suyuqlikning massasi.

Zichlikning o'lchov birligi quyidagicha:

$$[\rho] = \frac{[M]}{[V]} = \frac{N \cdot s^2}{m^4}$$

Ba'zan nisbiy zichlik tushunchasi kiritiladi. Suyuqlik zichligining suvning 4°C temperaturadagi zichligiga nisbati uning nisbiy zichligi bo'ladi. (1.8) va (1.4) lardan ko'rinib turibdiki, zichlik bilan solishtirma og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad (1.9)$$

U holda nisbiy zichlik solishtirma og'irlik orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\rho_{nisb} = \frac{M_{suyuq}}{M_{suv}} = \frac{G_{suyuq}}{G_{suv}} = \gamma_{nisb} \quad (1.10)$$

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

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta_t(t - 20)} \quad (1.11)$$

bu yerda t — temperatura (birligi $^{\circ}\text{C}$); β_t — hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti; ρ_{20} —suyuqlikning 20°C dagi zichligi. Suvning zichligi bu qonundan mustasno bo'lib, uning zichligi eng katta qiymatiga 4°C (aniqrog'i $3,98^{\circ}\text{C}$) da ega bo'ladi. Uning temperaturasi bundan oshsa ham, kamaysa ham zichligi kamayib boradi.

Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi. Zichlik issiqlik o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. Demak, issiqlik o'zgarishi bilan hajm ham o'zgaradi.

Suyuqliklarning bu xususiyatlaridan gidravlik mashinalarni hisoblashda va turli masalalarni hal qilishda foydalaniladi.

Suyuqliklarning bu xususiyatlaridan foydalanib, suyuqlik termometrlari va boshqa turli o'lchov asboblari yaratilgan.

Suyuqliklarning hajmiy kengayishini ifodalash uchun hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti degan tushuncha kiritilib, u β_t bilan belgilanadi. Birlik hajmdagi suyuqlikning temperaturasi 1°C ga oshgandagi kengaygan miqdoriga uning hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\beta_t = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (1.12)$$

bu yerda $\Delta V = V - V_0$ - qizdirilgandan keyingi va boshlang'ich hajmlar ayirmasi;

$\Delta t = t - t_0$ — temperaturalar ayirmasi; $[\beta_t] = \frac{1}{\text{grad}}$; β_t — juda kichik qiymat

bo'lib, u $t = 20^{\circ}C$ da suv uchun $\beta_t = 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{grad}$; mineral moylar uchun

simob uchun $\beta_t = 18 \cdot 10^{-5} \frac{1}{grad}$ ga teng.

1.1-jadval. Suvning hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti

Bosim Mn/m ²	t, °C				
	1-10	10-20	40-50	60-70	90-100
0,1	0,000014	0,000150	0,000422	0,000556	0,000719
9,8	0,000043	0,000165	0,000422	0,000548	0,000714
19,6	0,000072	0,000183	0,000426	0,000539	-
49,0	0,000149	0,000236	0,000429	0,000523	0,000661
88,3	0,000229	0,000296	0,000437	0,000512	0,000621

Suyuqliklarning siqilishi. Texnikada va tabiatda bosim juda katta bo'lgan hollar uchraydi. Bunda suyuqlikning umumiy hajmi katta bo'lsa, hajmning o'zgarishi sezilarli miqdorga ega bo'ladi va u hisobga olinadi.

Suyuqliklarning siqilishini hisoblashda hajmiy siqilishi koeffitsienti degan tushuncha kiritiladi va u β_p bilan belgilanadi (ba'zida β_v bilan belgilanadi). Bosimni bir birlikka oshirganda suyuqlikning hajm birligida kamaygan mikdori hajmiy siqilish koeffitsienti deyiladi va u quyidag n formula bilan hisoblanadi:

$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p} \quad (1.13)$$

Bu yerda $\Delta p = p - p_0$ -o'zgargan va boshlang'ich bosimlar ayirmasi β_p ham β_t kabi kichik miqdor bo'lib ($t=20^{\circ}C$ da suv uchun $\beta_p = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MN}$, mineral moylar uchun $\beta_p = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MN}$), ko'p hollarda hisobga olinmaydi.

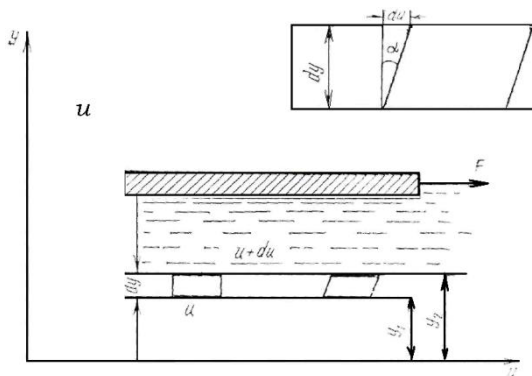
1.2-j a d v a l.

Suvning hajmiy siqilish koeffitsienti

	Bosim, MN/m ²				
	0,5	1,0	2,0	3,9	7,8
0	0,00000540	0,00000537	0,00000531	0,00000523	0,00000515
5	0,00000529	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000493
10	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000498	0,00000481
15	0,00000518	0,00000510	0,00000503	0,00000488	0,00000470
20	0,00000515	0,00000505	0,00000495	0,00000481	0,00000460

Qovushoqlik, suyuqliklarda ichki ishqalanish haqida Nyuton gipotezasi

Qovushoqlik hodisasi suyuqliklar harakatlanayotganda namoyon bo'ladi va zarrachalarining harakatlanishiga qarshilik ko'rsatadi. Qovushoqlik qancha yuqori bo'lsa, bu qarshilikni yengish uchun sarflanadigan kuch ham shuncha katta bo'ladi. Qovushoqlik darajasi qovushoqlik koeffitsienti deb ataluvchi kattalik bilan ifodalanadi va u ikki xil bo'ladi. Aniqlanish usuliga qarab ular dinamik va kinematik qovushoqlik koeffitsientlari deb ataladi. Suyuqlikni yuzasi katta bo'lgan idishga solib, uning yuziga biror plastinka qoysak va bu plastinkani ma'lum bir kuch bilan torta boshlasak, suyuqlik zarrachalari plastinka sirtiga yopishishi natijasida harakatga keladi (1.1.-rasm). Agar plastinkaning G' kuch ta'sirida olgan tezligi i bo'lsa, u bilan yonma-yon turgan zarrachalar ham i tezlikka ega bo'ladi.



1.1-rasm. Suyuqlikdagi ichki ishqalanish haqidagi Nyuton gipotezasiga oid chizma.

Suyuqlikning qalinligi boyicha bir qancha yupqa qatlamlar bor deb faraz qilsak, har bir qatlamda zarrachalar tezligi har xil bo'lib, u plastinkadan pastki devorga tomon kamayib boradi. Harakat ixtiyoriy qatlamga uning ustida joylashgan boshqa qatlam zarrachalari orqali beriladi. Bu harakat suyuqlik qatlamlarining deformatsiyalanishiga olib keladi.

Agar suyuqlik ichida pastki sirti idishning asosidan y_1 , masofada, ustki sirti esa y_2 masofada bo'lgan suyuqlik qatlamini ko'z oldimizga keltirsak, yuqorida aytilgan sabablarga ko'ra uning pastki sirtida tezlik i_1 yuqori sirtida esa i_2 bo'ladi. Shunday qilib, olingan qatlamning qalinligi Δy boyicha suyuqlik tezligi $u_2 - u_1 = \Delta u$ miqdorga o'zgaradi (ya'ni qatlamning yuqorigi sirti pastki sirtiga nisbatan siljiydi va qatlam 1.1-rasmda ko'rsatilganidek deformatsiyalanadi). Siljish

burchagi α deb belgilasak, siljish kattaligi $tg\alpha = \frac{\Delta u}{\Delta y}$ bo'ladi. Qatlam qalinligini

cheksiz kichraytirib, differentsial belgilashga o'tsak, u holda yuqoridagi nisbat

tezlik gradienti $\frac{du}{dy}$ ni beradi.

Suyuqlik sirtidagi plastinkaga qoyilgan kuch qancha katta bo'lsa, siljish shuncha ko'p bo'ladi. Bu esa qoyilgan kuch bilan tezlik gradienti orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. Shunday kilib, suyuqliklardagi ichki ishqalanish kuchi tezlik gradientiga bog'liq.

1686 yili I.Nyuton ana shu bog'lanishni chiziqli bog'lanishdan iborat degan gipotezani oldinga surdi. Bu gipotezaga asosan, suyuqlikning ikki harakatlanuvchi qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi G' qatlamlarning tegib turgan sirti S ga va tezlik gradienti $\frac{du}{dy}$ ga proporsional, ya'ni

$$F = \pm \mu \cdot S \frac{du}{dy} \quad (1.14)$$

Proporsionallik koeffitsienti μ dinamik qovushoqlik koeffitsienti deb qabul qilingan. Hisoblash ishlarini osonlashtirish uchun ishqalanish kuchining birlik yuzaga to'g'ri kelgan kattaligiga yoki gidravlikada urinma zo'riqish (ishqalanish kuchidan hosil bo'lgan zo'riqish) deb atalgan kattalikka o'tish zarur bo'ladi. Bu kattalik grekcha τ harfi bilan belgilanadi:

$$\tau = \frac{F}{S} = \pm \mu \frac{du}{dy} \quad (1.15)$$

bundan musbat va manfiy ishora tezlik gradientining yo'nalishiga qarab tanlanadi.

(1.15) formuladan ko'rinadiki, ishqalanish kuchidan xosil bo'lgan zo'riqish tezlik gradienti (yoki tezlikning normal hosilasi)ga to'g'ri proporsionaldir. Qovushoqlik koeffitsientining birligi SI sistemasida quyidagicha bo'ladi:

$$[\mu] = \frac{t}{\frac{du}{dy}} = \frac{Ns}{m^2}$$

Gidravlikada ko'pchilik hisoblash ishlarida μ ning ρ ga nisbati bilan ifodalanuvchi va kinematik qovushoqlik koeffitsienti deb ataluvchi kattalikdan foydalanish qulaydir. Bu miqdor grekcha ν harfi bilan belgilanadi:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \cdot \left[\frac{M^2}{s} \right] \quad (1.16)$$

(1.15) formula Nyutonning suyuqlikdagi ishqalanish haqidagi qonunini ifodalaydi. Bu qonunga boysunadigan suyuqliklar nyutoni suyuqliklar deyiladi. Amalda uchraydigan va gidravlikada ko'rib chiqiladigan suyuqliklarning ko'pchilik qismi nyutoni suyuqliklar jumlasiga kiradi. Nyuton qonuniga boysunmaydigan suyuqliklar n'yutoniymas suyuqliklar deyiladi. Ularga kolloid eritmalar, moyli boyoqlar, smolalar, past temperaturada ishlatiladigan surkov moylari va boshqalar kiradi. Nyutoniymas suyuqliklarning harakat qonunlari reologiyada - moddalarning oquvchanligi va plastikligi haqidagi umumiy ta'limotda ko'rib chiqiladi.

3.Paskal qonuni. Hidrostatika qonuni bo'lib bu qonun shunday ta'riflanadi: Tinch holatdagi suyuqlikning istalgan nuqtasiga qo'yilgan tashqi bosim suyuqlikning barcha nuqtalariga o'zgarishsiz uzatiladi. Fransuz olimi Blez Paskal bu qonuni 1663 yili e'lon qildi.

Bosimni suyuqlik yordamida uzatish qonunidan texnika gidravlik mashinalarda foydalaniladi, bu mashinalar ichida eng ko'p tarqalgan gidravlik pressdir.

Arximed qonuni ham gidrostatika (gaz va suyuqliklar statikasi) qonuni bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi: Suvga botirilgan jismga suv tomonidan itaruvchi (ko'taruvchi) kuch ta'sir etadi, bu kuch pastdan yuqoriga vertikal yo'nalgan bo'lib, u kuch jism siqib chiqargan suyuqlikning og'irligiga teng .

$$F_A = \rho_c dV_j$$

$$F_A = G \quad \text{so'zadi}$$

$$F_A > G \quad \text{qalqib chiqadi}$$

$$F_A < G \quad \text{cho'kadi}$$

Bu yerda ρ_c -suyuqlikning zichligi; V_j - jism hajmi; $G = mg$.

Foydalanilgan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.

5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.П.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

2. MAVZU: GIDROSTATIKANING DIFFERENTIAL VA ASOSIY TENGLAMASI

MA‘RUZA REJASI:

1. Hidrostatika. Tinch turgan suyuqlikka ta’sir etuvchi kuchlar.
2. Tinch holatdagi suyuqlikning differensial tenglamasi.
3. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi.

Tayanch so'zlar: *Suyuqlikning massasi, hajmiy kuchlarning intensivligi, solishtirma hajmiy kuch, gidrostatik bosim, ichki va tashqi kuchlar, massasi va suyuqlik sathiga ta'sir etuvchi kuchlar, ishqalanish kuchi, taqsimlanish zichligi.*

Tinch holatdagi suyuqlikning differentsial tenglamasini olish uchun suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlarni qarab chiqamiz. Suyuqlik qanday holatda bo'lmasin (tinch yoki harakat xolatida) unga moddiy zarrachalardan tarkib topgan uzluksiz muhit deb qaraladi. Shu zarrachalarga ta'sir etuvchi barcha kuchlarni ikki guruhga: ichki kuchlarga va tashqi kuchlarga ajratish mumkin.

Ichki kuchlar. Suyuqlik moddiy zarrachalarining bir-biriga ta'sir kuchlari ichki kuchlar deyiladi.

Tashqi kuchlar. Biror suyuqlik hajmining moddiy zarrachasiga boshqa biror jism hajmidagi moddalarning ta'sir qilayotgan kuchlari, chunonchi, shu qaralayotgan suyuqlik hajmining moddiy zarrachalariga, shu hajmni har tomondan o'rab olgan suyuqlikning ta'sir kuchlari tashqi kuchlar deyiladi.

Berilgan suyuqlik hajmiga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar ikki guruhga bo'linadi.

1. Massali kuchlar. Bu kuchlar qaralayotgan suyuqlik hajmining barcha moddiy zarrachalariga ta'sir qiladi. Massali kuchlarning qiymati suyuqlikning massasiga to'g'ri proporsional. Bir jinsli suyuqliklar uchun, ya'ni suyuqliklarning zichligi uning hajmi boyicha o'zgarmas bo'lsa $\rho = \text{const}$, bu holda massali kuchlarning qiymati suyuqlikning hajmiga ham to'g'ri proporsional bo'ladi. Shuning uchun (suyuqlikning zichligi $\rho = \text{const}$ bo'lgan holda) massali kuchlar hajmiy kuchlar deb ataladi. Suyuqlikning o'z og'irligi hajmiy kuchlar qatoriga kiradi; suyuqlikning inertsiya kuchlarini ham tashqi hajmiy kuchlar deb qarash mumkin. Suyuqlikning berilgan V hajmiga ta'sir etayotgan hajmiy kuchni quyidagicha ifodalash mumkin.

$$F = M\phi \quad \text{yoki} \quad F = V\phi_0 \quad (2.1)$$

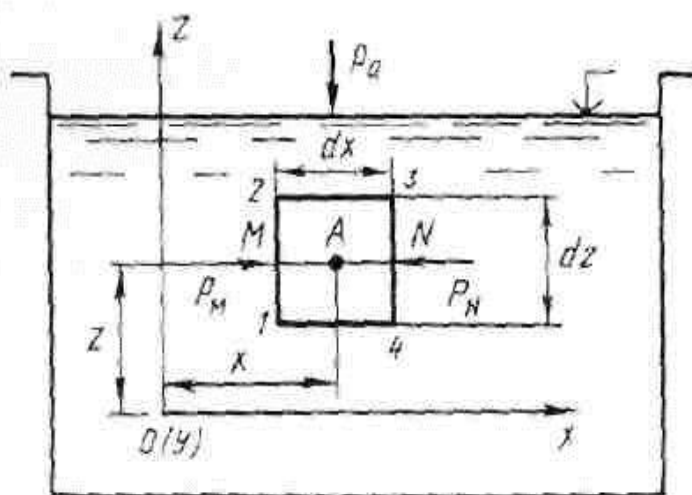
bu yerda M — suyuqlikning massasi; ϕ va ϕ_0 — suyuqlikning moddiy zarrachasiga ta'sir qilayotgan hajmiy kuchlarning intensivligi, ya'ni taqsimlanish zichligi, bu taqsimlanish suyuqlikning hajmi boyicha har xil bo'lishi mumkin.

ϕ_0 — suyuqlikning hajm birligiga ta'sir qilayotgan solishtirma hajmiy kuch, f — suyuqlikni massa birligiga ta'sir qilayotgan solishtirma hajmiy kuch.

2. Suyuqlik sathiga ta'sir qilayotgan kuchlar. Bu kuchlar ko'rilayotgan biron suyuqlik hajmining sathiga ta'sir qilayotgan kuchlar. Bunday kuchlar qatoriga atmosfera bosim kuchi (u ochiq o'zanlarda suyuqlikning erkin suv sathiga ta'sir etadi), ishqalanish kuchi va boshqa kuchlar kiradi.

Tinch holatdagi suyuqlikning differentsial tenglamasi. Tinch holatdagi suyuqlikni qarab chiqamiz (1-rasm). Unga ixtiyoriy tashqi hajmiy kuchlardan birortasi ta'sir qilsin, deylik. Yuqorida biz qaralayotgan suyuqlikning birlik massasiga ta'sir qilayotgan hajmiy kuchni f bilan belgilagan edik. Endi bu f kuchning Ox , Oy , Oz koordinata o'qlariga proektsiyasini f_x , f_u , f_z bilan ifodalaymiz. Umuman tinch holatdagi suyuqlikda gidrostatik bosim har xil nuqtalarda turlicha bo'ladi

$$\rho = f(x, y, z) \quad (2.2)$$



2.1-rasm

Gidrostatik bosim ρ bilan nuqtalarning koordinatalari va hajmiy kuchlar orasidagi bog'lanishni aniqlash kerak. Buning uchun quyidagicha ish yuritimiz. Tinch holatdagi suyuqlik ichida (2.1-rasm) Ox , Oz koordinata o'qlarini belgilaymiz va to'g'ri burchakli 1-2-3-4 parallelepiped shaklidagi elementar hajmni ajratamiz; parallelepiped tomonlarini d_x , d_z va d_y , (d_y chizma tekisligiga tik bo'lgani uchun rasmda ko'rsatilmagan) bilan belgilaymiz va ularni cheksiz kichik deb hisoblaymiz. Parallelepiped o'rtasida A nuqtani tayinlaymiz, uning koordinatalari x , u , z bo'lsin. Bu A nuqtadagi bosimni ρ bilan belgilaymiz. A nuqta orqali O_x o'qiga parallel MN chiziqni o'tkazamiz, umuman gidrostatik bosim shu MN chiziq boylab to'xtovsiz ravishda doimiy o'zgaradi. MN chiziqning birlik uzunligiga to'g'ri keladigan gidrostatik bosim qiymatining o'zgarishini xususiy hosila $\frac{\partial \rho}{\partial x}$ orqali ifodalash mumkin. Bu holda $\frac{\partial \rho}{\partial x}$ ni qo'llab, M va N nuqtalardagi bosimlarni quyidagicha yozamiz

$$\left. \begin{aligned} P_M &= p - \frac{1}{2} dx \frac{\partial p}{\partial x}; \\ P_N &= p + \frac{1}{2} dx \frac{\partial p}{\partial x}, \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

bunda (2.3) tenglamaning o'ng tomondagi ikkinchi hadlari r bosimning $\frac{1}{2} dx$ uzunlikda o'zgarishini bildiradi.

Tinch holatdagi suyuqlikning differensial tenglamasini keltirib chiqarish uchun quyidagicha mulohaza yuritish lozim;

- a) elementar parallelepipedga ta'sir etayotgan barcha kuchlarni aniqlaymiz;
- b) barcha kuchlarni O_x o'qiga proektsiyalarini olamiz va ularning yig'indisini nolga tenglashtiramiz (chunki parallelepiped tinch holatda turibdi), natijada birinchi differensial tenglamasini olamiz;

v) ikkinchi va uchinchi differensial tenglamasini olish uchun barcha kuchlarni O_y va O_z o'qlariga proektsiyalaymiz.

Bu yerda faqat birinchi differensial tenglamasini keltirib chiqaramiz.

1. Parallelepiped 1—2—3—4 ga ta'sir qilayotgan kuchlar:

a) hajmiy kuch

$$F(dx dy dz) \rho \quad (2.4)$$

bu yerda $(dx dy dz) \rho$ — parallelepiped 1-2-3-4 ni tashkil etuvchi suyuqlik massasi. Hajmiy kuchning O_x o'qiga proektsiyasi

$$F_x(dx dy dz) \rho \quad (2.5)$$

b) yuzaga ta'sir etuvchi kuchlar: parallelepipedning 1-4 va 2-3 qirralariga ta'sir etuvchi bosim kuchlarining O_x o'qiga proektsiyalarining farqi nolga teng; 1-2 va 3-4 qirralariga ta'sir etuvchi bosim kuchlarining O_x o'qiga proektsiyalarining farqi quyidagicha:

$$\begin{aligned} P_M - P_N &= \rho_M(dz dy) - \rho_N(dz dy) = \left(p - \frac{1}{2} dx \frac{\partial p}{\partial x} \right) dy dz - \\ &- \left(p + \frac{1}{2} dx \frac{\partial p}{\partial x} \right) dy dz = -\frac{\partial p}{\partial x} dx dy dz. \end{aligned} \quad (2.6)$$

2. Barcha kuchlarning O_x o'qiga proektsiyalarining yig'indisi

$$\phi_x(dx dy dz) \rho - \frac{\partial \rho}{\partial z}(dx dy dz) = 0 \quad (2.7)$$

Bu (2.7) tenglama tinch holatdagi suyuqlikning 1-differensial tenglamasi deyiladi. Xuddi shunday yo'l bilan 2-va 3-differensial tenglamalarni yozamiz.

Aniqlangan uchchala differensial tenglamalar (suyuqlikning massa birligiga nisbatan) oxirgi ko'rinishi quyidagicha yoziladi:

$$\left. \begin{aligned} \phi_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= 0 \\ \phi_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= 0 \\ \phi_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.8)$$

Bu tenglama 1755 yilda L. Eyler tomonidan ishlab chiqilgan va uning nomi bilan ataladi.

Bu tenglamalar sistemasidan ko'rinib turibdiki, gidrostatik bosimning biror koordinata o'qidagi o'zgarishi zichlik bilan birlik og'irlik kuchining shu o'q yo'nalishidagi proektsiyasi ko'paytmasiga teng ekan. Ya'ni muvozanatdagi suyuqliklarda bosimning o'zgarishi massa kuchlariga bog'liq.

Endi suyuqlik muvozanatining asosiy differentsial tenglamasini chiqaramiz.

Buning uchun (2.8) tenglamaning 1-differentsial tenglamasini dx ga, 2-sini dy ga va 3-sini dz ga ko'paytiramiz. Keyin tenglamaning chap va o'ng tomonlaridagi hadlarini o'zaro qo'shib chiqamiz

$$\phi_x dx + \phi_y dy + \phi_z dz - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) = 0 \quad (2.9)$$

Nuqtadagi gidrostatik bosim, faqat koordinatalarga bog'liq bo'lgani uchun, ya'ni $\rho = f(x, y, z)$, u holda (2.9) tenglamada qavs ichidagi yig'indi r gidrostatik bosimning to'liq differentsiali hisoblanadi, ya'ni qavs ichidagi yig'indini dp deb olamiz.

$$dp = \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right). \quad (2.10)$$

(2.10) tenglamani (2.9) tenglamaga qoysak, u holda

$$dp = \rho(\phi_x dx + \phi_y dy + \phi_z dz) \quad (2.11)$$

Bu tenglama suyuqlik muvozanatining asosiy differentsial tenglamasi deyiladi. Hosil bo'lgan tenglama bosimning suyuqlik turiga va fazoning nuqtalariga koordinatalariga bog'liqligini ko'rsatadi hamda bosimning ixtiyoriy nuqtadagi miqdorini topishga yordam beradi.

Tinch holatda turgan suyuqlikning ixtiyoriy nuqtasidagi bosimni aniqlash uchun xuddi shu hajmning boshqa biror nuqtasidagi bosim kattaligini, shuningdek, bir nuqtaning ikkinchi nuqtaga nisbatan botish chuqurligini bilishning o'zi kifoya.

Ochiq idish A da bir jinsli tinch holatdagi suyuqlik bor, deb faraz qilaylik (2.2-rasm). Uning sirtiga, binobarin, shu sirdagi nuqta 1 ga p_0 ga teng atmosfera bosim ta'sir etadi.

Suyuqlik ichidagi nuqta 2 ga ta'sir etadigan p_2 absolyut bosimni aniqlaymiz. Ma'lumki, bu nuqtada suyuqlikka atmosfera bosimi p_0 (bir vaqtning o'zida nuqta 1 ga ham ta'sir etadigan) hamda shu nuqta ustidagi suyuqlik ustunining bosimi ta'sir etadi.

To'la yoki absolyut bosim p_2 quyidagiga teng:

$$p_2 = p_0 + \rho g(h_1 - h_2), \quad (2.12)$$

bu yerda ρ - suyuqlikning zichligi, kg/m^3

g - o'lchash nuqtasidagi og'irlik kuchi tezlanishi, m/sek^2

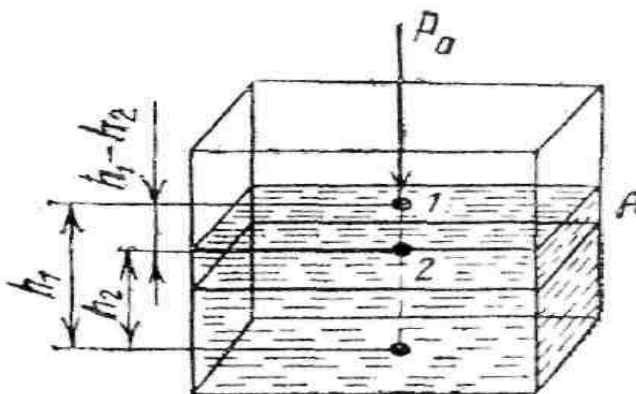
h_1 va h_2 - bitta shartli gorizont tekislikdan (ushbu holda idish tubidan) yuqoriga qarab hisoblangan balandliklar, m.

Umumiy holda (2.12) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$p = p_0 + \rho gh, \quad (2.13)$$

bu yerda h - ko'rib chiqilayotgan nuqta ustidagi suyuqlik ustunining balandligi.

Bu tenglik gidrostatikaning asosiy tenglamasi deyiladi. Tenglamadan ko'rinib turibdiki, tinch holatda turgan bir jinsli suyuqlikning bir xil hajmida bitta gorizont tekislikda joylashgan barcha zarralar bir xil gidrostatik bosim ostida bo'ladi.



2.2-rasm.

Barcha nuqtalariga bosim bir xilda taʼsir etadigan yuza teng bosimli yuza deyiladi. (2.13) tenglamadan koʻrinib turibdiki, tinch holatda turgan bir jinsli suyuqlikning har qaysi nuqtasida gidrostatik bosimning kattaligi faqat shu nuqta ustidagi suyuqlik ustunining balandligiga bogʻliq boʻladi. Shuning uchun oʻz-oʻzidan ravshanki, tinch holatda turgan suyuqlikda gorizontalar teng bosimli yuzalar boʻladi.

Foydalanilgan asosiy darsliklar va oʻquv qoʻllanmalar roʻyxati.

Asosiy darsliklar va oʻquv qoʻllanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «Oʻqituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «Oʻzbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «Oʻqituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. Oʻ.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «Oʻqituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // Oʻzbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qoʻshimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan oʻquv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qoʻllanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashgʻulotlarini bajarish boʻyicha uslubiy qoʻllanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

3. MAVZU: BOSIMNI O'LCHASH ASBOBLARI.

MA'RUZA REJASI:

1. Pezometrlar.
2. Suyuqlik va differensial monometrlar.
3. Mikromonometrlar va vakuummetrlar.
4. Mexanik asboblark (prujinali va membranali monometrlar).

Tayanch so'zlar: *Barometrlar, atmosfera bosimi, vakuummetr, pyezometrlar, suyuqlik ustuni, erkin sath, differensial monometr, mikromanometr, prujinali va membranali monometrlar, u – simon monometr, idishdagi chegama bosim*

Bosim o'lchash asboblark barometrlar deb ataladi. Ular atmosfera bosimini o'lchash uchun mo'ljallangan. Barometrlar atmosfera bosimiga nisbatan havoning siyraklanishini o'lchaydigan vakuummetrlarga va atmosfera bosimidan ortiq bosimni o'lchashga mo'ljallangan manometrlarga bo'linadi.

Manometrlar ishlash prinsipiga qarab suyuqlik va mexanik manometrlarga bo'linadi.

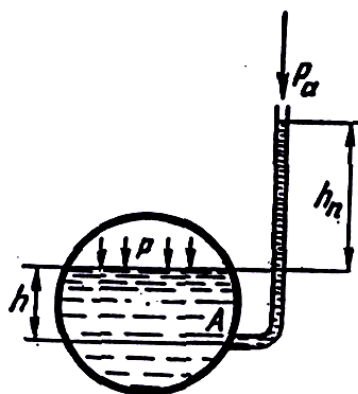
Suyuqlik manometrlari qisman suv yoki simob bilan to'ldirilgan U -simoi naydan yasaladi. Nayning bir uchi tekshirilayotgan muhit bilan, ikkinchi uchi (ochiq qoldirilib) atmosfera bilan tutashtiriladi. Eng oddiy suyuqlik manometri pyezometrdir. a) pyezometrlar — idishdagi bosim unga ulangan shisha naychada tekshirilayotgan suyuqlikning ko'tarilishiga qarab aniqlanadi (3.1-rasm). Idishdagi bosimning katta yoki kichikligiga qarab pyezometr (shisha naycha)da suvning sathi h_n balandlikka qatariladi. Tekshirilayotgan A nuqtadagi bosim p_a idishdagi erkin sathdagi bosim bilan undagi suv ustunining bosimi yig'indisiga teng. Pyezometr orqali aniqlanganda u gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida qo'yidagicha aniqlanadi:

$$p_A = p_a + \gamma(h + h_n) \quad (3.1)$$

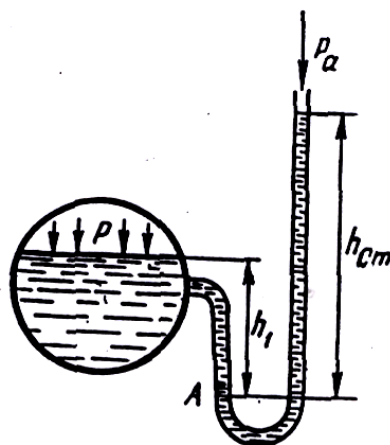
U holda pyezometrda suyuqlik erkin sathining balandligi bosim orqali qo'yidagncha ifodalanadi:

$$h + h_n = \frac{P_A - P_a}{\gamma} \quad (3.2)$$

va idishdagi chegirma bosimga to'g'ri keladigan suyuqlik ustunining balandligini ko'rsatadi. Bunday asboblarda 0,5 atidan yuqori bo'lmagan kichik chegirma bosimlarni o'lchashda ishlatiladi.



3.1-rasm. Pyezometr



3.2-rasm. U –simon manometr

Haqiqatda xaqiqatga teng bo'lgan bosim 10 m suv ustuning balandligiga teng bo'lgani uchun yuqori bosimlarni o'lchashda juda uzun shisha naychalar ishlatishga to'g'ri kelgan bular edi.

b) Suyuqlik U-simon manometrlari — bosim tekshirilayotgan suyuqlik bilan emas, simob ustuni yordamida o'lchanadi (3.2-rasm). Bu holda simobli shisha naycha idishga U-simon naycha orqali ulanadi. Bunda simobning bosimi o'lchanayotgan idishga oqib o'tishiga U - simon naychadagi qarshilik to'sqinlik qiladi. U holda A nuqtadagi bosim idish tomondagi qiymatlar orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$P_A = P_a + \gamma h_1 \quad (3.3)$$

Simobli naychadagi qiymatlari orqali esa

$$p_A = p_a + \gamma_{sm} \cdot h_{sm} \quad (3.4)$$

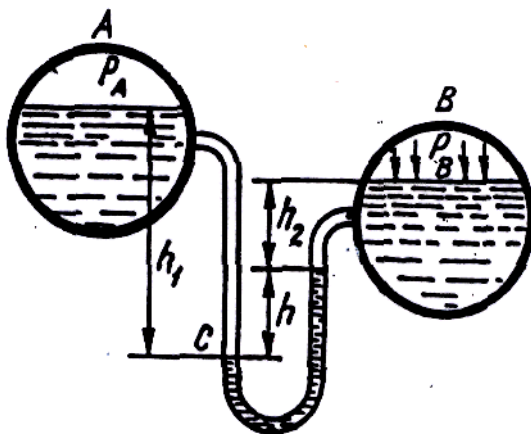
Bu ikki tenglikdan p ni topamiz:

$$p = p_a + \gamma_{sm} \cdot h_{sm} - \gamma h_1 \quad (3.5)$$

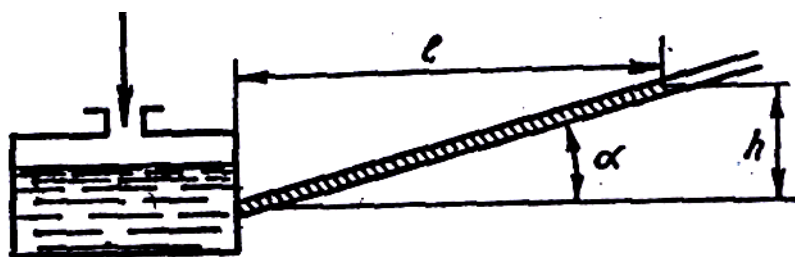
Bunday manometrlar ham bir necha atmosferadan ortiq bosimni o'lchashga yaramaydi.

v) *Differensial manometrlar* - ikki idishdagi bosimlar farqini o'lchash uchun ishlatiladi (3.3-rasm). Bosimlarni p_a va p_v ga teng bo'lgan ikki idish simobli U-simon naycha orqali tutashtirilgan. Bu holda S nuqtadagi bosim birinchi idishdan bosim orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$p_c = p_a + \gamma_1 h_1 \quad (3.6)$$



3.3- rasm. Differensial manometr.



3.4-рasm. Mikromanometr

Ikkinchi idishdagi bosim orqali esa

$$p_c = p_a + \gamma_1 h_2 + \gamma_{sm} \cdot h \quad (3.7)$$

U holda idishlardagi bosimlar farqi

$$p_a - p_v = \gamma_1 (h_2 + h_1) + \gamma_{sm} \cdot h \quad (3.8)$$

Ikki idishdagi suyuqliklar sathi teng bo'lganda esa $h_2 + h_1 = -h$ va

$$p_a - p_v = (\gamma_{sm} + \gamma_1) h \quad (3.9)$$

g) Mikromanometrlar — juda kichik bosimlarni o‘lchash uchun ishlatiladi va suyuqlik sathining o‘zgarishi sezilarli bo‘lishi uchun suyuqlik to‘ldirilgan idishga shisha naycha qiya burchak ostida ulanadi (3.4-rasm). U holda idishdagi chegirma bosim qo‘yidagicha aniqlanadi: $p = \gamma h$ bo‘lgani uchun

$$p = \gamma h \sin \alpha \quad (3.10)$$

shisha naychaning qiyalik burchagi α qancha kichik bo‘lsa, bosim shuncha aniq ulchanadi. Ko‘p hollarda manometr shisha naychasining qiyalik burchagini o‘zgaruvchan qilib ishlanadi. Bu holda mikromanometrlarning qo‘llanish chegarasi kengayadi.

d) Vakuummترلar. Tuzilishi xuddi-suyuqlik U-simon manometrlariga o‘xshash bo‘lib, idishdagi siyraklanish darajasini aniqlaydi (3.5-rasm). Hidrostatik bosim tenglamasiga asosan

$$p + \gamma_{sm} h_{sm} = p_a \quad (3.11)$$

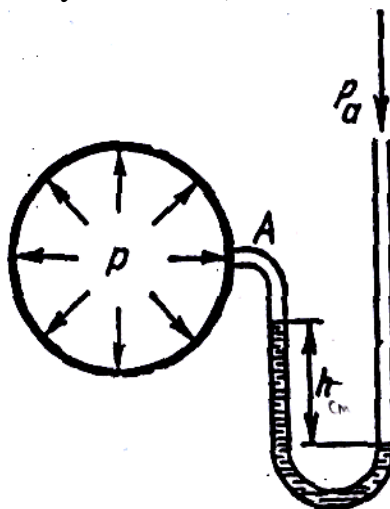
u holda

$$p = p_a - \gamma_{sm} h_{sm} \quad (3.12)$$

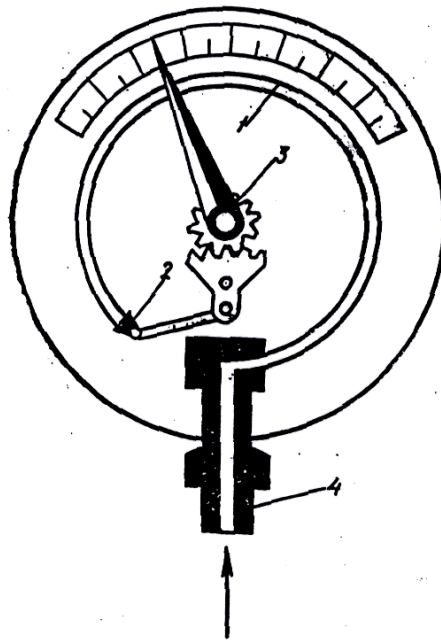
simob ustunining pasayishi idishdagi bosim va p_a orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$h_{sm} = \frac{p_a - p}{\gamma_{sm}} \quad (3.13)$$

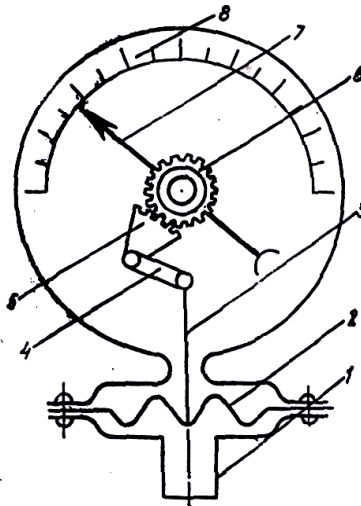
II. Mexanik asboblار (katta bosimlarni o‘lchash uchun ishlatiladi va buning uchun turli mexanik sistemalardan foydalaniladi).



3.5- rasm. Vakuummeter.



3.6-rasm. Prujinali manometr.



3.7-rasm. Membranali manometr.

a) Prujinali manometr (3.6-rasm) ichi bo'sh yupqa egik latun 1 naychadan iborat bo'lib, uning bir uchi kavsharlangan. Shu uchi zanjir 2 bilan tishli uzatma 3 ga ilashtirilgan bo'ladi.

Ikkinchi uchi esa bosimi ulchanishi zarur bo'lgan idishga bo'yin 4 orqali tutashtiriladi. Egik latun naycha havo bosimi ta'sirida to'g'rilanishga harakat qilib, tishli uzatma yordamida strelkaning burilishiga sabab bo'ladi. Bunday manometrlarda bosimni ko'rsatuvchi shkala bor.

b) Membranali manometr (3.7-rasm) — yupqa metall plastinka yoki rezina shimdirilgan materialdan tayyorlangan plastinkaga ega bo'lib, u membrana deyiladi. Suyuqlik bosimi idish bilan tutashtiruvchi bo'yincha orqali o'tib,

membranani egadi. Bu egilish natijasida richaglar sistemasi orqali strelka harakatga keladi va shkala bo'yicha surilib, bosimni ko'rsatadi.

Foydalanilgan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.П.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar "Gidravlika va gidravlik mashinalar" fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz

4. www.mvd.uz

4. Mavzu: **GIDRODINAMIKA. GIDRODINAMIKANING DIFFERENSIAL TENGLAMASI.**

MA`RUZA REJASI:

1. Gidradinamika. gidrodinamikaning asosiy masalasi.
2. Suyuqlik barqaror harakati uchun uzulmaslik (uzliksizlik) tenglamasi.
3. Ideal suyuqlik harakatining differensial tenglamasi

Tayanch soʻzlar: *tezlik maydoni, tekis va notekis harakat, oqim chizigʻi, oqim naychasi, uzilmaslik naychasi, tenglamasi, elementar oqimcha, ideal suyuqlik, zichlik.*

Gidravlikaning suyuqliklar harakat qonunlari va ularning harakatlanayotgan yoki harakatsiz qattiq jismlar bilan oʻzaro taʼsirini oʻrganuvchi boʻlimi gidrodinamika deyiladi.

Harakatlanayotgan suyuqlik vaqt va koordinaga boʻyicha oʻzgaruvchi turli parametrlarga ega boʻlgan harakatdagi moddiy nuqtalar toʻplamidan iborat. Odatda suyuqlikni oʻzi egallab turgan fazoni butunlay toʻldiruvchi tutash jism deb qaraladi. Bu degan soʻz tekshirilayotgan fazoning istalgan nuqtasini olsak, shu yerda suyuqlik zarrachasi mavjuddir. Gidrostatikada asosiy parametr bosim edi, gidrodinamikada esa bosim va tezlikdir.

Suyuqlik harakat qilayotgan fazoning har bir nuqtasida shu nuqtaga tegishli tezlik va bosim mavjud boʻlib, fazoning boshqa nuqtasiga oʻtsak, tezlik va bosim boshqa qiymatga ega boʻladi, yaʼni tezlik va bosim koordinatalar x, y, z ga bogʻliq. Nuqtadagi suyuq zarrachaga taʼsir qilayotgan bosim va tezlik vaqt oʻtishi bilan oʻzgarib borishini tabiatda kuzatish mumkin.

Tezlik va bosim maydonlari. Suyuqlik harakat qilayotgan fazoning har bir nuqtasida xayolan tezlik va bosim vektorlarini qoʻrib chiqsak, koʻrilayotgan harakatga mos keluvchi tezlik va bosim toʻplamlarini koʻz oldimizga keltira olamiz. Ana shu usul bilan tuzilgan tezlik toʻplami *tezlik maydoni* deyiladi. Shuningdek, bosim vektorlaridan iborat toʻplam *bosim maydoni* deb ataladi. Tezlik va bosim maydonlari vaqt oʻtishi bilan oʻzgarib boradi. Gidrostatikadagi kabi gidrodinamikada ham gidrodinamik bosimni p bilan belgilaymiz va uni sodda qilib bosim deb ataymiz. Tezlikni esa u bilan belgilaymiz. U holda tezlikning koordinata

oʻqlaridagi proyeksiyalari u_x, u_y, u_z boʻladi.

Yuqorida aytib o‘tilganga asosan suyuqlik parametrlari funksiya ko‘rinishida yoziladi

$$\begin{aligned} p &= f_1(x, y, z, t), \\ u &= f_2(x, y, z, t); \end{aligned} \tag{4.1}$$

tezlik proyeksiyalari ham funksiyalardir;

$$\begin{aligned} u_x &= f_3(x, y, z, t), \\ u_y &= f_4(x, y, z, t), \\ u_z &= f_5(x, y, z, t). \end{aligned}$$

Bu keltirilgan funksiyalarni aniqlash va ular o‘rtasidagi o‘zaro bog‘lanishni topish gidrodinamikaning asosiy masalasi hisoblanadi.

Harakat turlari. Harakat vaqtida suyuqlik oqayotgai fazoning har bir nuqtasida tezliq va bosim vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib tursa, bunday harakat *beqaror harakat* deyiladi. Tabiatda daryo va kanallardagi suvning harakatlari, texnikada trubalardagi suyuqlikning harakati va mexanizmlar qismlaridagi harakatlar asosan boshlanganda va ko‘p hollarda butun harakat davomida beqaror bo‘ladi. Agar suyuqlik oqayotgan fazoning har bir nuqtasida tezlik va bosim vaqt bo‘yicha o‘zgarmay faqat koordinatalarga bog‘liq, ya’ni

$$\begin{aligned} p &= f_{11}(x, y, z), \\ u &= f_{21}(x, y, z). \end{aligned} \tag{4.2}$$

bo‘lsa, u holda harakat *barqaror* deyiladi. Bu hol trubalarda va kanallarda suyuqlik ma’lum vaqt oqib turganidan keyin yuzaga kelishi mumkin. Barqaror harakat ikki tur bo‘lishi mumkin: *tekis va notekis harakatlar*. Suyuqlik zarrachasi harakat yo‘nalishi bo‘yicha vaqt o‘tishi bilan harakat fazosining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o‘tganda tezligi o‘zgarib borsa, harakat notekis harakat bo‘ladi. Notekis harakat vaqtida suyuqlik ichida bosim va boshqa gidravlik parametrlar o‘zgarib boradi. Notekis harakatni kesimi o‘zgarib borayotgan shisha trubada kuzatish juda qulaydir.

Bordi-yu suyuqlik zarrachasi harakat yo‘nalishi bo‘yicha vaqt o‘tishi bilan harakat fazosining bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga o‘tganda tezligini o‘zgartirmasa, bunday harakat tekis harakat deyiladi. Tekis harakat vaqtida suyuqlikniyag gidravlik parametrlari o‘zgarmaydi. Tekis harakatga kesimi o‘zgarmay digan trubalardagi suyuqlikning va qiyaligi bir xil kanallar dagi suv oqimi misol bo‘la oladi.

Suyuqlik oqimiga bosimning ta’siriga qarab bosimli va bosimsiz harakatlar bo‘ladi.

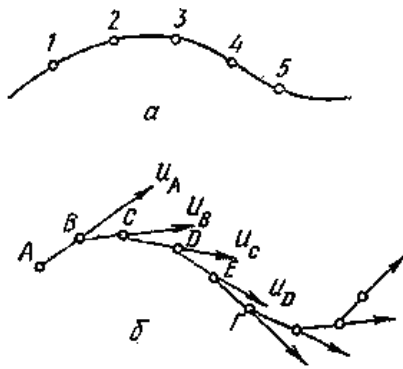
Bosim va og'irlik ta'sirida bo'ladigan harakatlar **bosimli harakat** deb ataladi. Bosimli harakat vaqtida suyuqlik har tomondan devorlar bilan o'ralgan bo'lib, erkin sirg bo'lmaydi (ya'ni suyuqlikning bosimi chiqib ketishiga hech qanday imkoniyat yo'q). Bunday harakatga bosimli idishdan trubaga o'tayotgan suyuqlik harakati misol bo'ladi.

Bosimsiz harakat vaqtida suyuqlik faqat og'irlik kuchi ta'sirida harakat qilib erkin sirtga ega bo'ladi. Bunday harakatga daryolardagi, kanallardagi suvning va trubalardagi to'lmasdan oqayotgan suyuqlikning harakatlari misol bo'la oladi. Bulardai tashqari, suyuqliklarning sekin o'zgaruvchan harakatlari haqida gapirish mumkin bo'lib, biz ular haqida to'xtalib o'tirmaymiz.

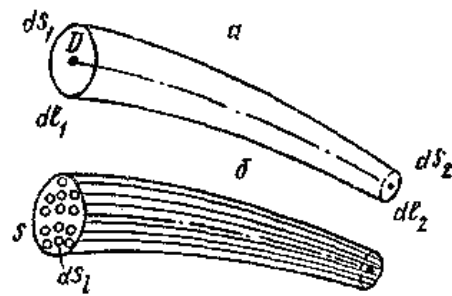
Odatda, biror voqea yoki hodisani tekshirishda uni butunligicha tekshirib bo'lmagani uchun biror soddalashtirilgan sxema qabul qilinadi va ana shu sxema tekshiriladi. Giaravlikada suyuqlik harakati qonuniyatlarining tabiatini eng yaxshi ifodalab beruvchi sxema suyuqlik oqimini elementar oqimchalardan iborat deb qarovchi sxema hisoblanadi. Buni gidravlikada "suyuqlik harakatining oqimchali modeli" deb ataladi. Bu model asosida oqim chizig'i, oqim naychasi va oqimcha tushunchalari yotadi.

a) Oqim chizig'i — suyuqlik harakat qilayotgan fazoda suyuqlikning biror zarrachasining harakatini kuzatsak, uning vaqt o'tishi bilan fazoda oldinma-keyin olgan holatlarini 1, 2, 3... (4.1- rasm, a) nuqtalar bilan ifodalash mumkin va bu nuqtalarda harakatdagi zarracha (4.1) va (4.2) ga asosan har xil tezlik va bosimlarga ega bo'ladi. Shu nuqtalarni o'zaro tutashtirsak, suyuqlik zarrachasining trayektoriyasi hosil bo'ladi.

Endi, suyuqlik zarrachasining tezligini kuzatamiz. Zarrachaning A nuqtadagi tezlik vektori u_A ni ko'rilayotgan vaqt uchun quramiz. Shu vektorning davomida kichik dl_1 masofadagi B nuqtada harakatdagi suyuqlik zarrachasining B nuqtaga tegishli tezlik vektori u_B ni quramiz. Hosil bo'lgan yangi vektorning davomida kichik dl_2 masofadagi C nuqtada shu nuqtaga tegishli zarracha tezligining vektori u_c ni quramiz, u_c vektorining davomida dl_3 masofadagi D nuqtada shu nuqtaga tegishli zarracha tezligining u_D vektorini quramiz va h. k. Natijada ABCDE (4.1- rasm, b) siniq chiziqni hosil qilamiz. Agar dl_1 dl_2 dl_3 larni cheksiz kichraytirib borib, nolga intiltirsak, ABCDE o'rnida biror egri chiziqni olamiz. Bu egri chiziq **oqim chizig'i** deb ataladi.



4.1-rasm. Oqim chizig'ini tushuntirishga oid chizma.



4.2-rasm. Oqim naychasi. Elementar oqimcha va oqim.

Demak, suyuqlik harakatlanayotgan fazoda olingan va berilgan vaqtda har bir nuqtasida unga o'tkazilgan urunma shu nuqtaga tegishli tezlik vektori yo'nalishiga mos keluvchi egri chiziq oqim chizig'i deb ataladi. Beqaror harakat vaqtida tezlik va uning yo'nalishi vaqt davomida o'zgarib turgani uchun trayektoriya bilan oqim chizig'i bir xil bo'lmaydi. Barqaror harakat vaqtida esa tezlik vektorining nuqtalardagi holati vaqt o'tishi bilan o'zgarmagani uchun trayektoriya bilan oqim chizig'i ustma-ust tushadi.

Oqim naychasi va elementar oqimcha. Endi, suyuqlik harakatlanayotgan sohada biror D nuqta olib, shu nuqta atrofida cheksiz kichik dl kontur olamiz va shu konturning har bir nuqtasidan oqim chizig'i o'tkazamiz. U holda oqim chiziqlari **oqim naychasi** deb ataluvchi naycha hosil qiladi (4.2 -rasm, a). Oqim naychasi ichida oqayotgan suyuqlik oqimi **elementar oqimcha** deb ataladi. Elementar oqimchalar barqaror harakat vaqtida quyidagi xususiyatlarga ega

1. Oqim chiziqlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmagani uchun ulardan tashkil topgan elementar oqimcha o'z shaklini o'zgartirmaydi.

2. Bir oqimchada oqayotgan suyuqlik zarrachasi boshqa yonma-yon oqimchalarga o'ta olmaydi. Shuning uchun elementar oqimchalarning yon sirti oqimcha ichidagi zarrachalar uchun ham, tashqaridagi zarrachalar uchun ham o'tkazmas sirt bo'ladi.

3. Elementar oqimcha ko'ndalang kesimi cheksiz kichik bo'lgani uchun bu kesimdagi barcha nuqtalarda suyuqlik zarrachalarining tezligi o'zgarmasdir.

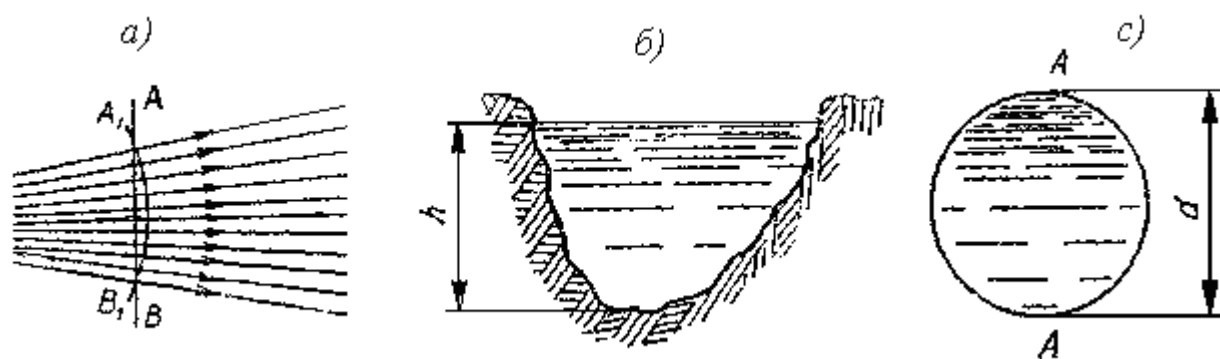
Endi biror S yuza olib, uni cheksiz ko'p ds_1, ds_2, ds_3 elementar yuzalarga ajratish mumkin (4.2 -rasm, b). Shuning uchun yuzadan oqib o'tayotgan suyuqlik oqmasi cheksiz ko'p elementar oqimchalardan tashkil topgan bo'ladi va har bir elementar oqimchada suyuqlik tezligi boshqa elementar oqimchalardagidan farq qiladi.

Oqimning asosiy gidravlik elementlari .

Suyuqlik oqimini tekshirishda oqish qonunlarini matematik ifodalash uchun uni gidravlik va geometrik nuqtai nazardan xarakterlovchi; 1) harakat kesimi; 2) suyuqlik sarfi; 3) o'rtacha tezlik; 4) ho'llangan perimetr; 5) gidravlik radius kabi tushunchalar kiritiladi.

Harakat kesimi deb shunday sirtga aytiladiki, uning har bir nuqtasida oqim chizig'i normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Umumiy holda harakat kesimi egri sirt bo'lib (4.3- rasm *a*), parallel oqimchali harakatlar uchun tekislikning bo'lagidan iborat (ya'ni tekis sirt) (4.3-rasm, *b, s*).

Masalan, radial tarqalayotgan suyuqlik oqimi uchun harakat kesimi sferik sirt bo'lsa (4.3-rasm, *a*) o'zanda va trubada harakat qilayotgan oqmaning harakat kesimi tekis sirt (4.3- rasm, *b, c*).



4.3- rasm. Harakat kesimiga oid chizma.

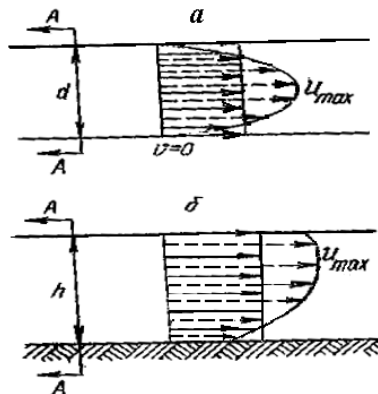
Shunga asosan parallel oqimchali harakatga ega bo'lgan oqimlarning harakat kesimi uchun quyidagicha ta'rif berish mumkin: **oqimning umumiy oqim yo'nalishiga normal bo'lgan ko'ndalang kesimi harakat kesimi deb ataladi**. Oqim harakat kesimining yuzi yu ω harfi bilan belgilanadi.

Vaqt birligida oqimning berilgan harakat kesimi orqali oqib o'tayotgan suyuqlik miqdori **suyuqlik sarfi** deb ataladi. Sarf Q harfi bilan belgilanadi va l/s, m³/s, sm³/s larda o'lchanadi. Elementar yuz bo'yicha sarfni dq bilan, birlik yuz bo'yicha sarfni q bilan belgilanadi. 4-rasmda trubadagi (*a*) va kanaldagi (*a'*) oqimlar uchun tezlik epyuralari keltirilgan. Tezlik suyuqlik oqayotgan idish devorlarida nolga teng bo'lib, devordan uzoqlashgan sari kattalashib borishi rasmdan ko'rinib turibdi. Trubada tezlikning eng katta qiymati uning o'rtasida bo'lsa, kanalda erkin sirtga yaqin yerda bo'ladi. Ixtiyoriy elementar oqimcha uchun elementar sarf $dQ = u \cdot d\omega$ ga teng. Oqim cheksiz ko'p elementar oqimchalardan tashkil topgani uchun elementar sarflarning yig'indisi, ya'ni butun oqimning sarfi integral ko'rinishda ifodalanadi:

$$Q = \int_{\omega} u \cdot d\omega, \quad (4.3)$$

bu yerda ω — harakat kesimi; $d\omega$ — harakat kesimining elementar oqimchaga tegishli bo‘lagi.

Suyuqlik zarrachalarining hammasi bir xil tezlik bilan harakatlanganda bo‘ladigan sarf, haqiqiy harakat vaqtidagi sarfga teng bo‘ladigan tezlik *o‘rtacha tezlik* deb ataladi. 4.4-rasm,



4.4-rasm. Suyuqlik sarfi va o‘rtacha tezlikka doir chizma.

\dot{a} , \dot{a} larda haqiqiy tezlik epyurasi punktir chiziq bilan chizilib, punktirli strelkalarining uchini birlashtiradi. O‘rtacha tezlik epyurasi tutash chiziqlar bilan chizilgan bo‘lib, tutash strelkalar uchini birlashtiradi. O‘rtacha tezlik U harfi bilan belgilanadi va sarfni harakat kesimiga bo‘lish yo‘li bilan topiladi:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{\int u d\omega}{\omega}$$

(4.4)

Bunda suyuqlik sarfi o‘rtacha tezlik orqali quydagicha ifodalanadi:

$$Q = v \cdot \omega. \quad (4.5)$$

oqma ko‘ndalang kesimini (erkin sirtini hisobga olmaganda) uni chegaralovchi devorlar bilan tutashtiruvchi chiziq perimetri *ho‘llangan perimetr* deb ataladi. Oqim ko‘ndalang kesimning ho‘llanmagan qismi ho‘llangan perimetrga kirmaydi va uni hisoblashda chiqarib tashlanadi. Ho‘llangan perimetr χ harfi bilan belgilanadi. Turli shakldagi nov(kanal)lar va turbalar uchun ho‘llangan perimetr turlicha hisoblanadi: Masalan to‘g‘ri to‘rtburchak nov uchun

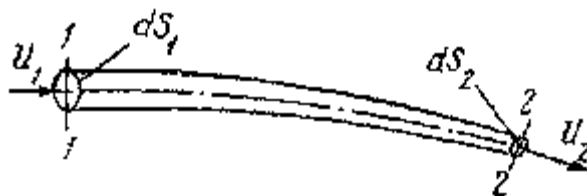
$$\chi = 2h + b. \quad (4.6)$$

Bu yerda h -suyuqlik chuqurligi; b -nov (kanal)ning kengligi;

Suyuqlikning barqaror harakati uchun uzilmaslik tenglamasi.

Yuqorida aytib o‘tilganidek, gidravlikada suyuqliklar tutash muhitlar deb qaraladi (ya’ni harakat fazosining istalgan nuqtasida suyuqlik zarrachasini topish mumkin). Elementar oqimcha va oqim uchun uzilmaslik tenglamasi suyuqlikning tutash oqimi (ya’ni har bir harakatdagi zarrachaning oldida va ketida cheksiz yaqin masofada albatta yana biror zarracha mavjudligi) ning matematik ifodasi bo‘lib xizmat qiladi. Suyuqlikning barqaror harakatini ko‘ramiz.

Elementar oqimcha uchun uzilmaslik tenglamasini chiqaramiz. Oqimda harakat o‘qi 1—1 bo‘lgan elementar oqimcha olamiz va uning 1—1 va 2—2 kesimlari orasidagi bo‘lagini tekshiramiz (5-rasm), 1—1 kesimdagi yuza ds_1 , tezlik u_1 2—2 kesimdagi yuza ds_2 , tezlik u_2 bo‘lsin va bu kesimlarda tegishli elementar sarflar $q_1 = u_1 ds_1$ va $q_2 = u_2 ds_2$ ga teng bo‘lsin.



4.5- rasm. Elementar oqimcha uchun uzilmaslik tenglamasini chiqarishga oid chizma.

Bu holda 1—1 va 2—2 kesimlar orqali o‘tuvchi elementar sarflar teng bo‘ladi:

$$q_1 = q_2. \quad (4.7)$$

Buni isbotlash uchun quyidagi ikki holni ko‘ramiz: 1) $q_1 > q_2$ bo‘lsin. Bu holda 1—1 va 2—2 kesimlar o‘rtasida suyuqlik to‘planishi yoki elementar oqimcha devorlari orqali tashqariga chiqishi mumkin degan xulosa chiqadi. Biroq yuqorida aytilganidek, elementar oqimcha devorlaridan suyuqlik o‘tmaydi va uning ko‘ndalang kesimlari o‘tkazmasdir.

Demak, bunday taxmin noto‘g‘ri ekanligi ko‘rinib turibdi.

2) $q_1 < q_2$ bo‘lsin. Bu holda 1—1 va 2—2 kesimlari orasida qayerdandir suyuqlik qo‘shilib turishi yoki elementar oqimcha devorlari orqali ichkariga o‘tib turishi kerak. Yuqoridagiga asosan bunday taxmin ham soto‘g‘ri ekanligi ko‘rinadi. Shunday qilib, (4.7) tenglik to‘g‘ri ekanligi isbotlandi.

Elementar sarflar tengligidan quyidagi kelib chiqadi:

$$u_1 ds_1 = u_2 ds_2. \quad (4.8)$$

1—1 va 2—2 kesimlar ixtiyoriy tanlab olinganligi uchun elementar oqimchanning xohlagan kesimi uchun elementar sarf teng bo‘ladi, ya’ni

$$u_1 ds_1 = u_2 ds_2 = u_3 ds_3 = \dots = u_n ds_n = const.$$

(4.8) tenglama elementar oqimcha uchun uzilmaslik tenglamasi deb ataladi. Bu tenglamadan ko‘rinib turibdiki, elementar oqimchanning barcha kesimlarida elementar sarf bir xildir. (4.8) tenglamani quyidagicha yozish mumkin

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{ds_2}{ds_1} \quad (4.9)$$

Bundan elementar oqimchanning ixtiyoriy ikkita kesimidagi tezliklar bu kesimlar yuzasiga teskari proporsional ekanligi kelib chiqadi.

Oqim uchun uzilmaslik tenglamasini chiqaramiz. Buning uchun elementar oqimcha uchun olingan uzilmaslik tenglamasidan foydalanamiz. Oqim sarfi cheksiz ko‘p oqimchalar sarfining yig‘indisidan iborat ekanligini (4.2-rasm) nazarga olib, (8) tenglamaning chap va o‘ng qismini S_1 va S_2 yuzalar bo‘yicha olingan integrallar bilan almashtiramiz

$$\int_{S_1} u_1 ds_1 = \int_{S_2} u_2 ds_2$$

(4.3) tenglamaga asosan

$$\int_{S_1} u_1 ds_1 = v_1 S_1; \int_{S_2} u_2 ds_2 = v_2 S_2$$

bo‘ladi. Shuning uchun

$$v_1 S_1 = v_2 S_2. \quad (4.10)$$

Tanlab olingan 1 — 1 va 2 — 2 kesimlar ixtiyoriy bo‘lgani uchun

$$v_1 S_1 = v_2 S_2 = v_3 S_3 = \dots = v_n S_n = const$$

Bu oqim uchun uzilmaslik tenglamasidir. Undan ko‘rinadiki, oqimning yo‘nalishi bo‘yicha ko‘ndalang kesimlarning yuzasi va tezligi o‘zgarib borishi mumkin. Lekin sarf o‘zgarmaydi. (4.10) tenglamani quyidagicha ta’riflash va yozish mumkin, ya’ni *oqimning kesimlaridagi o‘rtacha tezliklar tegishli kesimlarning yuzalariga teskari proporsionaldir*:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{S_2}{S_1} \quad (4.11)$$

Ideal suyuqlikning harakatining differensial tenglamasi. Zichligi ρ ga teng bo‘lgan qovushoqligi bo‘lmagan harakatdagi suyuqlikni qaraymiz.

Suyuqlikdan qirralari dx, dy, dz bo'lgan elementar parallelepiped ajratamiz (4.4-rasm.)

Parallelepipedning qirralari OX, OY va OZ koordinata o'qlariga paralleldir. Parallelepipedning hajmidagi $\rho dx dy dz$ suyuqlik massasiga masali kuchlar va ta'sir etuvchi kuchlar ta'sir qiladi.

Ajratilgan massaning harakat tenglamasini koordinata o'qlarida proeksiyalari ko'rinishida tuzamiz.

Parallelepipeddagi suyuqlik massasiga uni massa markazi harakat tezlanishining OX o'qiga proeksiyasi ko'paytmasi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\rho dx dy dz \frac{du_x}{dt} \quad (4.12)$$

Bu yerda u_x - massa markazining X yunalishidagi tezligi.

Ajratilgan suyuqlik massasiga ta'sir etuvchi massali kuchning OX o'qidagi proeksiyasi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\phi_x \cdot \rho \cdot dx dy dz \quad (4.13)$$

Bu yerda ϕ_x -suyuqlikning birlik massasiga ta'sir etuvchi solishtirma hajmiy kuchning OX o'qidagi proeksiyasi/

Bosim kuchini OX o'qidagi proeksiyasini yozish uchun, tutash suyuq muhitida bosim, suyuqlik nuqta koordinatalari va vaqt funksiyasi ekanligi e'tiborga olishimiz kerak bo'ladi, yani,

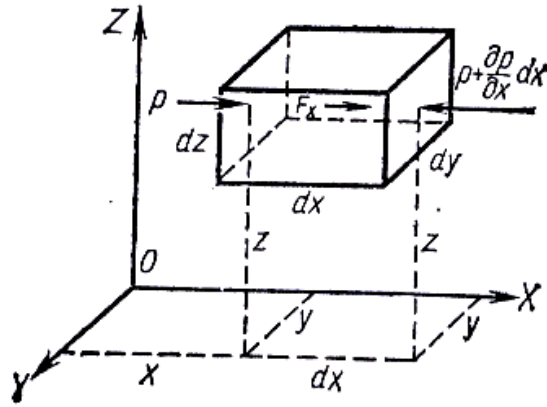
$$\rho = f(x, y, z, t) \quad (4.14)$$

Parallelepipedning chap vertikal tomonidan ta'sir qiluvchi va koordinatasi x, y, z bo'lgan nuqtadagi bosimni ρ bilan belgilaymiz. O'ng tomonidan koordinatalari $(x + dx, y, z)$ bo'lgan nuqtaga ta'sir qiluvchi bosimni

$\rho + \frac{dp}{dx} dx$ bilan belgilaymiz.

Bosimlar farqi $-\frac{dp}{dx} dx$ har qanday olingan juft tomonlaridagi y va z

koordinatalardan iborat nuqtalarda bir xil bo'ladi va natijalovchi bosim kuchining OX o'qidagi proeksiyasi quyidagiga teng bo'ladi.



4.4-rasm.

$$-\frac{dp}{dx} dx dy dz \quad (4.15)$$

Suyuqlik harakat qilgan vaqtda ta'sir qiluvchi kuchlar proeksiyalarining algebraik yig'indisi zarracha massasiga yni harakat tezlanishi proeksiyasi $\frac{du_x}{dt}$ ko'paytmasini harakterlovchi inersiya kuchi proeksiyasiga teng bo'lishi lozim bo'ladi. Yuqoridagi zikr qilinganlarni e'tiborga olib (4.12) (4.13) va (4.15) dan foydalangan holda Ox yunalishida harakat tenglamasini yozamiz.

$$\phi_x \cdot \rho \cdot dx dy dz - \frac{dp}{dx} dx dy dz = \rho dx dy dz \frac{du_x}{dt} \quad (4.16)$$

(4.16) munosabatni $\rho dx dy dz$ massaga bo'lib quyudagiga ega bo'lamiz.

$$\phi_x - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} = \frac{du_x}{dt} \quad (4.17)$$

Xuddi shu yo'l bilan harakat tenglamasini Oy va Oz yunalishlaridagi proeksiyalari uchun quyidagilarni olamiz.

$$\phi_y - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dy} = \frac{du_y}{dt} \quad (4.18)$$

$$\phi_z - \frac{1}{\rho} \frac{dp}{dz} = \frac{du_z}{dt} \quad (4.19)$$

Bu (4.17) (4.18) va (4.19) tenglamalar sistemasiga ideal (qovushqoqligi bo'lmagan) suyuqlik harakatining differensial tenglamasi deyiladi. Bu differensial

tenglamalar birinchi marotaba 1755 yilda Peterburg Akademiyasining haqiqiy a'zosi L. Eyler tomonidan suyuqliklar harakatini tekshirish uchun taklif qilingan bo'lib, Eyler tenglamasi deb yuritiladi.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar "Gidravlika va gidravlik mashinalar" fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

5. Mavzu: LAMINAR VA TURBULENT XARAKAT.

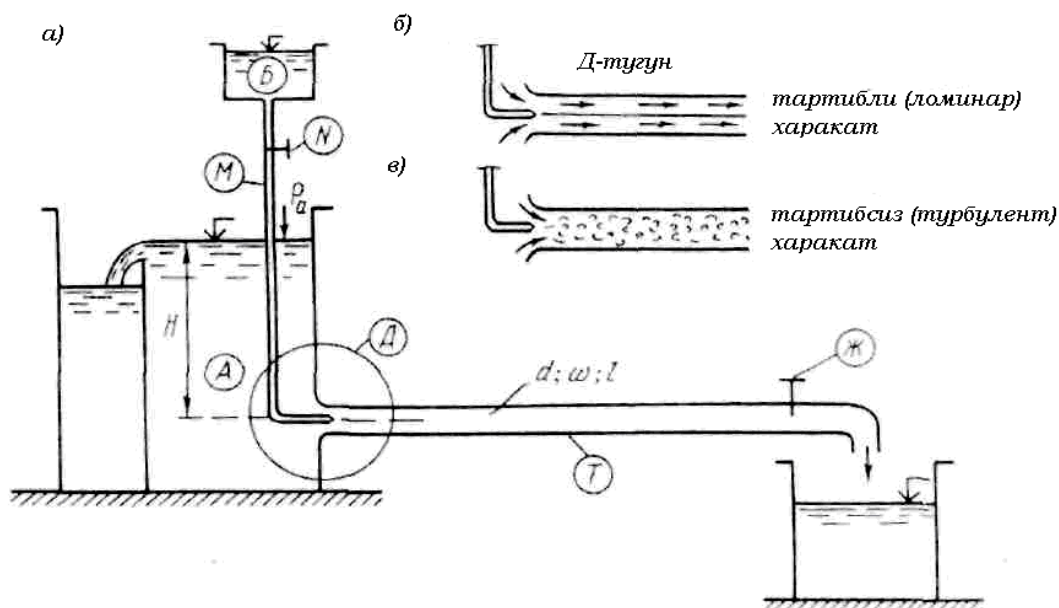
MA'RUZA REJASI:

1. Reynolds tarjibalari.
2. Reynolds soni va uning kritik miqdori.
3. Silindrik trubalar uchun olingan Reynoldsning kritik qiymatini konfuzorli va diffuzorli truba uchastkalari kritik qiymatlari bilan taqqoslash.
4. Reynolds sonini fizikaviy ma'nosi.

Tayanch so'zlar: *Laminar va turbulent harakat; kritik tezlik; yuqori va pastki kritik tezliklar; inersiya va ishqalanish kuchlari; tezliklar zonasi; nomustahkam zona.*

Gidravlik ishqalanishni tajribada o'rganish natijalari shuni ko'rsatdiki, suyuqlik oqimi paytida yo'qotilgan napor (energiya), shu oqim qanday tartibda (laminar yoki turbulentmi) harakatlanishiga bog'liq. Laminar harakatda suyuqlik qatlam-qatlam bo'lib oqib, shu suyuqlik zarrachalari bosib o'tgan yo'llarining izlari bir-biriga nisbatan parallel bo'ladi. Laminar so'zi lotin tilidan olingan bo'lib, lamina — qatlam ma'nosini (5.1a, 5.1b- rasmlar) anglatadi. Tabiatda suyuqlik oqimining laminar harakati, asosan, yer osti suyuqliklari harakatida, ingichka kapillyar naychalar ichidagi suyuqlik harakatida va katta qovushoqlikka ega bo'lgan suyuqliklar, masalan, neft, vazelin va har xil yog'lar harakatida uchraydi. Turbulent harakat deb, suyuqlik oqimi qatlam-qatlam bo'lib oqishi buzilib, shu suyuqlik zarrachalari bosib o'tgan yo'llarining izlari juda murakkab shaklda bo'lib, bir-biriga chalkashib o'ralib ketadigan harakatga aytiladi. Turbulent so'zi lotin tilidan olingan bo'lib, turbulentus — tartibsiz degan ma'noni bildiradi (5.1a, 5.1b- rasmlar).

Tabiatdagi barcha suyuqlik harakati asosan turbulent holatda bo'ladi. Suyuqlik oqimining laminar va turbulent harakatini birinchi marta rus olimi D. I. Mendeleev 1880 yilda aytib o'tgan. Keyinchalik D. I. Mendeleevning fikrini ingliz fizigi O. Reynolds tajribada 1883 yili tasdiqladi. O. Reynolds birinchi bo'lib shu harakat tartiblarining xossalarini tajribada tushuntirib berdi. Suyuqlikning harakat tartibini aniqlovchi shartning fizik xarakteristikalarini nazariy va tajribaviy usullar yordamida ishlab chiqdi.

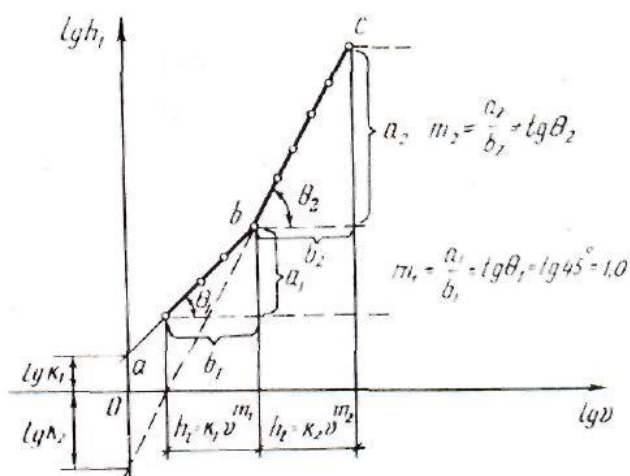


5.1 –rasm.

O. Reynolds tajribalari. O. Reynolds suyuqlikning harakat tartibini tajribada o'rganish uchun maxsus qurilma ishlab chiqqan va bu qurilma O. Reynolds qurilmasi deb ataldi (5.1a- rasm). Qurilmada A idishga T quvur ulangan bo'lib, bu quvur shishadan*) yasalgan, uning oxirida J jo'mrak o'rnatilgan. A idishning ustida kichkina B idishcha joylashgan, bu idishdan M naychasi yordamida T quvurning kirish qismi orqali boyoq yuboriladi, boyoqning solishtirma og'irligi suvning solishtirma og'irligi bilan bir xil. T quvurning oxiridagi J jo'mrakni ochish va yopish bilan T quvurda oqimning harakat v tezligi va Q suyuqlik sarfi o'zgartiriladi. Endi tajriba o'tkazish usuliga o'tsak, u quyidagicha: shishadan yasalgan T quvurda harakat qilayotgan suyuqlik oqimiga M naycha orqali boyoq yuboraylik. Bu paytda boyoq T quvurda harakatlanayotgan suyuqlik oqimi ichida, shu suyuqlik bilan aralashmasdan oqim zarrachalarining harakatlanayotgan chizig'idek alohida harakatlansa (5.1b- rasm), bunday harakat laminar harakat deb ataladi. Boyoq shu suyuqlik bilan aralashib, oqim ichidagi boyoq chizig'i ko'rinmay ketsa, bunday harakat turbulent harakat deb ataladi (5.1v- rasm). Agar shisha quvurdagi J jo'mrakni asta ochsak, A idishdan suyuqlik oqib chiqib boshlaydi. T quvurda uning ko'ndalang kesimi bo'yicha qandaydir o'rtacha v tezlik paydo bo'ladi, bu paytda suv sarfiga va quvurning ko'ndalang kesimiga tegishli A idishda suv sathi o'zgarmas, ya'ni $N = \text{const}$ bo'lishi kerak.

Bundan ko'rinadiki, boyoq atrofdagi suyuqliklar bilan aralashmagan holda harakat qilyapti. Boshlanishda shunday xayolga kelamizki, shu boyoqdan hosil bo'lgan oqim chizig'i (elementar oqim naychasi) xuddi shu T quvurning ichida

qotib qolgandek tuyuladi (5.1 b- rasm). Bunday harakat laminar harakat deb ataladi. Agar shu tartibda T quvurdagi suyuqlik ichida boyoqdan tag'in bir necha elementar oqim naychalarini tashkil etsak, unda ular bo'lak-bo'lak elementar oqim naychasi shaklida atrofdagi suyuqlik massalari bilan aralashmasdan, alohida harakat qiladi. Shunday qilib T shisha quvurda hamma suyuqlik bo'lak-bo'lak va qavatma-qavat holda bir-biri bilan va atrofdagi boshqa suyuqliklar bilan aralashmasdan o'z holicha harakat qilaveradi, unda oqim chizig'i to'g'ri chiziqli shaklda bo'lib, uzunligi boyicha o'zgarmaydi. Agar J jumrakni yana ozgina ochsak, unda v tezlik va Q suv sarfi ko'payadi. Boshlanishda sifat jihatidan bu hodisa hech o'zgarmaydi. Oldingidek bo'lgan oqim naychasi atrofdagi suyuqliklar bilan aralashmasdan o'z holicha harakat qilaveradi. Ammo shu jo'mrakni ochishda davom ettirib boraversak, birdan qandaydir bir elementar vaqt ichida boyalgan oqim naychasi qiyshaya boshlaydi, shunda oqim chizig'i ilon izi bo'lib qoladi. Elementar oqim naychasi esa tebrana boshlaydi. Bu hodisa faqat fazoda ixtiyoriy nuqtadagi vektor tezligining vaqt o'tishi bilan to'xtamasdan o'zgargani sababli roy berishi mumkin. Shu tezliklar beto'xtov o'zgarishlarining kuchayishi natijasida boyalgan elementar oqim naychasi atrofidagi suyuqlik massasi bilan aralasha boshlaydi va oqim chiziqlari juda ham kichik vaqt ichida o'z shaklini yo'qotib, butun T quvurdagi oqimning ko'ndalang kesimi boyicha mayda girdobchalar ko'rinishiga aylanib ketadilar va tartibli va tartibsiz ravishda harakatlana boshlaydilar (5.1 v-rasm). Bunday harakat turbulent harakat deb ataladi. Agar shu yuqorida o'tkazilgan tajribani teskari yo'nalishda takrorlasak, ya'ni J jo'mrakni (u to'liq ochilganidan keyin) sekin-asta berkita boshlasak, u holda turbulent harakatdan laminar harakatga o'tish laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishga qaraganda ancha kichik tezlikda ta'minlanadi. Shunday qilib «o'tish zonasi» vujudga keladi.



5.2-rasm.

Bu «o'tish zonasida» tartib xarakteri mustahkam emas va biror kutilmagan omil ta'sirida laminar harakat turbulentga o'tishi yoki turbulent harakat laminarga o'tishi mumkin. Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, suyuqlik oqimining harakati paytida yo'qotilgan napor harakat tartibining tezliklariga bog'liq ekan. Bunday tajribalar natijalarini chizmada ko'rsatish maqsadida quyidagi bog'lanish grafigini qarab chiqamiz (5.2 - rasm):

$$\lg h_f = f(\lg \vartheta) \quad (5.1)$$

5.2-rasmda ordinata o'qiga, $\lg h_f$ abstsissa o'qiga lgv miqdorlarini qoyib chiqsak, chizmada bir-biri bilan kesishuvchi ikkita to'g'ri chiziq hosil bo'ladi. Bunday to'g'ri chiziqning tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\lg h_f = \lg k + m \lg \vartheta \quad (5.2)$$

Bu yerda $m = \operatorname{tg} \theta$; θ — ab va bs to'g'ri chiziqning abstsissa o'qi bilan tashkil etgan burchak. (5.2) tenglamadan

$$h_f = k \vartheta^m \quad (5.3)$$

bu yerda k — o'zanning o'lchamlarini va suyuqlikning harakat turlarini ifodalovchi koeffitsient; t — daraja ko'rsatkich, suyuqlik oqimining o'rtacha tezligini yo'qotilgan napor (solishtirma energiya)ga ta'sirini ifodalaydi. $\lg h_f = f(\lg \vartheta)$ grafiglan (5.2-rasm) quyidagi xulosani olamiz:

1) ab to'g'ri chiziq suyuqlikning laminar harakatini ifodalaydi; ab to'g'ri chiziq abstsissa o'qi bilan $\theta_1 = 45^\circ$ burchakni tashkil etadi. U holda $m = \operatorname{tg} \theta_1 = \operatorname{tg} 45^\circ = 1,0$ ga teng; laminar harakatda o'zanning uzunligi boyicha h_1 yo'qotilgan napor oqim tezligining birinni darajali ko'rsatkichiga to'g'ri proporsional, ya'ni $h_1 = k_1 \vartheta^m$ bu yerda $t=1$

2) bs to'g'ri chizig'i suyuqlikning turbulent harakatini ifodalaydi; bc to'g'ri chizig'i absissa o'qi bilan $\theta_2 (\theta_2 > 45^\circ)$ burchakni tashkil etadi; (5.3) formulada $t \gg 1$; turbulent harakatda oqimning uzunligi boyina yo'qotilgan napor h_1 ϑ tezlikning t daraja ko'rsatkichiga to'g'ri proporsional, ya'ni $h_1 = k_2 \vartheta^m$ bu yerda $t=1,75 \div 2,0$.

O.Reynolds soni va uning kritik miqdori. Yuqorida ko'rsatilganidek, suyuqlikning harakat tartibi undagi oqimning uzunligi boyicha yo'qotilgan napor (energiya)ga ta'sir etadi. Tajribalardan ma'lumki, suyuqlikning harakat tartiblari

suyuqlikning μ qovushoqligiga, uning ρ zichligiga, oqimning ko'ndalang kesimi boyicha o'rtacha g tezligiga va o'zanning geometrik o'lchamlari l ga bog'liq. Bu yerda l o'zanning geometrik o'lchamlari deb, o'zanning (yoki oqimning) biror xarakterli geometrik elementi, masalan, doiraviy quvur uchun — uning D diametri, ochiq o'zan uchun suyuqlik oqimining h chuqurligi yoki uning R gidravlik radiusi qabul qilingan. Oqimning harakat tartibini xarakterlovchi, o'lcham birligiga ega bo'lmagan, to'rtta μ, ρ, g, l parametrdan tashkil etilgan kompleks son aniqlangan. Shu to'rtta parametrning bir-biriga bog'liqligidan shunday o'lcham birligiga ega bo'lmagan hamda suyuqlik harakati qonunidagi biror ma'noni tushuntiradigan bir kompleks son tuzish kerak. Bunday kompleks son quyidagicha yoziladi.

$$\frac{gl}{\mu/\rho} \quad (5.4)$$

bunda $\frac{\mu}{\rho} = \nu$ — kinematik qovushoqlik koeffitsienti, uni (5.14) tenglamaga qoysak, u holda kompleks son quyidagi kurinishda bo'ladi

$$\frac{\nu l}{\nu} \quad (5.5)$$

Yuqorida bajarilgai tajribalar va tajriba o'tkazilgan qurilma hamda (5.5) kompleks son O. Reynolds tomonidan ixtiro etilgan. Shuninguchun u son O. Reynolds soni deyiladi va O. Reynolds nomining birinchi ikki harfi bilan belgilanadi

$$Re = \frac{gl}{\nu} \quad (5.6)$$

bu yerda l o'rniga qanday mikdor olinganiga qarab Re belgiga tegishli indeks qoyiladi. Masalan, l o'rniga quvurda uning D diametri qabul etilsa

$$Re_D = \frac{gD}{\nu} \quad (5.7)$$

agar gidravlik radius $R = \frac{\omega}{\chi}$ qabul etilsa

$$Re_R = \frac{gR}{\nu} \quad (5.8)$$

ochiq o'zanlarda suvning h chuqurligi qabul etilsa

$$Re_h = \frac{gh}{\nu} \quad (5.9)$$

va hokazo.

Shuni eslatib o'tish kerakki, faqat quvurdagi suyuqlik oqimi harakatini gidravlik hisoblashda O. Reynolds sonining Re belgisida D indeksi qoyilmasdan yozilishi mumkin.

$$Re = \frac{\rho D v}{\mu} \quad (5.10)$$

Quvurdan boshqa har xil o'zanlar uchun Re belgisida tegishli indekslar qoyiladi. Suyuqlikning harakatini doiraviy gidravlik silliq quvurlarda o'rganish natijasida o'rnatilgan O. Reynolds sonining qiymati $Re \leq 2320$ bo'lsa, u holda suyuqlik harakati mutlaqo laminar harakat bo'ladi. Ochiq o'zanlar uchun esa O. Reynolds soni $Re \leq 580$ bo'lganda suyuqlik oqimining harakati laminar bo'ladi. Buni isbotlash uchun quvurning D diametrini uning R gidravlik radiusi bilan almashtirsak kifoye. Masalan,

$$Re_D = \frac{\rho D v}{\mu} = \frac{\rho (4R) v}{\mu} = 4 \frac{\rho R v}{\mu} = 4 Re_R$$

$$Re_D = 4 Re_R = 2320 \quad \text{unda} \quad Re_R = \frac{1}{4} Re_D = \frac{2320}{4} = 580 \quad \text{Bu} \quad Re_D = 2320 \quad \text{soni}$$

O. Reynoldsning kritik soni deb ataladi va $(Re_D)_{kp}$ shartli belgi bilan belgilanadi

$$(Re_D)_{kr} = \frac{\rho_{kr} D}{\mu} \quad (5.11)$$

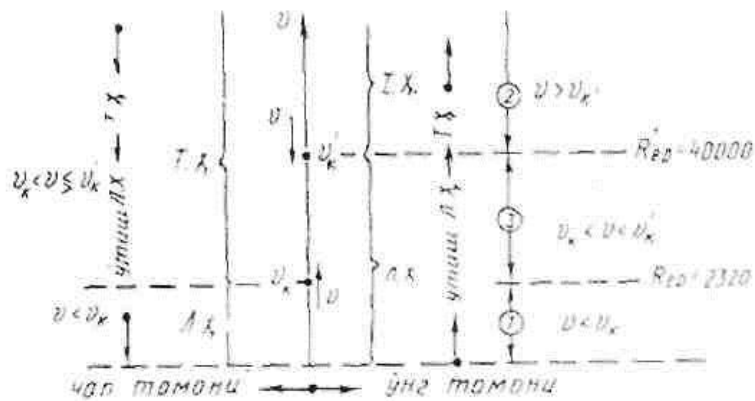
Shu kritik holga tegishli oqimning o'rtana tezligi kritik tezlik deb ataladi

$$v_{kr} = \frac{(Re_D)_{kr} \cdot \mu}{\rho D} \quad (5.12)$$

Yangi tushuncha kiritamiz:

1. agar $Re_D < (Re_D)_{kr} = 2320$ bo'lsa, harakat laminar bo'lishi shart;
2. agar $Re_D > (Re_D)_{kr} = 2320$ bo'lsa, harakat turbulent bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan gidrodinamikaning asosiy tenglamalari, chunonchi uzluksizlik tenglamasi, D. Bernulli tenglamasi, tekis ilgarilanma harakatning asosiy tenglamasi suyuqlik oqimining laminar va turbulent harakatlari uchun barobar qo'llanilaveradi. Ammo, D. Bernulli tenglamasidagi h_f to'liq yo'qotilgan napor esa, laminar harakat uchun boshqa, turbulent harakat uchun boshqa formulalar orqali aniqlanadi, chunki har xil harakat tartibi uchun oqimning o'rtacha tezliklarining daraja ko'rsatkichlari har xil bo'ladi. Masalan, yuqorida tushuntirilganidek, laminar harakat uchun t daraja ko'rsatkichi faqat 1,0 ga teng, ya'ni $t = 1$ (5.2-rasm, ab chiziq); turbulent harakat uchun shu daraja ko'rsatkich $t = 1,75 \div 2,0$ (5.2-rasm, bc chiziq). Amaliy gidravlikada O. Reynolds sonining shu 2320 kritik qiymati asos deb qabul qilingan.



5.3-rasm

Ammo tajriba paytida qurilmaga «ideal» sharoit tug'dirib berib, ya'ni qurilmaga tashqaridan ta'sir etadigan omillarni mutlaqo yo'q qilib, T jo'mrakni shunday ehtiyotlik bilan ochib borsak, ya'ni quvurdagi laminar harakatni \mathcal{G}_{kr} kritik tezligidan biror (tabiiy) kritik \mathcal{G}'_{kr} tezlikka «cho'zib» olib borsak, bu yerda $u'_{kp} > u_{kp}$ bo'ladi, u holda Reynolds sonining qandaydir boshqa kritik $(Re)'_{kr}$ miqdorini olamiz. Bu laminar harakat shu kritik tezliklar oralig'ida mustahkam emas, chunki tajribaga tashqaridan biror omil ta'sir etsa, laminar harakat shu ondayoq buzilib ketib, turbulent harakatga aylanishi mumkin. Suyuqlik oqimining \mathcal{G}'_{kr} tezligini yuqori kritik tezlik deb ataladi va $\mathcal{G}'_{kr,yuqori}$ orqali belgilanadi. Endi yuqorida aytilganlarni 5.3-rasm orqali tushuntiramiz. Rasmda ordinata o'qi boyicha \mathcal{G} tezlik qoyilgan. Agar biz shu ordinata o'qi boyicha pastdan yuqoriga harakat qilsak, ya'ni u tezlikni kattalashtirib borsak, u holda laminar harakat tezlik \mathcal{G}'_{kr} bo'lguncha davom etib, tezlik \mathcal{G}'_{kr} bo'lganda turbulent harakatga o'tadi; agar ordinata o'qi boyicha yuqoridan pastga harakat qilsak, ya'ni tezlikni kamaytirib borsak, tezlik bo'lganda turbulent harakat laminar harakatga o'tadi, bu yerda \mathcal{G}_{kr} tezlik pastki kritik tezlik deb ataladi va $(\mathcal{G}_{kr})_{pastki}$ bilan belgilanadi. Tezliklar zonasi- $(\mathcal{G}_{kr})_{pastki} < \mathcal{G} < (\mathcal{G}'_{kr})_{yuqori}$ ko'rinishda bo'lsa, bunday zona nomustahkam zona yoki «almashish»* zonasi deb ataladi.

* «almashish» so'zining ma'nosi bu — zonada bir sharoitda vaqt o'tishi bilan ham laminar, ham turbulent harakat mavjud bo'lishi mumkin, bunlay jarayon qurilmadagi o'tkazilayotgan tajribaning muhimligiga, ya'ni aniqlik darajasiga bog'liq.

Shu gezlklarga tegishli Re O.Reynolds sonlari suyuqlik oqimining tezliklarita qarab quyidagicha nomlanadi: masalan, \mathcal{G}_{kr} ga tegishli Re_{kp} soni —

pastki kritik O.Reynolds soni deyiladi va $(Re_{kr})_{pastki}$ orqali belgilanadi; \mathcal{G}'_{kr} ga tegishli Re'_{kr} — yuqori kritik O. Reynolds soni deb ataladi va $(Re'_{kr})_{yuqori}$ bilan belgilanadi. Gidravlikada, amaliy hisob-kitoblarda bu $\nu_{kr} < \mathcal{G} < \mathcal{G}'_{kr}$ tezliklar zonasida suyuqlik harakati turbulent harakatda bo'ladi deb qabul qilinadi.

Yuqorida ko'rsatganimizdek doiraviy gidravlik silliq trubalar uchun Reynolds sonining kritik qiymati $Re_k=2320$ ga teng bo'lsa konfuzorli (qisqaruvchi) truba uchastkasida $Re_k > 2320$ va kengayuvchi (diffuzor) truba uchastkasida esa $Re_k < 2320$ bo'ladi.

(5.6) tenglamadagi Reynolds (Re) kriteriyasi inertsiya kuchining ishqalanish kuchiga bo'lgan nisbatini xarakterlaydi. Bu uning fizik mohiyati bo'lib hisoblanadi.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. «Issiqlik texnikasi» fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

6. Mavzu: BERNULLI TENGLAMASI. PUAZEYL VA DARSI-VEYSBAX FORMULALARI. GIDRAVLIK ZARBA.

MA'RUZA REJASI:

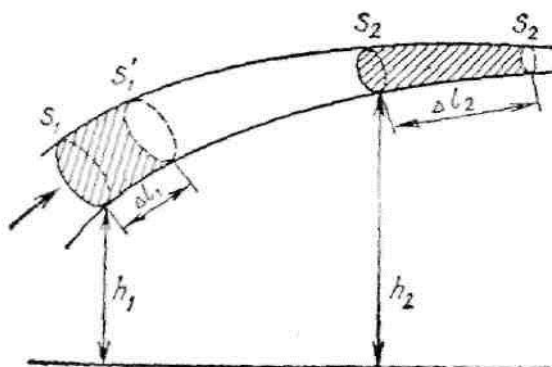
1. Ideal suyuqlik oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi.
2. Peal suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi
3. Puazeyl va Darsi-Veysbax formulalari.
4. Gidravlik zarba hodisasi. N. E. Jukovskiy formulasi.

Tayanch so'zlar: *Idieal suyuqlik, bosim kuchi, oqim nayi, musbat va manfiy ish, uzilmaslik tenglamasi, siqiluvchanlik, qovushqoqlik, real suyuqliklar, tuzatish koeffitsiyenti, dinamik qovushqoqlik, oqim sarfi, elementar sarf, gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti, Laminar va turbulent oqim, gidravlik zarba, suyuqlik zichligi, elastiklik moduli, tovush tezligi, bir jinsli suyuqlik, ichki ishqalanish, barqaror oqim, koriolis koeffitsiyenti.*

Suyuqliklar siqiluvchanlik va ichki ishqalanish (qovushoqlik) xossalari ega. Suyuqlik harakatini o'rganish chog'ida bu xossalarning barchasini hisobga olmoqchi bo'lsak masala ancha murakkablashadi. Shu sababli suyuqlik oqimining taqribiy (umumiy) manzarasini tekshirayotganda ideal suyuqlik modelidan foydalanish anchagina qulayliklar tug'diradi. Ideal suyuqlik deganda qovushoqlikka ega bo'lmagan (ya'ni qatlamlari orasida ishqalanish kuchlari ta'sir etmaydigan) siqilmas suyuqlik tushuniladi. Ideal suyuqlik uchun hosil qilingan xulosalarni siqiluvchanligi va qovushoqligi kuchsiz namoyon bo'ladigan real suyuqliklarga ham qo'llash mumkin.

Ideal suyuqlikning oqim tezligi va bosimi orasidagi bog'lanishni aniqlaylik. Buning uchun ideal suyuqlik barqaror oqimi ichida ko'ndalang kesimi yetarlicha kichik bo'lgan oqim nayini xayolan ajrataylik (6.1- rasm). Oqim nayining S1

kesimidagi suyuqlik tezligi va bosimini mos ravishda \mathcal{G}_1 va r_1 bilan, S_2 kesimidagilarni esa v_2 va r_2 harflari bilan belgilaylik.



6.1-rasm.

S_1 va S_2 kesimlar markazlarining biror gorizontol satxdan balandliklari mos ravishda h_1 va h_2 bo'lsin. S_1 va S_2 kesimlar bilan chegaralangan oqim nayi ichidagi suyuqlik massasining Δt vaqt davomidagi to'liq energiyasining o'zgarishini aniqlaylik. Shu vaqt davomida suyuqlikning tekshirilayotgan massasi oqim nayi boylab o'ng tomonga siljib qoladi va Δt vaqtning oxirida S_1' va S_2' kesimlar bilan chegaralangan hajmni egallaydi. 6.1-rasmdan ko'rinishicha, tekshirilayotgan suyuqlik massasining S_1' va S_2' kesimlar orasidagi qismi energiya o'zgarishiga hech qanday hissa qo'shmayotganligi uchun Δt vaqt davomidagi o'zgarishni quyidagicha tasavvur qilish mumkin: S_1 va S_1' kesimlar orasidagi m massali suyuqlik

$$W_1 = \frac{m\mathcal{G}_1^2}{2} + mgh_1$$

to'liq energiyaga ega bo'lgan vaziyatdan S_2 va S_2' kesimlar orasidagi hajmni egallagan

$$W_2 = \frac{m\mathcal{G}_2^2}{2} + mgh_2$$

to'liq energiyali vaziyatga o'tib qolgandek bo'ladi. Natijada tekshirilayotgan suyuqlik massasining S_1 va S_2 kesimlar bilan chegaralangan vaziyatdan S_1' va S_2' kesimlar bilan chegaralangan vaziyatga ko'chishi tufayli uning to'liq energiyasi

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \left(\frac{m\mathcal{G}_2^2}{2} + mgh_2 \right) - \left(\frac{m\mathcal{G}_1^2}{2} + mgh_1 \right) \quad (6.1)$$

miqdorga o'zgaradi. Energiyaning bu o'zgarishi, mexanik energiyaning saqlanish qonuniga asosan, tashqi kuchlarning bajargan ishiga teng bo'lishi lozim. Mazkur

holda ish bajaradigan tashqi kuchlar — oqim nayining tekshirilayotgan qismiga suyuqlik tomonidan ta'sir etuvchi bosim kuchlaridir. Oqim nayining yon devorlariga ta'sir etuvchi bosim kuchlari suyuqlik zarralarining harakati yo'nalishiga perpendikulyar bo'lganligi uchun ular hech qanday ish bajarmaydi. Shuning uchun S_1 va S_2 kesimlar orqali ta'sir etuvchi $F_1=p_1S_1$ va $F_2=p_2S_2$ kuchlarga ish bajaradi. Δt vaqt davomida S_1 kesimdagi suyuqlik zarralari $\Delta l_1 = g_1\Delta t$ masofaga siljiganligi tufayli F_1 kuch bajargan ishning qiymati

$$\Delta A_1 = F_1\Delta l_1 = p_1S_1g_1\Delta t$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bu ish musbat, chunki bosim kuchi suyuqlik zarralarining ko'chish yo'nalishida ta'sir etadi. G_2 kuch va suyuqlik zarralarining ko'chish yo'nalishlari teskari bo'lganligi tufayli u bajargan ish manfiy, ya'ni

$$\Delta A_2 = -F_2\Delta l_2 = -p_2S_2g_2\Delta t$$

Natijada tashqi kuchlarning to'liq ishi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta A = \Delta A_1 + \Delta A_2 = p_1S_1g_1\Delta t - p_2S_2g_2\Delta t \quad (6.2)$$

6.1-rasmdan ko'rinishicha, $S_1g_1\Delta t$ — oqim nayiga Δt vaqt davomida S_1 kesim orqali kirayotgan suyuqlik hajmi, $S_2g_2\Delta t$ esa S_2 kesimdan chiqayotgan suyuqlikning hajmi. Ikkinchi tomondan, uzilmaslik tenglamasiga asosan, $S_1g_1 = S_2g_2$. Shuning uchun

$$S_1g_1\Delta t = S_2g_2\Delta t = \Delta V$$

Natijada (6.2) ni quyidagicha yoza olamiz:

$$\Delta A = p_1\Delta V - p_2\Delta V \quad (6.3)$$

Yukorida qayd qilganimizdek, ideal suyuqlikning statsionar oqimida $\Delta W = \Delta A$ shart bajarilishi lozim. Binobarin, (6.1) va (6.3) ifodalarni birlashtirib quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$\frac{m g_1^2}{2} + mgh_1 + p_1\Delta V = \frac{m g_2^2}{2} + mgh_2 + p_2\Delta V$$

Bu tenglikning ikkala tomonini ΔV ga bo'lib yuborsak va $\frac{m}{\Delta V} = \rho$ suyuqlik zichligi ekanligini hisobga olsak

$$\frac{\rho g_1^2}{2} + \rho gh_1 + p_1 = \frac{\rho g_2^2}{2} + \rho gh_2 + p_2 \quad (6.4)$$

munosabat vujudga keladi.

S_1 va S_2 kesimlarni ixtiyoriy ravishda tanlagan edik. Shuning uchun (6.4) munosabat oqim nayining ixtiyoriy kesimlariga ham taaalluqlidir.

Demak, statsionar oqayotgan ideal suyuqlikning ixtiyoriy oqim chizig'i boylab

$$\frac{\rho g^2}{2} + \rho gh + p = const \quad (6.5)$$

shart bajariladi. (6.5) ifodani Bernulli tenglamasi deb ataladi. Daniil Bernulli (6.5) tenglamani 1738 yilda hosil qilgan.

Bernulli tenglamasidagi qo'shiluvchi hadlarning fizik ma'nosi bilan tanishaylik:

1. r - harakatlanuvchi suyuqlik ichidagi bosimni anglatadi. Uni statik bosim deb ataladi. (6.5) ga asosan statik bosim

$$p = \text{const} - \frac{\rho g^2}{2} - \rho g h \quad (6.6)$$

munosabat bilan aniqlanadi. Agar mazkur ifodada $g = 0$, $h = 0$ deb olsak, $r = p_0 = \text{const}$ bo'ladi. Bundan Bernulli tenglamasidagi konstantaning ma'nosi kelib chiqadi: u tinch turgan suyuqlikning sanoq boshi tarzida qabul qilingan sathidagi (nolinchi sathdagi) bosimidir. U holda (6.6) ga asosan, oqim tezligi ortsa yoki oqim nayini nolinchi sathga nisbatan balandroq ko'tarilsa, statik bosimning qiymati ortadi, degan xulosaga kelamiz.

2. $\frac{\rho g^2}{2}$ — dinamik bosim. U suyuqlik ichidagi bosim suyuqlikning harakatlanishi tufayli qandaydir miqdorga kamayishini xarakterlaydi.

3. $\rho g h$ — gidravlik bosim. U oqim nayi h balandlikka ko'tarilgan taqdirda statik bosimning qanchaga kamayishini ifodalaydi.

Bularni hisobga olib Bernulli tenglamasining mohiyatini quyidagicha ta'riflash mumkin: ideal suyuqlikning statsionar oqishidagi to'liq bosim — dinamik, gidravlik va statik bosimlarning yig'indisidan iborat bo'lib, uning qiymati oqim nayining barcha kesimlari uchun birday bo'ladi.

Bosimning SI'dagi o'lchov birligi sifatida 1 m^2 yuzga perpendikulyar ravishda ta'sir etayotgan 1 N kuchning bosimi qabul qilinib, unga paskal (Pa) deb nom berilgan:

$$[p] = \frac{[F]}{[S]} = \frac{N}{\text{m}^2} = Pa \quad (6.7)$$

Real suyuqliklar oqimi uchun bernulli tenglamasi. Bernullining ideal suyuqlik oqimchasi uchun chiqarilgan tenglamasini trubadagi real suyuqlik oqimiga tatbiq etish mumkin bo'lishi uchun unga qanday o'zgarishlar kiritish lozimligini qaraylik.

Birinchi o'zgartirish shundan iboratki, ideal suyuqlik kichkina oqimchasi uchun Bernulli tenglamasini chiqarishda kichkina oqimcha ko'ndalang kesimining hamma nuqtalarida tezlik V bir xil deb qabul qilingan edi.

Aslida real suyuqlik oqimida tezlik oqim ko'ndalang kesimining turli nuqtalarida turlicha bo'ladi va hisobga o'rtacha tezlik kiritiladi (g_{ort}). Oqim solishtirma energiyasining o'rtacha tezlik boyicha hisoblab topilgan qiymati uning haqiqiy qiymatidan bir qadar kichik bo'ladi. Shuni e'tiborga olib, ideal suyuqlik

oqimi uchun yozilgan Bernulli (6.4') tenglamasiga Koriolis koeffitsienti deb ataluvchi tuzatish koeffitsienti $\alpha > 1$ kiritiladi.

Kiritiladigan ikkinchi o'zgartirish shundan iboratki, u real suyuqlik harakatlanayotganda energiyaning bir qismi suyuqlik harakatiga ko'rsatiladigan turli qarshiliklarni yonishga sarflanishi bilan bog'liq. Shuning uchun Bernulli tenglamasi (6.4)ga bosim isroflarini hisobga oluvchi tuzatish hadi h_{by} -kiritiladi. Yuqorida zikr qilingan tuzatishlarni hisobga olgan holda real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasini quyidagicha yozish mumkin: buning uchun avval (6.4) ni ikkala tomonini ρg ga bo'lib yuborib quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\frac{g_1^2}{2g} + h_1 + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{g_2^2}{2g} + h_2 + \frac{p_2}{\rho g} \quad (6.4')$$

$$\frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} + h_1 + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} + h_2 + \frac{p_2}{\rho g} + h_{by} \quad (6.5)$$

(6.5)da $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ tajriba yo'li bilan aniqlanadigan tuzatish koeffitsienti. Doiraviy kesimli trubada suyuqlikning laminar oqim rejimi uchun $\alpha = 2$; turbulent oqim rejimi uchun esa $\alpha = 1,04 \div 1,13$; h_{by} -bosimni to'la isrofi. Bu kattalik chizig'iy isroflar h -bilan mahalliy qarshiliklarni yengishga ketgan isroflar h_μ -dan tarkib topadi.

$$h_{by} = h_\tau + h_\mu \quad (6.6)$$

$$J_r = \frac{h_{by}}{l} \quad (6.7)$$

Nisbat gidravlik qiyalik bo'lib bosim chizig'ining uzunlik birligiga to'g'ri kelgan pasayishini xarakterlaydi. (6.5)dan h_{by} -ni qiymatini (6.7) ga qoysak

$$J_r = \frac{h_{by}}{l} = \frac{\left(\frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + h_1 \right) - \left(\frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + h_2 \right)}{l} \quad (6.8)$$

Agar bosim chizig'i egri chiziq bo'lsa, u holda gidravlik qiyalik differentsial ko'rinishda quyidagicha yoziladi.

$$J_r = \frac{dh_{by}}{dl} \quad (6.9)$$

P'ezometrik qiyalik deb, p'ezometrik chiziqning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan pasayishiga aytiladi. O'rtacha p'ezometrik qiyalik quyidagicha aniqlanadi:

$$J_r = \frac{\left(\frac{p_1}{\rho g} + h_1 \right) - \left(\frac{p_2}{\rho g} + h_2 \right)}{l} \quad (6.10)$$

3. Laminar harakatda silindrik trubadagi suyuqlik sarfi quyidagi munosabat [orqali aniqlanadi.

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{128\mu l} \pi d^4 \quad (6.11)$$

(6.11) dan μ -ni aniqlasak va $P_1 - P_2 = \rho g h_{b.y}$ ga tengligini e'tiborga olsak

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{128Q \cdot l} \pi d^4 = \frac{\rho g h_{b.y}}{128Ql} \pi d^4 = C \frac{h_{b.y}}{Q} \quad (6.12)$$

Bu yerda $C = \frac{\rho g \pi d^4}{128l}$ berilgan truba uchun o'zgarmas kattalikdir. (6.12)

formulani birinchi marotaba Meditsina fanlari doktori fransuz olimi Puazeyl tomonidan 1840 yilda aniqlangan bo'lib Puazeyl formulasi deb yuritiladi.

Uzunligi l va diametri d bo'lgan truba bosimni yo'qotilishi $h_{b.y}$ quyidagi munosabat orqali aniqlanadi.

$$h_{b.y} = \frac{64 l g^2}{Re d 2g} \quad (6.13)$$

(6.13) ifodadagi $\frac{64}{Re} = \lambda$ bilan belgilab olamiz.

U holda (6.13) ni quyidagicha yozamiz.

$$h_{b.y} = \lambda \frac{l g^2}{d 2g} \quad (6.14)$$

(6.14) formulaga Darsi-Veysbax formulasi deyiladi. Bu formulani nemis olimi Y. Veysbax 1845 yilda fransuz injeneri A. Darsi 1857 yilda keltirib chiqargan. λ - ga gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti yoki Darsi koeffitsiyenti deyiladi.

(6.14) formula universal formula bo'lib uni yordamida laminar va turbulent oqimlarda truba yozunligi bo'ylab oqim isrofini (bosim yo'qotilishini) aniqlash mumkin.

4. Trubalarda gidravlik zarba hodisasi deformatsiyalanuvchi trubalardan kam siqiluvchi suyuqlikning tezligi yoki bosimi keskin o'zgarganida hosil bo'ladigan tebranma harakatdan iboratdir. Bu hodisa tez sodir bo'lib, bosimning keskin ortishi va kamayishi bilan xarakterlanadi.

Gidravlik zarba yuzaga kelgan joyda suyuqlik butunlay to'xtagandagi bosim o'zgarishi $\Delta\rho$ ning kattaligi rus olimi N.YE. Jukovskiy chiqargan formula bo'yicha aniqlanadi.

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot c \quad (6.15)$$

Bu yerda ρ - suyuqlikning zichligi $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$;

\mathcal{G} - suyuqlikning zadvijka o‘rnatilgunga qadar bo‘lgan tezligi $\left(\frac{m}{s}\right)$

c - zarbiy to‘lqinning tarqalish tezligi $\left(\frac{m}{s}\right)$

$$C = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho R}{\delta \cdot E}}} \quad (6.16)$$

Bu yerda K - suyuqlikning elastiklik moduli $\left(\frac{H}{m^2}\right)$;

R - truba radiusi (m);

δ - truba qalinligi (m);

E - trubaning elastiklik moduli $\left(\frac{H}{m^2}\right)$;

Suv uchun $c = 1435m/s$

Benzen uchun $c = 1116m/s$

Yog‘lar uchun $c = 1400m/s$.

Asosiy darsliklar va o‘quv qo‘llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O‘qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O‘zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O‘qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

7. Mavzu: GIDRAVLIK MASHINALAR. NASOSLAR GIDROELEVATOR. GIDRAVLIK UZATMALAR

MA`VZU REJASI:

1. Gidravlik mashinalarning vazifasiga ko‘ra bo‘linishi.
2. Nasoslarning guruhlash. Hidroelevator.
3. Nasoslarning asosiy parametrlari: sarfi, bosimi, quvvati, FIK, Gidravlik, mexanik va hajmiy yo‘qotishlar.
4. Gidravlik uzatmalarning turlari, tuzilishi va ishlash printsiplari
5. Hidrouzatmalarni hisoblash printsiplari. Hidrouzatmalarni qo‘llanish sohalari

Tayanch so‘zlar: *Gidrostatik mashinalar, nasoslar, gidroelevatorlar, girdoyuritgich, mexanik energiya, ish g‘ildirgi, kuraklar soni, foydali quvvat, gidravlik yo‘qotishlar, mexanik yo‘qotishlar, hajmiy yo‘qotishlar. Hidrouzatma; gidromufta, gidrotransformator; transformatsiya koeffitsenti; harakat momenti; radial kurakli nasoslar.*

Gidravlik mashinalar. Suyuqlik energiyasi va mexanik energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantiruvchi qo'rilmalar gidromashinalar deb ataladi. Gidromashinalar vazifasiga ko'ra qo'yidagilarga bo'linadi;

1) gidrostatik mashinalar suyuqlikning muvozanat holatidan foydalanib, mexanik kuchni suyuqlikning potensial energiyasiga aylantirish usuli bilan kuchaytirib yoki susaytirib beradi. Bularga gidroress, gidroakkumulyator, gidromultiplikatorlar kiradi;

2) nasoslar mexanik energiyani suyuqlik energiyasiga aylantirib beradi;

3) gidrodvigatellar suyuqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi;

4) gidroyuritgich mexanik energiyani suyuqlik vositasida bir xarakatlanuvchi qismdan ikkinchi harakatlanuvchi qismga uzatishga xizmat qiladi. Gidroyuritichlarni umumlashtirib, gidrostatik mashinalar deb ham yuritish mumkin.

Quyida biz nasoslar haqida to'xtalib o'tamiz.

Nasoslar va gidrodvigatellar. Nasoslar va gidrodvigatellar gidromashinalarning shunday turlariga kiradiki, ularda suyuqlik energiya qabul qilib oluvchi yoki energiya bilan ta'minlovchi ish jismi vazifasini bajaradi. Bunda gidromashinaning ish qobiliyati u orqali o'tgan suyuqlik energiyasini o'zgarish miqdoriga bog'liq. Shuning uchun shlab chiqarish talabiga qarab gidromashinalarni suyuqlik bilan ko'proq yoki kamroq miqdorda energiya almashadigan qilib quriladi va ular o'zining tuzilishi, turli parametrlarining katta-kichikligi va parametrlarini qanday chegarada o'zgartirish mumkinligiga karab ishlab chiqarishning tegishli sohalarida foydalaniladi.

Nasoslar suyuqliklarga energiya beruvchi mashinalar turiga kiradi va odatda, suv, neft, benzin, kerosin, turli moylar va boshqa suyuqliklarni chuqurlikdan tortish, yuqoriga ko'tarish, bir yerdan ikkinchi yerga uzatish, ular yordamida boshqa jismlarni ko'chirish, tashish uchun ishlatiladi. Bunda suyuqliklar nasos orqali o'tganida ularning energiyasi ortadi. Bu energiya yordamida suyuqlik ustida aytilgan ishlarni bajarish mumkin bo'ladi.

Nasoslar suyuqlikka bergan energiyasiga yoki o'zidan qancha suyuqlik o'tkaza olishiga qarab turli gruppalariga bo'linadi va bajargan vazifasini qaysi usulda amalga oshirishiga qarab turlicha nomlanadi.

Nasoslarning ba'zi turlaridan suyuqlik yoki gazni boshqa joyga ko'chirish yo'li bilan siyraklanish hosil qilish uchun foydalaniladi. Bunday nasoslarda suyuqlikka energiya berish kabi asosiy vazifadan ko'ra vakuum hosil qilish xossasi muhim bo'lib, ular vakuum nasoslar deyiladi.

Ventilyatorlarning ishlash printsiplari markazdan qochma nasoslarga o'xshagan bo'lib, ular havoni harakatga keltirish, turli narsalarni havo yordamida tashish (pnevmotransport), ifloslangan havoni toza havo bilan almashtirish, qizdirilgan havoni issiqlik zarur bo'lgan yerga uzatish (quritish ishlari) va boshqa vazifalarni bajaradi. Bunda ventilyator havoning energiyasini ko'p oshirmasa ham, o'zidan juda ko'p miqdorda havo o'tkaza oladi. Sanoatda va qishloq xo'jaligida ularning ana shu xususiyatidan foydalaniladi. Nasoslar teskari ish bajaruvchi, ya'ni suyuqlikdan energiyani olibuni harakat ko'rinishida boshqa mexanizmlarga uzatuvchi mashinalar gidrodvigatellar deyiladi. Gidrodvigatellardan suyuqlik o'tganda uning energiyasi kamayadi. Bu kamaygan energiya hisobiga gidrodvigagelning ish qismi harakatga kelib, bu harakat boshqa mexanizmga beriladi va biror ish bajaradi yoki elektr energiyasi hosil qilishda foydalaniladi. Bir xil turga kirgan nasoslar va gidrodvigatellarning harakatlanuvchi qismlari asosan turlicha bo'lib, ba'zi hollarda bir xil bo'lishi mumkin. Bunda bitta qurilmaning o'zi, qoyilgan talabga qarab, nasos yoki gidrodvigatel sifatida ishlashi mumkin. Bunda albatta nasos yoki gidrodvigatel teskari vazifa bajarganida uning foydali ishi kamayadi. Suvning energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda ishlatiladigan gidrodvigatellar turbinalar deb atalib, ular ayrim mustaqil gruppaga ajraladi. Bu mashinalar juda katta miqdordagi energiyani qabul qilib va uni harakatga aylantirib generatorga berishi bilan farq qiladi. Hozirgi zamon turbinalari ichida o'zida juda ko'p miqdorda suv o'tkazishga mo'ljallangan turlari mavjud bo'lib, ularning quvvati 700 mVt dan ortadi.

Gidrotexnika, energetika tog' sanoati va boshqa sohalarida nasoslar va gidrodvigatellar juda ko'p qo'llaniladi. Ulardap nasos stantsiyalari va elektrostantsiyalar tashkil qilinadi. Bu stantsiyalarda bir necha nasos yoki gidrodvigatellar birga ishlatiladi.

Nasoslarni guruhlash. Nasoslarni guruhlash turlicha bo'lib, ularni tuzilishi, turli parametrlari, suyuqlikka energiya berish usuli va boshqalarga qarab guruhlash usullari mavjud. Eig ko'p tarqalgan usul ishlash printsiptiga qarab guruhlashdir. Bunda nasoslar asosan ikki katta guruxga bo'linib ular kurakli va hajmiy nasoslar deyiladi. Bu nasoslar deyarlik barcha nasoslarni o'z ichiga oladi, lekin bir qancha boshqacha printsiptda ishlaydigan nasoslar bu ikki guruhga kirmay qoladi. Bularga oqimchali nasoslar (uchinchi klass sifatida ajratish mumkin) va boshqa ko'rsatkichlar (montejyu, erliftlar va boshqalar) kiradi.

Kurakli nasoslar markazdan qochma, o'qiy, propellerli, uyurmali nasoslarga bo'linadi. Tuzilishi va ishlash printsipti bir xil bo'lgani uchun veptilyatorlarni ham kurakli nasoslar guruhiga kiritish mumkin. Ventilyatorlarning ham markazdan qochma, o'qiy, propellerli turlari mavjud. Kurakli nasoslarni bitta valda bir yoki bir necha ish g'ildiragi o'rnatilishiga karab, bir pog'onali va ko'p pog'onali

nasoslarga ajratish mumkin. Markazdan qochma nasoslar so'rish usuliga qarab bir tomonlama so'ruvchi va ikki tomonlama so'ruvchi nasoslarga bo'linadi.

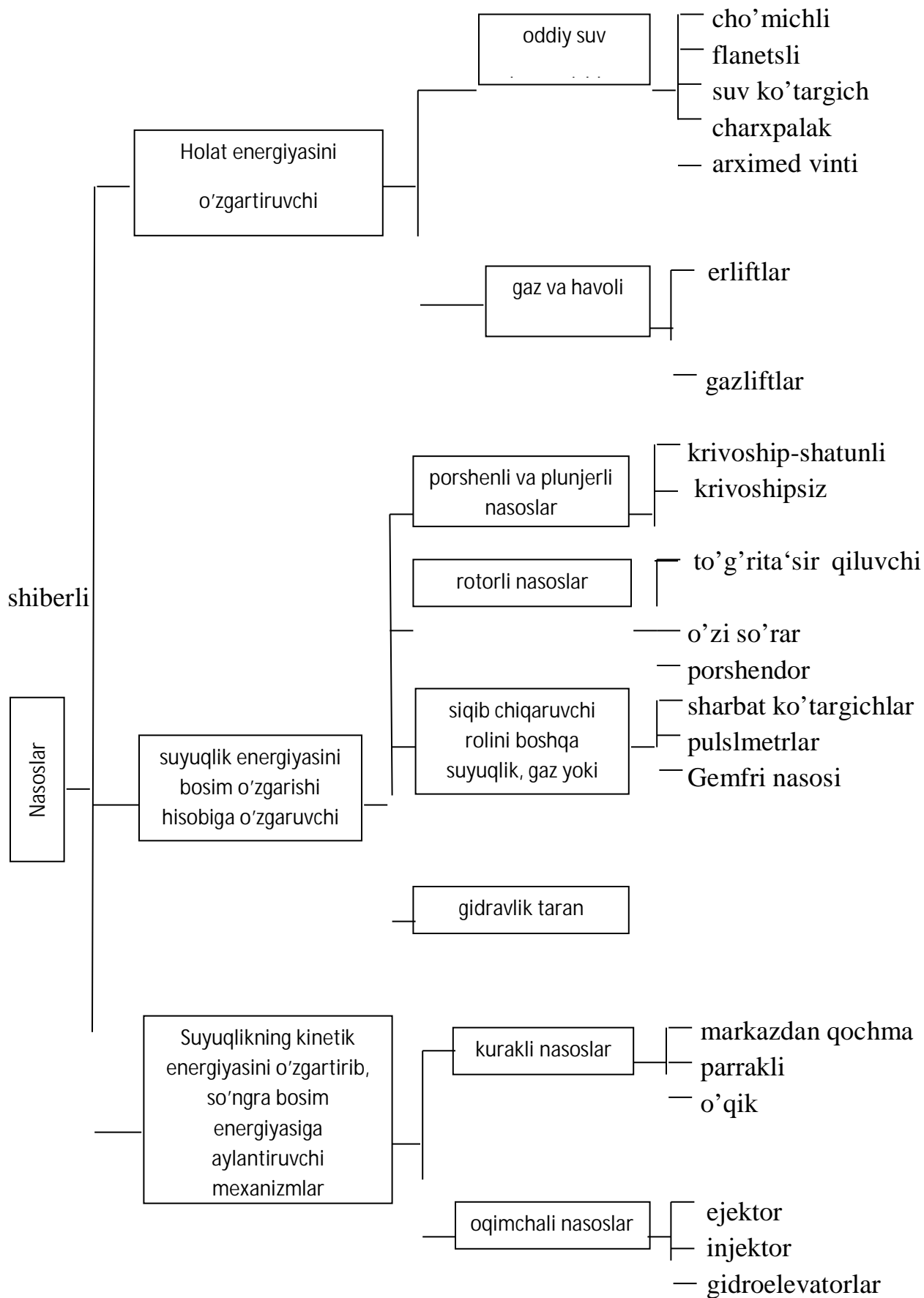
Hajmiy nasoslar ikki katta guruhga bo'linib, ular porshenli va rotorli nasoslar deyiladi. Bular yana bir qancha kichik guruhchalarga bo'linadi (ular to'g'risida tegishli bo'limda to'xtalib o'tamiz).

Oqimchali nasoslar esa ejetor, injektor va gidroelevatorlarni o'z ichiga oladi. Nasoslarni bunday guruhlashga ishlab chiqarishda eng ko'p tarqalgan ikki tur (markazdan qochma va porshenli) nasoslar atrofida barcha nasoslarni guruhlashga intilish asos bo'lgan bo'lsa kerak. Injektor (lot. injicio-tashlayman) enjektor (fran. ejecteur, ejetor-otmoq). Gaz va suyuqliklarni idishlarga haydaydigan oqimli nasos ba'zan injektorlar, idishdan so'rib oladigan ejetorlar, ba'zi bir gidroaralashmalarni haydaydigan gidroelevatorlar deb ataladi (1-rasm).

Nasoslarni suyuqlikka bergan bosimining katta-kichikligiga qarab, past bosimli (20 m suv ust. gacha), o'rtacha bosimli (20—60 m suv ust. ga teng), yuqori bosimli (60 m suv ust. yuqori) nasoslarga ajratish mumkin. Ularni bergan sarfiga qarab past, o'rta va yuqori sarfli nasoslarga guruhlash mumkin.

Energiyaning nasosga qanday berilishiga qarab guruhlashga intilish ham bo'lgan. Bu aytilgan oxirgi uch tur guruhlashning har biriga ham barcha mavjud nasoslarni kiritish mumkin bo'lgani bilan bu uch usul juda katta kamchilikka ega. Chunki bu usullarda bir guruhga porshenli, markazdan qochma, rotorli, propellerli va ishlash printsipi tamoman bir-biridan farqlanuvchi boshqa nasoslar kirishi mumkin. Suyuqlikka berilgan energiya turiga qarab guruhlash ancha qulay bo'lsa kerak. Nasosdan o'tayottan suyuqlikka berilgan energiya uch xil bo'lishi mumkin: holat energiyasi z , bosim energiyasi $\left(\frac{p}{\gamma}\right)$, kinetik energiya $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$

Faqat holat energiyasi beruvchi mashinalar suv ko'targichlar deyiladi. Agar ko'tarilayotgan suyuqlik faqat suv bo'lmay, neft, turli moylar va boshqa xil suyuqliklar bo'lishi mumkinligini hisobga olsak, bu mashinalarni suyuqlik ko'targichlar deyish kerak bo'ladi. Bu guruhga suv ko'tarish uchun ishlatilgan barcha qadimgi qurilmalar: charxpalak, chig'ir, arximed vinti va boshqalar kiradi. Zamonaviy qurilmalardan bu guruhga kiradiganlari qatoriga kam debitli (kam sarfli) quduqlardan neft chiqaruvchi tortish qurilmalari, chuqur quduqlardan gaz va havo yordamida suyuqlik (suv, neft) ko'taruvchi ko'targichlar kiradi.



7.1-rasm. Nasoslarning klassifikatsiyasi

Ikkinchi guruhga suyuqlikka bosimni orttirish yo'li bilan energiya beruvchi nasoslar kiradi. Suyuqlikni porshen bosimi (porshenli nasoslar), aylanuvchi qismlar (rotorli nasoslar), siqilgan havo, gaz yoki bug' (pnevmatik suv ko'targichlar, Gemfri nasosi va h.) yordamida siqib chiqarish mumkin. Bularga suyuqlikka gidravlik zarba orqali impuls beruvchi mexanizmlar, gidravlik taran ham kiradi. Uchinchi guruh nasoslarda suyuqlikka kinetik energiya berilib, so'ngra u bosim energiyasiga aylantiriladi. Bularga birinchi gilda kurakli (markazdan qochma, parrakli, o'kiy) nasoslar kiradi (ularda ish qismi valda ayla-nuvchi kurakli g'ildiraklardir). Ikkinchidan, oqimchali nasoslar (ejektorlar, injektorlar, gidravlik elevatorlar) kiradi (ularda suyuqlikka energiya beruvchi boshqa suyuqlik, gaz yoki bug'dir). Nasoslar va suv ko'targichlarning uch gruppaga taqsimlanishini sxema ko'rinishida tasvirlanishi mumkin (7.1-rasm).

Nasoslarda suyuqlik qaysi tipdagi kuchlardan (dinamik kuchlar yoki statik kuchlar) foydalanib so'rilishiga qarab, ular dinamik yoki hajmiy nasoslarga bo'linadi. Bunda yuqoridagi klassifikatsiyaga kirgan nasoslarning porshenli va rotoriy turlari hajmiy nasoslarga, qolganlari esa dinamik nasoslarga kiradi.

Dinamik va hajmiy nasoslarning ishlash printsiplari

Dinamik nasoslar o'zidan o'tkazayotgan suyuqlikning kinetik energiyasini orttiradi, so'ngra bu energiyaning ko'proq qisminn bosim energiyasi (potensial energiya) ga aylantiradi. Suyuqlikka dinamik nasoslar yordamida kinetik energiya berish ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchidan, nasosning ish bo'lmasiga yoki ish g'ildiragiga kirishdan oldin siyraklanish hosil bo'lib, siyraklanish bosimi bilan ta'minlovchi idishdagi bosimlar farqi hisobiga suyuqlikning tezligi (ya'ni kinetik energiyasi) ortadi. Ikkinchidan, ish kamerasi yoki ish g'ildiragida mexanik harakat yordamida kinetik energiya beriladi. Kurakli nasoslarda katta tezlik bilan aylanayotgan ish g'ildiragi suyuqlikni aylanma harakat qildiradi, natijada suyuqlikning tezligi avvalo aylanma tezlik hisobiga ortadi. Bundan tashqari, aylanma harakat qilayotgan suyuqlikka albatta markazdan qochma kuch ta'sir qilib, uning markazdan qochma tezligini oshiradi. Shunday qilib, suyuqlikning tezligi yana ortadi. Shu usul bilan nasos berayotgan energiyaning kinetik energiya ko'rinishida qabul qiladi. Tabiiyki, markazdan qochma kuch ta'sirida suyuqlik nasos korpusiga borib tarqalishi (markazdan qochma tezlikning kamayishi) natijasida potensial energiya (bosim) ham qisman ortadi, lekin bu nasoslarda suyuqlikka asosan kinetik energiya beriladi. Nasosdan chiqishda esa avval spiral yo'l yoki yo'naltiruvchi apparat yordamida, so'ngra esa diffuzor yordamida suyuqlikning kesimini oshirib boriladi. Natijada suyuqlik olgan kinetik energiyaning ko'pchilik qismi potensial energiyaga aylanadi. Suyuqlikning qolgan

kinetik energiyasi uni inertsiya boyicha harakat qildiradi. Potentsial energiyadan esa zaruratga qarab turli maqsadlarda foydalaniladi (masalan, so'rilgan suyuqlikni gransport qilish, boshqa biror mexanizmni gidrodvigatellar yordamida harakatga keltirish va h.

Oqimchali nasoslarda suyuqlikka nasos korpusidan katta tezlik bilan o'tayotgan ish suyuqligi yordamida energiya beriladi. Bunda ham avval oqimchanning katta tezlik bilan o'tishi hisobiga hosil bo'lgan siyraklanish yordamida energiya beriladi. So'ngra ish bo'lmasida ikki suyuqlikning aralashuvidan energiyasi ko'p suyuqlik bilan energiyasi kam suyuqlik zarrachalari orasida energiya almashinuvi vujudga keladi. Shunday qilib, so'rilayotgan suyuqlikka ish suyuqligi yordamida energiya beriladi.

Suyuqlikka gidravlik zarba yordamida hosil qilingan qo'shimcha bosim hisobiga energiya berib, so'ngra uni o'z inertsiyasi hisobiga ko'taruvchi - gidravlik taranlarni ham dinamik nasoslar guruhiga kiritish mumkin. Bunday qurilmalarning tuzilishi va ishlash printsipi haqida gidravlika bo'limida to'liq ma'lumot berilgan.

Hajmiy nasoslarda esa nasosdan o'tayotgan suyuqlikka potentsial energiya ish bo'lmasining o'zida berilgani uchun dinamik nasoslardagi kabi uning chiqishida ham maxsus qurilmalar qo'llashga hojat qolmaydi. Bu nasoslarda suyuqlikka qisman kinetik energiya ham beriladi, lekin unga berilgan energiyaning asosiy qismi potentsial energiyadan iborat.

Bu ish porshenli nasoslarda porshenni ilgarilama-qaytma harakat qildiruvchi kuchi yordamida avval ish bo'lmasining hajmini oshirib, suyuqlikni so'rilish teshigi va so'rilish klapani orqali bo'lмага kiritish, so'ngra uning hajmini kamaytirish hisobiga haydash teshigi va klapani orqali siqib chiqarish yo'li bilan amalga oshiriladi. Xuddi shu printsip porshen rotorli nasoslarda ham qo'llaniladi. Porshenli nasoslarda bir vaqtda bir necha porshen ishlashi mumkin. Bu holda nasos ko'p karra harakatli yoki qisqacha ko'p harakatli nasoslar deyiladi. (Masalan, ikki harakatli, uch harakatli, va hokazo nasoslar.) Shiberli yoki plastinkali nasoslarda esa suyuqlikka potentsial energiya berish hajmi kamayib boruvchi bo'lmada ikki tomonidan plastinkalar bilan chegaralangan hajmning avval bo'lmaning tor qismidan keng qismiga so'ngra keng qismidan tor qismiga aylanma harakat yordamida siljitish yo'li bilan amalga oshiriladi. Bunday harakatni porshenli nasosdagi ilgarilama-qaytma harakatga qiyoslash mumkin. Ikki plastinka bilan chegaralangan hajm bo'lmaning tor qismidan keng qismiga siljiganda so'rish, keng qismidan tor qismiga siljiganida esa haydash protsessi vujudga keladi.

Kolovorotli, shesterniyali va vintli nasoslarda esa bu ish so'rish bo'lmachasidagi suyuqlik bilan ikki tomonidan (shesternya tishlari, vintning bo'rtmalari va boshqalar bilan) chegaralangan hajmni to'ldirish va katta aylanma tezlik yordamida haydash bo'lmachasiga keltirib tushirish yo'li bilan amalga

oshiriladi, Bunda suyuqlik haydash bo'lmachasi bir shesternya yoki vintdagi chegaralangan hajmga ikkinchi shesternyaning tishi yoki vintdagi bo'rtmasi siqilib kirishi natijasida siqib chiqariladi. Bo'shagan hajm esa so'rish bo'lmachasida yana suyuqlikka to'ldiriladi, Dinamik va hajmiy nasoslarning barcha turlari ustida to'liq to'xtashga imkoniyat bo'lmagani uchun bu yerda ularning eng ko'p tarqalganlarining ishlash printsiplari haqida ma'lumot berish bilan chegaralanamiz.

Nasoslarning asosiy parametrlari

Nasoslardan ishlab chiqarishda foydalanishda uning qaerda va qanday sharoitlarda ishlatilishi mumkinligini aniqlaydigan eng muhim parametrlari asosiy parametrlar deyiladi. Bularga nasosning so'rishi (sarfi) hosil qiladigan bosimi, quvvati va foydali ish koeffitsienti kiradi.

1. Nasos vaqt birligida so'rgan suyuqlik hajmi Q uning so'rishi yoki sarfi deb ataladi. So'rish m^3/s , l/s va boshqa birliklarda o'lchanadi.

Markazdan qochma nasoslarning sarfi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

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

yoki

$$Q = w_2(\pi d_2 - \delta z)b_2 \sin \beta_2 \quad (7.1)$$

bu yerda w_1 va w_2 — ish g'ildiragiga kirish va chiqishdagi nisbiy tezliklar(7.2-rasm);

d_1, d_2 — ish g'ildiragining ichki va tashqi diametrlari;

δ — nasos kuraklarining qalinligi; z — kuraklar soni;

b_1, b_2 -kuraklarning kirish va chiqishdagi eni; β_1, β_2 — kuraklarning kirish va chiqishdagi egrilik burchaklari (7.3-rasm)

Sodda amaliy porshenli nasosning sarfi ushbuga teng:

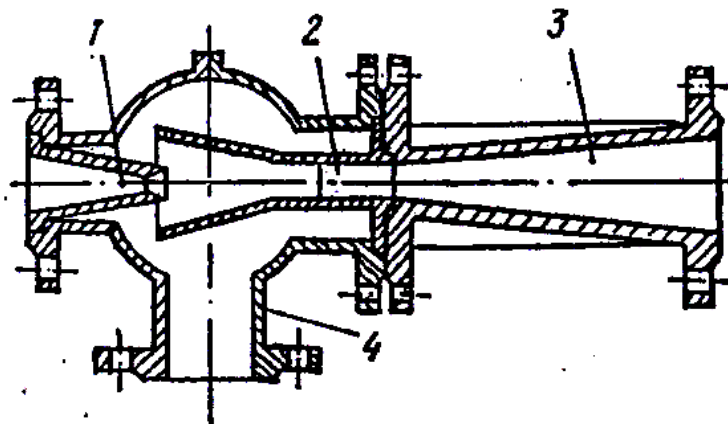
$$Q = FL \frac{n}{60} \quad (7.2)$$

bu yerda G' — porshen ko'ndalang kesimining yuzi; L — porshenning yurishi (bir borib kelishda bir tomonga yurgan yo'lining uzunligi);

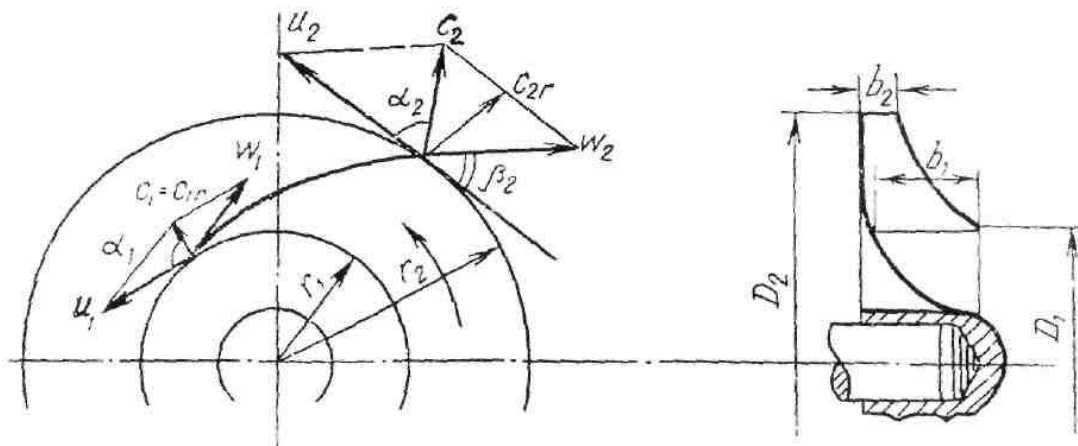
n - porshenning bir minutda borib kelish sonya (yoki krivoship shatunli mexanizmning aylanish soni) (7.4-rasm) Ko'p amaliy porshenli nasosning sarfi

$$Q = FL \frac{n}{60} i$$

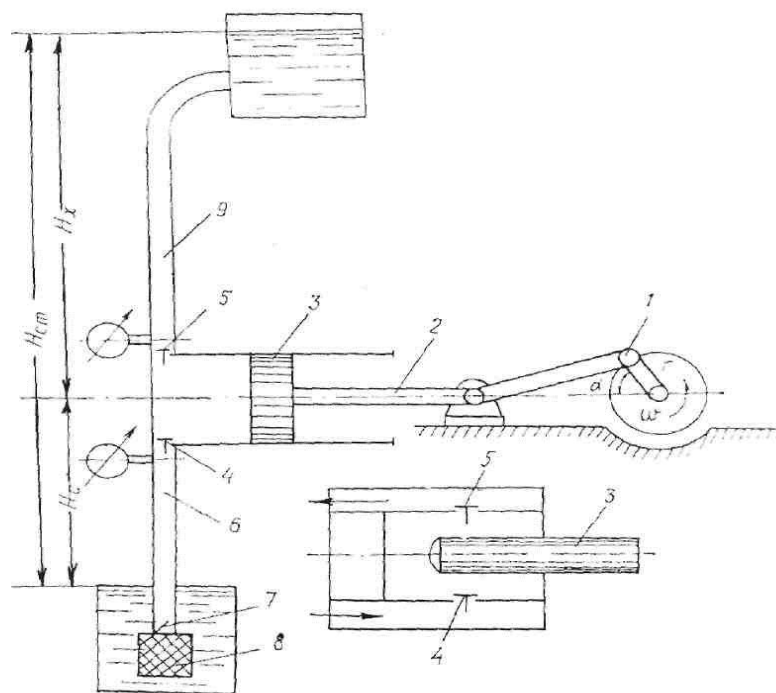
bu yerda i — nasos silindrlarining soni.



7.2-rasm. Hidroelevatorning sxemasi. 1-soplo; 2-aralashtirish kamerasi; 3-diffuzor; 4-suyuqlik so'rish patrubkasi.



7.3-rasm. Ish g'ildirigidan olingan nazariy bosimga doir sxema. W_1, W_2 - ish g'ildiragiga kirish va chiqimdagi nisbiy tezliklar; C_1 - kirishdagi tezlik; C_2 - chiqishdagi suyuqlikning absolyut tezligi; u_1, u_2 - aylanma tezliklar.



7.4-rasm. Bir tomonlama ishlaydigan krivoship-shatunli nasos:

1-krivoship shatunli mexanizm, 2-shtok, 3-porshen (plunjer), 4-so'rish klapani, 5-haydash klapani, 6-so'rish trubasi, 7-tirgak (tovon) klapan, 8-filtr, 9-haydash trubasi.

Ikki amaliy bir porshenli nasosning sarfi

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

bu yerda f — shtok ko'ndalang kesimining yuzi.

Boshqa turdagi nasoslarning sarfi to'g'risida tegishli nasos ustida to'xtalganda gapiriladi,

2. Nasosdan o'gayotgan suyuqlikning birlik og'irlikdagi miqdoriga berilgan energiya (boshqacha aytganda nasosdan o'tayotgan suyuqlik oqimi olgan solishtirma energiyasiga) nasosning bosimi deb ataladi va suyuqlik ustunining metrlari hisobida o'lchanadi.

Bosim ikki xil usulda aniqlanadi:

1. Nasos qurilmasining o'lchov asboblari ko'rsatuvi boyicha (nasos ishlab turganda);

2. Suyuqlikka nasos qurilmasi kismlarida berilgan solishtirma energiyalar yig'indisi boyicha.

Birinchi usulda bosim quyidagicha hisoblanadi. Avval nasosga kirishdagi energiya hisoblanadi:

$$e_1 = H_s + H_0 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g}$$

bu yerda H_s , P_1 , g_1 — so'rish balandligi, bosimi va tezligi. So'ngra nasosdan chiqishdagi energiyani hisoblanadi.

$$e_2 = H_s + H_0 + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g}$$

bu yerda H_0 – kirishdagi vakuumetr bilan chiqishdagi manometrlar o'rnatilgan sathlar farqi; P_x, g_x – haydash bosimi va tezligi.

Oxirida chiqish va kirishdagi solishtirma energiyalar farqini hisoblab, nasosdan o'tayotganda suyuqlik olgan energiya topiladi. Bu farq nasosning bosimiga teng buladi:

$$H = e_2 - e_1 = \left(H_s + H_0 + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g} \right) - \left(H_e + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{g_s^2}{2g} \right) = H_0 + \frac{p_x - p_s}{\gamma} + \frac{g_x^2 - g_s^2}{2g}. \quad (7.5)$$

So'rish bosimini vakuummetr ko'rsatkichi boyicha topish mumkin:

$$p_s = p_a - p_{vak}$$

Haydash bosimini esa manometr ko'rsatuvidan aniqladi:

$$p_x = p_a + p_M$$

Bu munosabatlardan foydalanib va vakuummetrik hamda manometrik bosimlarni tegishli bosim miqdorlari orqali ifodalab

$$H_{vak} = \frac{p_{vak}}{\gamma}; \quad H_M = \frac{p_M}{\gamma}$$

nasosning bosimi uchun quyidagi munosabatni olamiz:

$$H = H_M H_{vak} + H_0 + \frac{g_x^2 - g_s^2}{2g}$$

Ko'pincha, tezlik bosimlarining ayirmasi kichik miqdor bo'lgani uchun ularni hisoblashlarda nazarga olinmaydi.

Ikkinchi usul bilan bosimni hisoblash uchun avval ta'minlovchi idishdagi suyuqlik sathidagi kesim (1-1) va nasosga kirishdagi kesim (2-2) uchun Bernulli tenglamasi yoziladi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{g_s^2}{2g} + h_s$$

So'ngra nasosdan chiqishdagi kesim (3-3) va suyuqlikning eng yukori ko'tarilgan sathidagi kesim (4-4) uchun Bernulli tenglamasi yoziladi:

$$z_3 + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g} = z_4 + \frac{p_4}{\gamma} + \frac{g_4^2}{2g} + h_x$$

bu tengliklarda: z_1, z_2, z_3, z_4 — tegishli kesimlarning geometrik balandligi; h_s, h_x - so'rish va haydash trubalaridagi gidravlik qarshiliklar. Eng yuqori kesim (4-4) qabul qiluvchi idishdagi suyuqlik sathida desak, idishlarning kesimi trubalar kesimiga qaraganda katta bo'lgani uchun g_1 va g_4 larni g_s va g_x larga nisbatan kichik miqdor deb tashlab yuboramiz. Oxirgi ikki tenglamaga $z_2 - z_1 = H_1$, $z_4 - z_2 = H_2$ belgilashlarni kiritib, ulardan so'rish va haydash bosimlarini topamiz:

$$\frac{p_s}{\gamma} = \frac{p_1}{\gamma} - H_1 - \frac{g_s^2}{2g} - h_s$$

$$\frac{p_x}{\gamma} = \frac{p_4}{\gamma} + H_2 - \frac{g_x^2}{2g} + h_x$$

Olingan miqdorlarni (7.5) tenglamaga qoyib, ushbu tenglikni olamiz:

$$H = \frac{p_4 - p_1}{\gamma} + H_0 + H_2 + H_1 + h_s + h_x$$

Nasos qurilmasidan (7.3-rasm) dan ko'rinadiki $H_0 + H_2 = H_x$, $H_1 = H_s$
Bunga asosan

$$H_0 + H_2 + H_1 = H_x + H_s = H_{sm}$$

Ta'minlovchi va qabul qiluvchi idishlarda bosim, odatda, atmosfera bosimiga teng bo'ladi: ($r_1 = r_a$; $r_4 = r_a$). Shunga asosan bosim uchun yozilgan oxirgi tenglama quyidagi ko'rinishga keladi

$$H = H_{sm} + h_c + h_x \quad (7.7)$$

ochiq idishlarda nasosning bosimi suyuqlikni ko'tarish hamda so'rish va haydash trubalaridagi qarshilikni yengishga sarflanadi.

Bu yo'qotishlar uch xil turga bo'linadi: gidravlik, mexanik va hajmiy.

1. Gidravlik yo'qotishlar - nasosdagi gidravlik qarshiliklar (gidravlik ishqalanish, nasosga kirish va chiqishda, uyurmalar hosil bo'lishida va h.) ni yengishga sarflanadigan energiyadir. Bu yo'qotishlarni gidravlik FIK hisobga oladi;

$$\eta_r = \frac{H}{H + \Sigma h_{\omega_{nas}}}$$

Bunda $\Sigma h_{\omega_{nas}}$ — nasosdagi yo'qotishlar yig'indisi. Gidravlik FIK nasos ish g'ildiragi va kurakchalari, umuman nasosning tayyorlanish sifatiga bog'liq.

2. Mexanik yo'qotishlar - nasosning podshipnik va moydonlaridagi ishqalanishga, krivoship - shatunli mexanizmlarga sarflangan quvvat yo'qotishlari bo'lib, uni mexanik FIK hisobga oladi:

$$\eta_M = \frac{N_I}{N_B}$$

bu yerda N_I — nasosning indikator quvvati bo'lib, nasos validagi quvvat va mexanik yo'qotishlarga sarflangan quvvatlarning ayirmasiga teng.

Mexanik FIK podshipnik, moydon va ishqalanish roy beradigan boshqa qismlarning tayyorlanish sifatini va moslanganligini xarakterlaydi.

3. Hajmiy yo'qotishlar - suyuqlikning nasosdagi zichlagichlar, klapanlar orqali sirqib ketishi va nasos ish kameralarini etarli to'ldirmasligi natijasida royobga keladi.

Hajmiy FIK η_v - quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta_v = \frac{Q}{Q + \Delta Q}$$

bunda ΔQ — nasosdagi suyuqlikning hajmiy yo'qotishlari.

Hajmiy FIK nasosning germetiklik darajasini va ishlash sharoitini xarakterlaydi.

To'liq FIK yuqoridagi uch FIK larning ko'paytmasiga teng:

$$\eta = \eta_r \eta_v \cdot \eta_M \quad (7.8)$$

Porshenli nasoslarda $\eta = 0,7 \div 0,9$ markazdan qochma nasoslarda esa $\eta = 0,6 - 0,8$.

Nasos dvigateliga kerakli quvvat N_{dv} ushbu formula bilan aniqlanadi

$$N_{dv} = \frac{N_B}{\eta_{uzat}} a$$

bu yerda η_{uzat} — uzatish FIK; a — dvigatelning tasodifiy o'ta zo'riqishiga qarshi zapas koeffitsientidir, u dvigatel quvvatiga qarab $1,1 \div 1,5$ chegarasida bo'ladi.

Uzatmalarning turlari, tuzilishi va ishlash printsipti.

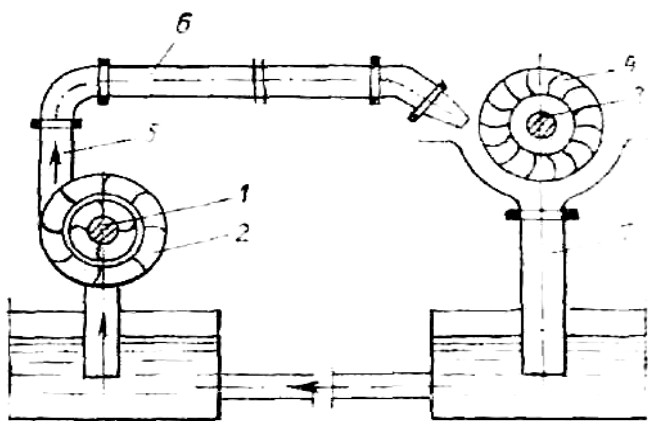
Suyuqlik ishtirokida harakat uzatadigan mexanizmlarga gidravlik uzatmalar deyiladi.

Qo'llanilish printsiptiga qarab gidravlik uzatmalar hajmiy va gidrodinamik turlarga bo'linadi.

Hajmiy gidravlik uzatmalar hajmiy nasoslar yordamida ishlaydi. Bunday uzatmalarda energiya boshqaruvchi valdan suyuqlik orqali statik bosim sifatida uzatilib, gidrodvigatelni ishga tushiradi.

Hajmiy gidravlik uzatmalarda boshqaruvchi valga energiya statik bosim ko'rinishida berilgani sababli uni ko'pincha gidrostatik uzatma ham deyiladi.

Gidrodinamik uzatmalar parrakli gidromashinalar yordamida ishlaydi. Bu yerda ish g'ildiraklarining parraklari yordamida suyuqlikka berilgan dinamik bosim energiyasidan foydalaniladi. Gidrodinamik uzatmalar ba'zan turbouzatma deb ham ataladi. Bunga sabab ularda markazdan qochma nasos va gidravlik trubinalarda birgalikda foydalaniladi.



7.5-rasm. Gidrouzatma.

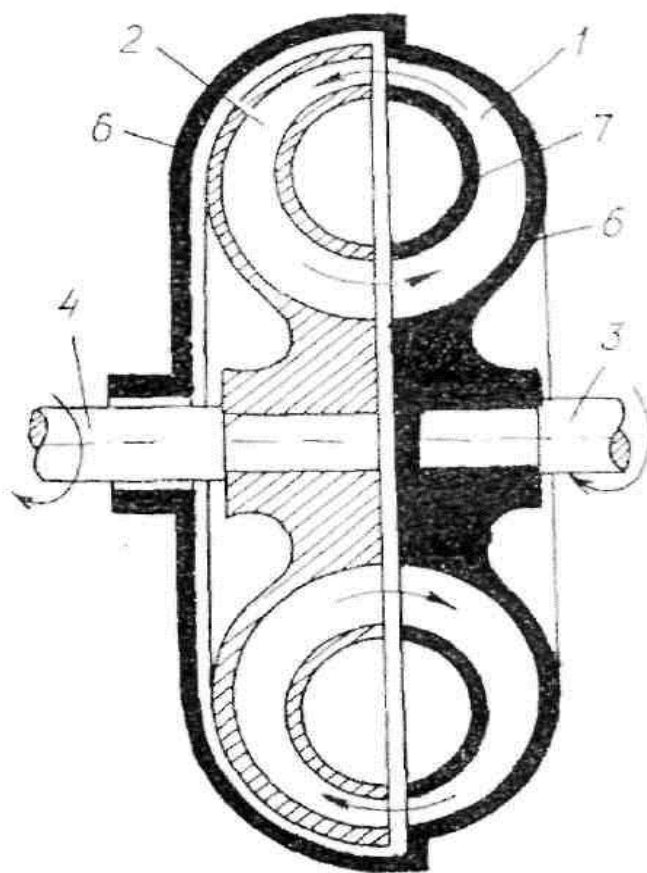
1-nasosning boshqaruvchi vali, 2-markazdan qochma nasos, 3-turbinaning harakat uzatuvchi vali, 4-turbina, 5-6-7-trubalar

Gidrodinamik uzatmalar bir oqimli va ikki oqimli bo'lishk mumkin. Bir oqimli gidrodinamik uzatmalarda hamma quvvat gidravlik g'ildiraklar orqali uzatiladi. Ikki oqimli gidrodinamik uzatmalarda esa dvigatel quvvatining bir qismi gidravlik g'ildiraklar orqali, ikkinchi qismi esa mexanik yo'l bilan uzatiladi. Gidrodinamik uzatmaning harakat printsiptini quyidagi sodda sxemada tushuntiramiz (7.5-rasm).

Nasos g'ildiraklarni aylantirishi bilan suyuqlik oqimiga energiya beriladi. Qo'shimcha energiya olgan suyuqlik turbina g'ildiragiga o'tadi va olgan energiyasini turbinaga berib, ish suyuqligi nasosga qaytadi. Suyuqlikning bunday yopiq harakati nasos va turbina g'ildiraklaridagi aylantiruvchi momentning uzatilishini ta'minlaydi.

Aylanish momentining uzatilish usuliga qarab gidrodinamik uzatmalar ikkiga bo'linadi:

- 1) gidromuftalar (7.6-rasm);
- 2) gidrotransformatorlar (7.7 - rasm).



7.6-rasm. Gidromufta.

1-nasos ish g'ildiragi, 2-turbina ish g'ildiragi, 3-nasos g'ildiragining vali, 4-turbina g'ildiragining vali, 5-6-nasos va turbina g'ildiraklarining yarim korpuslari, 7-yarimtor

Mashinalarda gidromufta va gidrotransformatorlar alohida va turli kombinatsiyalarda qo'llanilishi mumkin, ya'ni gidromufta va gidrotransformator,

gidromufta hamda ikki yoki uchta gidrotransformator va boshqalar bilan birgalikda ishlatiladi.

Gidrodinamik mufta yoki turbomufta 7.6-rasmda ko'rsatilgan.

Nasos va turbina g'ildiraklari shtamplangan yarim shar shaklida tayyorlanadi. Nasos va turbina g'ildiraklaridagi kuraklar ko'pincha ichki sirtga radial joylashtirilgan bo'ladi.

Nasos g'ildiragining aylanishi natijasida markazdan qochma kuch suyuqlikni strelka yo'nalishida harakat qilishga majbur qiladi. Suyuqlik turbina g'ildiragiga o'tganidan so'ng uni harakatga keltirib, kamaygan energiya bilan yana nasos g'ildiragiga qaytib keladi. Turbina g'ildiragining harakati esa yetaklanuvchi valga beriladi.

Gidromuftalar uzatish soni 1 ga teng bo'lgan gidrouzatmalarda ishlatiladi. Agar uzatish soni 1 dan farqli bo'lishi zarur bo'lsa, u holda har xil o'lchamli nasos va turbina qo'llaniladi. Turbina va nasoslarning o'lchamlari har xil bo'lgani sababli yo'naltiruvchi apparat qo'llash zarurati tug'iladi. Bunday qurilmaga gidrotransformator deyiladi (7.7-rasm).

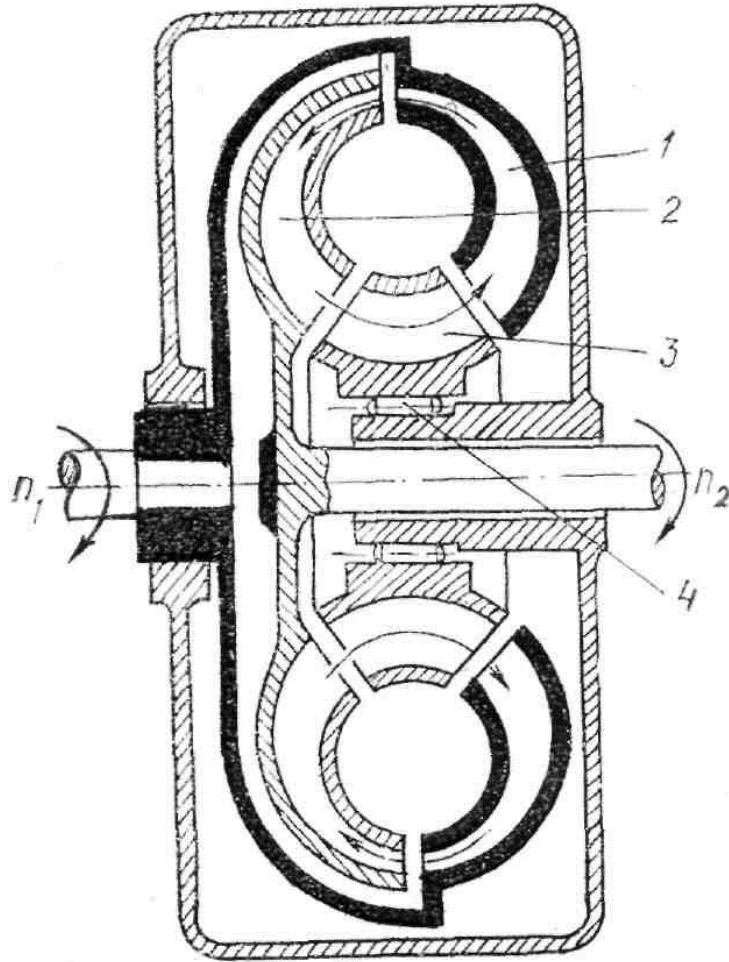
Gidrotransformatorida dvigatel yordamida harakatga keltiriluvchi nasos g'ildiragi 1 ish suyuqligini turbina g'ildiragi 2 ga yo'naltirali. Energiyani turbinaga berib, suyuqlik qo'zg'almas kurak 3 li yo'naltiruvchi apparat orqali nasosga qaytadi. Yo'naltiruvchi apparatning qo'zg'almas kuraklari nasos va turbina orasidagi suyuqlikning harakat miqdori momentini o'zgartiradi. Natijada turbinaning aylanish momenti va burchak tezligi mos ravishda o'zgaradi.

Gidrodinamik uzatmalar katta energiya sig'imiga ega bo'lib, kinetik imkoniyatlari deyarli cheklanmaganligi tufayli ular mashinasozlik texnikasining turli sohalarida keng qo'llanilmoqda

Bunda dvigatel bilan kuch uzatmasi orasida birk bog'lanish yo'qligi sababli dvigatel va uzatma qismlari zarbga uchramaydi. Gidravlik uzatmalar mashinani turgan joydan siljishida va tezlikni o'zgartirish natijasida hosil bo'ladigan keskin silkinishlarni kamaytiradi, bu esa mashinaning chidamliligini oshiradi, xizmat qilish vaqtini uzaytiradi.

Hajmiy gidrouzatmalar hajmiy gidromashinalar yordamida mexanik energiyani uzatish va o'zgartirish uchun mo'ljallangan. Hajmiy nasos va gidrodvigateldan tuzilgan qurilma hajmiy gidrouzatmaning printsiptial asosi hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda metallga ishlov beradigan deyarli hamma zamonaviy stanoklar hajmiy gidrouzatma bilan ta'minlangan. Shuningdek, paxta zavodlarida tola toylovchi gidropresslar ham gidro uzatmalar yordamida harakatga keladi.



7.7—rasm. Hidrotransformator:

1—nasos g'ildiragi, 2—turbina g'ildiragi, 3—yo'naltiruvchi apparat,
4 — podshipnik.

7.6-rasmda porshenli gidrouzatmaning sxemasi — nasos porshen 1 ning ilgari lama - qaytma harakatini kuch tsilindridagi porshen 2 ning ilgari lama - qaytma harakatiga aylantiruvchi qurilmaning printsipl sxemasi ko'rsatilgan. Porshen 1 strelka a bilan ko'rsatilgan yo'nalishda harakat qilganda suyuqlik kanal 3 boylab keladi va porshen 2 ni bosadi va uni v strelka bilan ko'rsatilgan yo'nalishda siljitadi. Porshen 2 ning boshqa tomonidagi tsilindrda bo'lgan suyuqlik kanal 4 dan chiqib ketadi. Porshen 1 strelka v yo'nalishi boylab harakat qilganda porshen 2 va u bilan bog'liq bo'lgan stol teskari yo'nalish boyicha harakat qiladi.

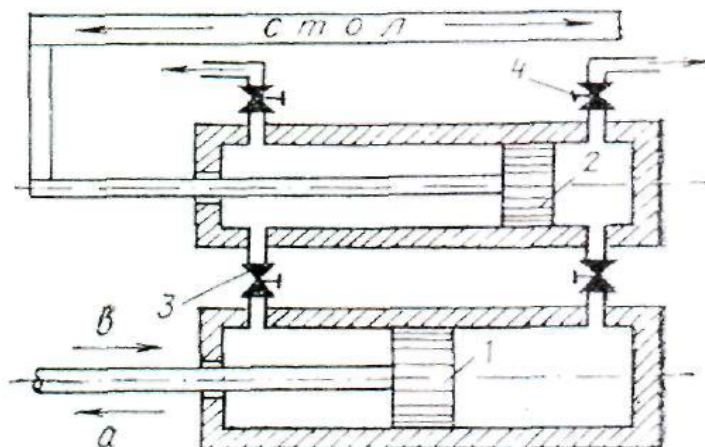
Gidrouzatmalarni hisoblash printsiplari. Kurakli gidrouzatmalarning, xususan, gidromufta va gidrotransformatorlarning vazifasi harakat momentini uzatishdan iborat bo'lgani uchun ularda asosiy parametrlar bo'lib momentlar va aylanish sonlari xizmat qiladi.

Yetaklanuvchi val momenti M_2 ning yetakchi val momenti M_1 ga nisbati transformatsiya koeffitsienti deb ataladi.

$$K = \frac{M_2}{M_1} \quad (7.9)$$

Gidromuftalarda transformatsiya koeffitsienti 1 ga teng bo'ladi. Aylanishlar sonlarining nisbati uzatishlar soni deb ataladi:

$$i = \frac{n_2}{n_1} \quad (7.10)$$



7.8.-rasm. Hajmiy gidrouzatma.

1-nasos porsheni, 2-kuch tsilindrining porsheni, 3-4-roslagich jumraklar

To'g'ri uzatuvchi transformatorlar uchun $i < 5$; gidroyuritmaning to'liq FIK quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta = \eta_{\text{teks}} \cdot \eta_{\text{gidr}} \cdot \eta_{M \text{ motor}} \cdot \eta_{M \text{ nas}} \quad (7.11)$$

To'g'ri uzatuvchi gidrotransformatorning FIK $\eta = 0,9$, teskari uzatuvchiniki esa $\eta = 0,65$ ga yetadi.

Gidromuftalarning FIK yuqoriroq bo'lib, $\eta = 0,98$ ga yetadi. Momentlar nisbatida mexanik yo'qotishdan boshqa barcha yo'qotishlar hisobga olingani uchun

$$\eta_r = \frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{n_2}{n_1} = K_i \quad (7.12^1)$$

Gidrodinamik uzatmalarda energiya uzatishni uning bir qismini suyuqlikning oqib ketishi bilan bog'liq bo'lgan gidravlik karshiliklarni yengishga

sarflamasdan amalga oshirib bo'lmaydi, masalan gidromuftada yetakchi va yetaklanuvchi vallarning aylanish sonlari teng bo'lmaydi.

Gidromuftalarda transformatsiya koeffitsienti birga teng ($K=1$) bo'lgani sababli (7.12¹) dan quyidagini olamiz:

$$\eta_r = i \quad (7.13)$$

Yetakchi va yetaklanuvchi vallar aylanish sonlari ayirmasining yetakchi val aylanish soniga nisbati gidromuftaning sirpanishi deyiladi va S bilan belgilanadi:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - \frac{n_2}{n_1} = 1 - i = 1 - \eta_r \quad (7.14)$$

Gidroyuritmaning nasos g'ildirigidan chiqishdagi harakat miqdori momentini topamiz:

$$M_{2K} = \frac{\gamma Q}{g} \cdot u_2 s_{u_2}$$

kuraklar oralig'iga kirishda esa

$$M_{1K} = \frac{\gamma Q}{g} \cdot u_1 s_{u_1}$$

Bundan tashqi kuchlarning burovchi momentini topamiz:

$$M_K = M_{2K} - M_{1K} = \frac{\gamma Q}{g} (u_2 s_{u_2} - u_1 s_{u_1}) \quad (7.15)$$

Shuningdek, turbina uchun burovchi moment quyidagicha aniqlanadi:

$$M_T = M_{1T} - M_{2T} = \frac{\gamma Q}{g} (u_1 s_{u_1} - u_2 s_{u_2}) \quad (7.16)$$

bu yerda Q — nasos va turbina g'ildiraklaridan o'tuvchi suyuqlik sarfi; u_2 va u_1 — turbina va nasos g'ildiraklarining tashqi va ichki radiuslari; $s_{u_2} = s_2 \cos \alpha_2$ va $s_{u_1} = s_1 \cos \alpha_1$ — absolyut tezliklarning aylanma tezlik yo'nalishidagi proektsiyalari.

Agar suyuqlikning nasos g'ildirigidan olgan energiya miqdori (bu yerda H_t —nasos hosil qilgan nazariy bosim) ga teng bo'lsa, u turbina g'ildiragiga ham shuncha energiya beradi. Bu esa vaqt birligida bajarilgan ishga teng

$$A = M \omega$$

bu yerda ω — etakchi val aylanishining burchak tezligi.

Bundan ko'rinadiki,

$$\gamma Q H_T = M \omega$$

ekanligini nazarga olsak, (7.15va (7.16) lardan bosim uchun tenglamalar olamiz:

$$H_{TK} = \frac{u_2 S_2 \cos \alpha_2 - u_1 S_1 \cdot \cos \alpha_1}{g} \quad (7.17)$$

va

$$H_{T.turb.} = \frac{u_1 S_1 \cos \alpha_1 - u_2 S_2 \cdot \cos \alpha_2}{g} \quad (7.18)$$

Tekis radial kurakli nasoslar uchun nazariy bosim quyidagicha ifodalanadi:

$$H_{TK} = \frac{u_2^2 - u_1^2}{g} \quad (7.19)$$

Yo'naltiruvchi apparati harakatchan gidrotransformatorlar universal gidroyuritgich bo'ladi. Agar yo'naltiruvchi apparat to'xtab tursa, u gidrotransformator vazifasini bajaradi. Agar yo'naltiruvchi apparat aylansa, bunday gidroyuritma gidromufta vazifasini bajaradi.

Ish suyuqligi markazdan qochma nasos g'ildirigidan energiya olib, turbina kuraklari orasidagi kanaldan o'tayotganda bu energiyani turbina g'ildiragiga beradi.

Gidromuftaning FIK nasos hamda turbina g'ildiragining bosimi va sarfi orqali taxminan aniqlanishi mumkin.

Nasos g'ildiragidagi sarf va bosim Q_1 va H_1 bo'lsin. U holda:

$$\eta_{ichki} = \frac{Q_2 \cdot H_2}{Q_1 \cdot H_1} \cong \eta_{ayl} \cdot \eta_r$$

bunda $Q_2 = Q_1 - \Delta Q, H_2 = H_1 - \Delta H$ ekanligi nazarda tutilgan bo'lib, ΔQ — nasos g'ildirigidan turbina g'ildiragiga o'tishidagi sarf yo'qotilishi; ΔH — bir g'ildirakdan ikkinchisiga o'tishidagi bosimning yo'qotilishi.

Gidromuftaning to'liq FIK i quyidagiga teng:

$$\eta = \eta_{ichki} \cdot \eta_{mex}$$

bu yerda η_{mex} — mexanik FIK.

Gidrotransformatorning to'liq FIK turbina g'ildiragi vali (etakchi val) dagi quvvat N_T ning nasos g'ildiragi vali (etaklanuvchi val)dagi; quvvat N_H ga nisbati sifatida ifodalanadi:

$$\eta = \frac{N_T}{N_H}$$

Gidrotransformatorning yetakchi valiga berilgan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_H = \frac{\gamma Q H_H}{1000 \eta_H \cdot \eta_a}, kVt$$

bu yerda H_H — nasos g'ildiragida hosil bo'lgan bosim;

η_a — yo'naltiruvchi apparatning FIK; η_H — nasos g'ildiragining to'liq FIK.

Turbika valida hosil bo'lgan quvvat:

$$N_T = \frac{\gamma Q H_H}{1000} \eta_T$$

bu yerda: η_T — turbina g'ildiragining to'liq FIK.

Quvvatlarining nisbati gidrotransformatorning to'liq FIKni beradi;

$$\eta = \frac{N_T}{N_H} = \eta_a \cdot \eta_H \cdot \eta_T$$

bu yerda

$$\eta_H = \eta_{XH} \cdot \eta_{GH} \cdot \eta_{MH}$$

$$\eta_T = \eta_{XT} \cdot \eta_{GT} \cdot \eta_{MT}$$

Hajmiy gidrouzatmalar hajmiy nasoslar bilan truboprovodlar birgalikda ishlagandagi kabi hisoblanadi.

Gidrouzatmalarning qo'llanilish sohalari. Ko'pincha, mashinalar orasida mexanik energiyani uzatish zarurati tug'ilganda ularning xarakteristikalari mos kelmaydi, natijada mashinalar tejamsiz rejimda, zo'riqib yoki to'la yuklanmasdan ishlaydi. Gidrouzatmalardan foydalanish yo'li bilan mashinalarning xarakteristikalarini moslab ishlatishga erishish mumkin. Lekin bu holda uzatma murakkablashadi va energiya sarflanishi ko'payadi.

Shuning uchun gidravlik uzatish orqali xarakteristikalarni moslash bilan bog'liq bo'lgan qo'shimcha yo'qotishlar ungacha bo'lgan umumiy yo'qotishlarga nisbatan kam bo'lsa, gidrouzatmalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, aylanishlar sonini ravon o'zgartirish zarur bo'lganda va kuch uzatishni avtomatlashtirishda gidrouzatmalardan foydalanish qulaydir.

Gidrouzatmalardan dvigatellarni xavfli zo'riqishdan saqlashda va turli mashinalarda aylanishlar sonini o'zgartirishda foydalaniladi. Sozlanmaydigan gidromuftalar burovchi momentlarni ravon uzatish yo'li bilan mashinalarni xavfli zo'riqishdan saqlashda ishlatiladi. Sozlanadigan gidromuftalar esa saqlagich vazifasini bajarishdan tashqari, turli mashinalarning aylanish sonini sozlashga ham yordam beradi.

Ular ayniqsa o'zgaruvchan tokda ishlaydigan, sozlanmaydigan elektr dvigatellaridan harakat oluvchi mashinalarning aylanish sonini o'zgartirishda qo'l keladi.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.

6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

8. Mavzu: GIDRAVLIK KUCH QURILMALARI. GIDROTURBINALAR. GODROELEKTROSTANSIYALAR.

MA`VZU REJASI:

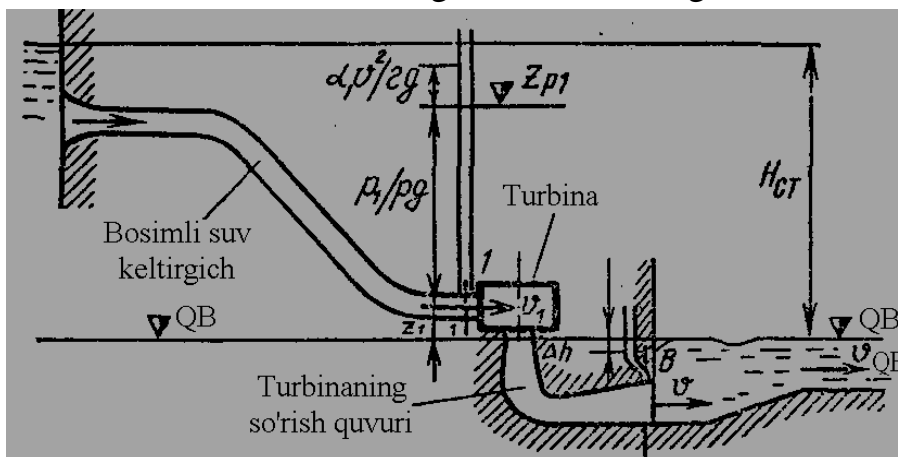
1. Gidravlik dvigatellar.
2. Aktiv va reaktiv turbinalar.
3. Godroelektrostansiyalar klassifikatsiyasi.
4. turbinaning bosim, quvvati va F.I.K.

Tayanch so'zlar: Qurilma g'ildiraklar, oqim sarfi, oqim quvvati, aktiv va reaktiv turbinalar, yunaldiruvchi apparat, diagnol turbina, hajmiy gidravlik va mexanik yuqotishlar, to'liq f.i.k., turbina kamerasi.

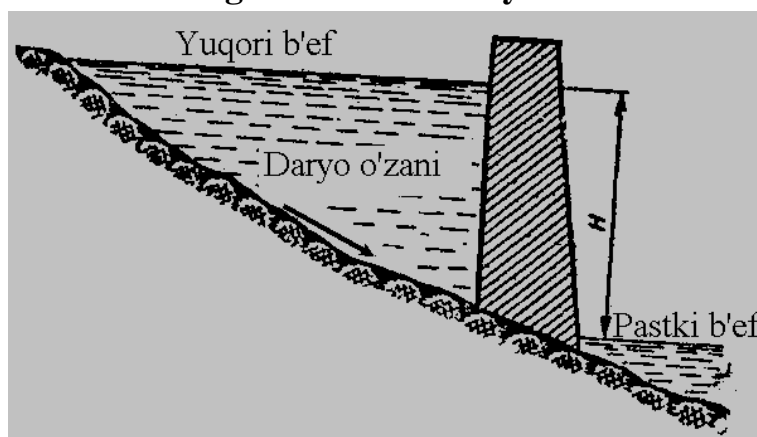
1. Gidravlik dvigatellar deb, suyuqlik energiyasini mexanik harakatga aylantirib beradigan qurilmalarga aytiladi. Hidro-dvigatellar hajmiy va markazdan sochma gidrodvigatellarga bo'linadi. Xajmiy gidrodvigatellarga kuch gidrotsilindrlari misol bo'la oladi va ular asosan gidrouzatlarning asosiy qismlaridan biri bo'lib xizmat qiladi. Ular biror hajmiy nasosdan berilayotgan suyuqlikning bosimi ta'sirida harakatga keladi.

Kurakli g'ildiraklar yordamida suyuqlik energiyasini mexanik xarakatga aylantirib beradigan mashinalar turbinalar deb ataladi. Turbinalar asosan gidroelektrostansiyalarda va gidrouzatlarda asosiy qism bo'lib xizmat qiladi.

Quyida biz gidroelektrostansiyalarda qo'llaniladigan turbinalar haqida to'xtalib o'tamiz. 8.1-rasmda turbinaning sxemasi keltirilgan.



8.1-rasm. Turbinani gidroelektr stansiyada o'rnatish sxemasi.



8.2-rasm. To'g'onning ustki va pastki b'eflari.

Ta'minlovchi suv sig'imi (odatda to'g'on oldidagi suv ombori) yuqori b'ef, qabul qiluvchi suv sig'imi (to'g'on dan keyingi havza) quyi b'ef deyiladi. Suv

yuqori b'efdanda truba orqali turbina bo'limiga kiradi va turbinani aylantirib, so'rish trubasi orqali quyi b'efga tushadi(8.2-rasm).

Turbinalarni hisoblash va tanlab olishda bosim H , quvvat N va foydali ish koeffitsiyenti asosiy parametrlar bo'lib hisoblanadi. Turbinaning ish bosimi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$H = H_{st} + \frac{\alpha_1 \cdot v_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 \cdot v_2^2}{2g} - h_{12} \quad (8.1)$$

bu erda $H_{st} = Z_1 - Z_2$ -ta'minlovchi va qabul qiluvchi suv sig'implari sathlarining ayirmasi; v_1, v_2 - sistemaga kirish va chiqishdagi tezliklar; h_{12} —suv keltiruvchi va so'rish trubalari hamda mahalliy qarshiliklarda yuqotilgan bosim.

Hisoblash ishini osonlashtirish uchun quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$H = H_{st} - h_{12} \quad \text{Я} = \text{Я}_{\text{CT-П12}}. \quad (8.2)$$

Suv oqimining quvvati quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$N_s = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102}, kVt \quad (8.3)$$

yoki SI sistemasida

$$N_s = \frac{\gamma Q \cdot H_s}{1000}, kVt$$

bu yerda Q — oqimning sarfi; N_s — oqimning bosimi;

$$H = H_{st} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \quad (8.4)$$

Gidroelektrostansiyaning quvvati esa quyidagicha hisoblanadi:

$$N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102} \eta_T \cdot \eta_g,$$

yoki SI sistemasida

$$N = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{1000} \eta_T \cdot \eta_g, \quad (8.5)$$

bu yerda η_T — turbinaning foydali ish koeffitsiyenti; η_g — generatorning foydali ish koeffitsiyenti.

2. Hidroturbinalar ishlash prinsipiga qarab aktiv va reaktiv turbinalarga bo'linadi.

Aktiv turbinalar XIX asrda qo'llanila boshlagan, bu turbinalarning ishlash prinsipi gidravlik oqimchalarning turbina ish g'ildiragi cho'michlariga ta'sir qilishiga asoslangan bo'lib, ularni oqimchali turbinalar deb ham atash mumkin. Ularda oqimchanning kinetik energiyasi cho'michga va u orqali ish g'ildiragiga beriladi. Aktiv turbinalarda ish g'ildiragi kuraklarning hammasi emas, balki ishlayotgan soplolar nechta bo'lishiga qarab bir, nechtasi oqimcha ta'siriga bir vaqtda uchraydi. Bunday turbinalarning xususiyatlaridan biri shuki, kurakka urilgan oqimcha kuraklar orasidagi soxani batamom to'ldirmaydi. Suvning ish g'ildiragi kuraklariga kirish va ulardan chiqish tezliklari deyarli bir xil bo'lib, g'ildirakning ikki tomonidagi bosimlar (atmosfera bosimiga) tengdir. Kuraklarda suv tezlanish olmagan sababli reaktiv prinsipi bo'lmaydi. Kuraklarda bosim oqimchanning kurakka bevosita ta'siri orqali (uning kurakdagi yunalishi o'zgarib borgan holda) hosil qilinadi.

Reaktiv turbinalar amerikalik injener Frensis (1849 y.) va chex professori Viktor Kaplan (1912 y.) nomi bilan bog'liq.

Reaktiv turbinalarda suvning asosiy potensial energiyasi mexanik harakatga aylantiriladi. Reaktiv turbinalar so'rish trubasi bilan birga ishlatiladi. So'rish trubasi ta'sir etuvchi bosimni kuchaytirishga yordam beradi va bu xususiyat ayniqsa kichik bosimlarda qo'llaniladigan turbinalarda muhimdir. Ta'sir etuvchi bosimni oshirish uchun reaktiv turbinalar bilan birga yunaltiruvchi apparat ham ishlatiladi.

Yunaltiruvchi apparat va turbina g'ildiragi kuraklarining oraliqlari suv bilan batamom to'ladi va g'ildirakning yuqorisi va pastida bosimlar turlicha bo'ladi. Reaktiv turbinalarda suv ish g'ildiragini o'rab turuvchi, yunaltiruvchi apparatdan chiqib, g'ildirak kuraklari oralig'i orqali so'rish trubasiga o'tadi. Bunda yunaltiruvchi apparatdan chiqishdagi va so'rish trubasiga kirishdagi bosimlar farqi ta'sirida g'ildiraklar orasida harakatlanayotgan suvning tezligi ortib boradi. Suvning bunday tezlanishli harakati ish g'ildiragi kuraklarida reaktiv kuch hosil qiladi. Bu kuch ta'sirida ish g'ildiragi aylanma harakat qiladi.

Yunaltiruvchi apparat kuraklarining holatini o'zgartirib, turbinaning ishlash rejimini o'zgartirish va hatto turbinaga kelayotgan suvni butunlay to'xtatib qo'yish mumkin.

Gidroturbinalar bosimning qiymatiga qarab yuqori bosimli, o'rtacha bosimli va kichik bosimli turbinalarga bo'linadi:

1) bosimi 80 m dan kichik ($H < 80m$) turbinalarga kichik bosimli turbinalar deyiladi. Bunday turbinalarga o'qiy va kichik bosimli diagonal hamda radial-o'qiy turbinalar kiradi;

2) bosimi 80 m dan 500 m gacha ($80m < H < 500m$) bo'lgan turbinalarga o'rtacha bosimli turbinalar deyiladi va ularga radial-o'qiy hamda yuqori bosimli diagonal turbinalar kiradi;

3) bosimi 500 m dan yuqori ($H < 500m$) bo'lgan turbinalarga yuqori bosimli turbinalar deyiladi va ularga aktiv turbinalar kiradi. Turbina ish g'ildiragida oqimchaning qanday yunalishiga qarab ular o'qiy, diagonal, radial-o'qiy (aktiv) turbinalarga bo'linadi.

O'qiy turbinalar ish g'ildiragining ichki va tashqi diametrlari teng bo'lib, ularda oqimcha g'ildirak o'qi yunalishida harakat qiladi. Bu turbinalar bosim 70 m gacha bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Diagonal turbinalarda ish g'ildiragi tashqi va ichki diametrlarining nisbati 1,1... 2,2 ga teng bo'lib, oqimcha g'ildirak o'qiga o'tkir burchak ostida yunalgan bo'ladi. Ular bosimning qiymati 40...200 m bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Radial-o'qiy turbinalarda oqimcha yunaltiruvchi apparatdan g'ildirak o'qiga tik yunalishda chiqib, ish g'ildiragida o'z yunalishini 90° ga o'zgartiradi va g'ildirakdan chiqib, so'rish trubasiga kirishda o'q yunalishida harakat qiladi. Bunday turbinalar bosim 50... 700 m bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Oqimchali turbinalarda esa oqimcha turbina g'ildiragining cho'michiga eng ko'p reaktiv kuch beradigan qilib yunaltirilgan bo'ladi. Bu turbinalar bosim 400... 700 m bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Turli turbinalarning bosimi uchun yuqorida ko'rsatilgai chegaralar shartli bo'lib, bosimning kamayishi yoki ko'payish tomonga o'zgarib turish hollari uchrashi mumkin.

Turbinalar konstruktiv belgilariga qarab to'rt turga bo'linadi:

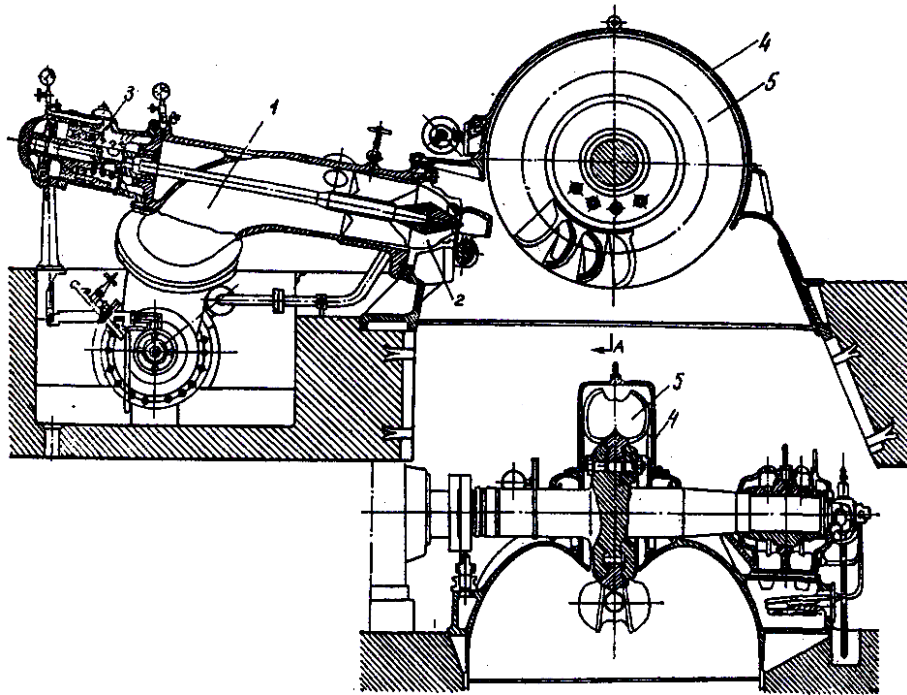
1) radial-o'qiy; 2) propellerli; 3) burilma kurakli; 4) cho'michli.

Gidroturbinalarning umumiy tuzilishi va ishlash protsessi.

Turbinalarning tuzilishi konstruktiv turiga qarab turlicha bo'ladi.

Aktiv turbinaga misol sifatida cho'michli turbinaning sxemasini keltiramiz (9.3rasm). Cho'michli turbinalar ish g'ildiragi atrofiga kovsh (cho'mich) o'rnatilgan diskdan iborat. Suv ish g'ildiragiga yunaltiruvchi apparat vazifasini bajaruvchi va torayib boruvchi naycha shaklida ishlangan soplo yordamida beriladi. Soploda truba orqali kelgan suvning barcha energiyasi (yuqotilgan energiyadan tashqari) kinetik energiyaga aylanadi. Turbinaning konstruktiv tuzilishi va quvvatiga qarab, soplo bittadan to'rttagacha bo'ladi, Bunday turbinaning quvvati 50 ming kVt gacha yetadi.

8.3 - rasmda cho'michli turbinaning sxematik kesimi keltirilgan.



8.3 - rasm. Aktiv turbina sxemasi:

1-turbinaga suv keltirgich truba, 2 - ignali soplo, 3 - ignani boshqaruvchi mexanizm, 4 – g'ilof, 5 – cho'michli ish g'ildiragi.

Soplolarda o'rnatilgan igna uning o'qi bo'yicha harakat qiladi. Igna harakat qilganda soplodan chiqishdagi kesim o'zgaradi, natijada soplodan chiqayotgan suvning sarfi o'zgaradi. Shu yo'l bilan cho'michli turbinalarda quvvat o'zgartiriladi. Ignaning eng ko'p chiqarilgan holatida soplone chiqish yo'li butunlay to'silib qoladi va turbina to'xtaydi.

Cho'michlarning o'rtasida do'nglik bo'lib, u suvni ikki qismga ajratadi. Bu ajralgan ikki oqimning har biri cho'michning chetiga eng kichik tezlikda kelib, tushib ketadi. Natijada suvning kinetik energiyasi ish g'ildiragini aylantiruvchi mexanik energiyasiga aylanadi. Cho'michlar diskning aylanasi bo'yicha bir tekis joylashganligi uchun ish g'ildiragi aylanganda cho'michlar oqimchani galma-galdan qabul qiladi.

Aktiv (cho'michli) gidroturbinalarga suv yuqori b'efdand truba orqali olib kelinadi. Suv keltiruvchi trubadan soploga o'tadi va bu yerda kesimi torayib borgan uchun kinetik energiya ortadi, ya'ni yuqorida aytilganidek, suvning barcha energiyasi kinetik energiyaga aylanadi. So'ngra u soplodan juda katta tezlik bilan oqimcha tarzida otilib chiqadi va ish g'ildiragining cho'michlariga uriladi. Soplodan chiqayotgan oqimchanning tezligi qo'yidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$v_s = \varphi \sqrt{2gH} \quad (8.6)$$

Bu formula teshiklardan va naychalardan oqayotgan oqimchalarni tekshirishda keltirib, chiqarilgan. Oqimchanning ish g'ildiragida ish hosil qilgan momenti quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$M = \rho Q (0,5D_1 \cdot v_1 \cos \alpha_1 - 0,5D_2 v_2 \cos \alpha_2) \quad (8.7)$$

bu yerda v_1, v_2 - suvning cho'michga kirish va cho'michdan chiqishdagi tezligi; α_1, α_2 - suvning cho'michga kirish va cho'michdan chiqish burchaklari. Bosim esa quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$H = \frac{v_s}{g} (c_1 \cos \alpha_1 - c_2 \cos \alpha_2) \quad (8.8)$$

Oqimchanning turbinaga bergan momenti formulasi (8.7) dan ko'rinib turibdiki, $\alpha_2 = 90^0$ bo'lsa, oqimchanning energiyasidan maksimal foydalaniladi. Bu holda turbina ish g'ildiragidan ketayotgan oqim eng kichik kinetik energiya zabasiga ega bo'lib, moment maksimal bo'ladi:

$$M = \rho Q \cdot 0,5D_1 c_1 \cos \alpha_1 \quad (8.9)$$

Bosim esa bunday hisoblanadi:

$$H = \frac{v_s c_1}{g} \cos \alpha_1 \quad (8.10)$$

Lekin oqimning barcha energiyasi turbinaga berilmaydi. Energiyaning bir qismi gidravlik va mexanik qarshiliklarni yengishga sarf bo'ladi, bir qismi ishlab bo'lganda va turbinadan oqib tushayotgan suvda qoladi (yuqotiladi).

Shunday qilib, foydali bosim quyidari formula bilan topiladi:

$$H_{\eta_T} = \frac{v_s}{g} (c_1 \cos \alpha_1 - c_2 \cos \alpha_2) \quad (8.11)$$

$\alpha_2 = 90^0$ bo'lganda (8.5) quyidagicha yoziladi:

$$H_{\eta_T} = \frac{v_s}{g} c_1 \cos \alpha_1 \quad (8.12)$$

Yuqotilgai energiyaning to'liq miqdori mashinaning, inshootning va tarmoqning sifatiga qarab gidroustanovkaga keltirilgan oqim energiyasining 20...40% ini tashkil qiladi.

Turbinaning F.I.K deb turbina berayotgan energiyaning unga sarflangan energiyaga nisbatiga aytiladi. F.I.K ni bosh universal xarakteristika yordamida aniqlash mumkin.

Ikkinchi tur turbinalar reaktiv turbinalar bo'lib, ular yuqorida aytilgan, radial-o'qiy, propellerli, burilma-kurakli turbinalarga bo'linadi. 8.4-rasmda radial-o'qiy turbinaning sxemasi keltirilgan bo'lib, uning ish g'ildiragi spiral truba va yunaltiruvchi apparatning o'rtasiga o'rnatilgan bo'ladi. Bu turbinaning ish g'ildiragi aylana bo'yicha bir tekis joylashgan va burilma shaklida bo'lgan bir qancha kuraklardan tashkil topgan. Kuraklar halqalarga o'rnatilgan bo'ladi. Kuraklarning soni 12 dan 20 gacha bo'ladi (ko'p hollarda 14—15 kurak bo'ladi). Turbina valiga generatorning vali mahkamlangan.

Reaktiv turbinalarda suv oqimi spiral kamera orqali yo'naltiruvchi apparatga kiradi. So'ngra turbina kamerasiga o'tib, reaktiv kuch hosil qiladi va turbina g'ildiragini harakatga keltiradi. Ish g'ildiragiga kelayotgan oqim yunaltiruvchi apparatda shakllantiriladi. Yunaltiruvchi apparat aylanma joylashgan kuraklardan iborat panjara bo'lib, uning xarakterli ko'rsatkichi panjaraning zichligi va kuraklarning shaklidan iborat. Shunday qilib, yunaltiruvchi apparat kirishda va chiqishda diametrlari ρ_1 va ρ_2 bo'lgan hamda kuraklardan tashkil topgan panjara bo'lib, chiqishda suv tezligi (c_0) ning yunalishi kuraklarning chiqishidagi qirrasining yunalishiga yaqin bo'ladi.

Kuraklar radial joylashgan yunaltiruvchi apparatga berilgan sarf uchun tezlik:

$$c_0 = \frac{Q}{\pi D_2 \cdot \beta \cdot \sin \alpha} \quad (8.13)$$

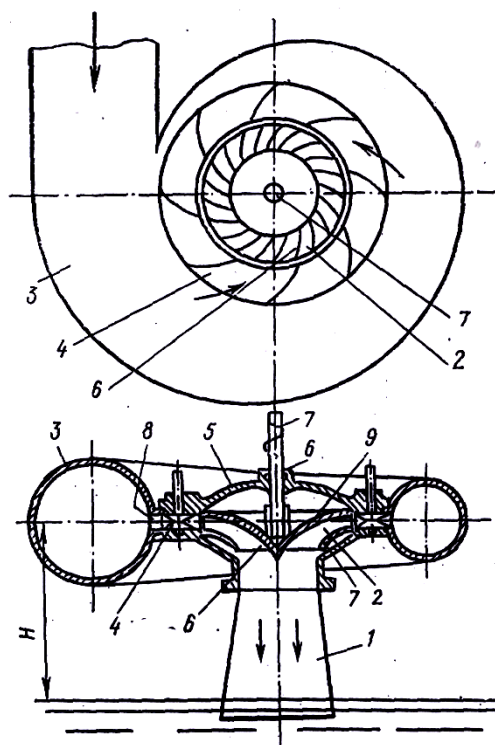
bu yerda β — yunaltiruvchi apparatniyag balandligi; α - kurakning chiqish kirasining aylanaga urinma bilan tashkil qilingan burchagi.

Tezlikni radial va aylanma tezliklarga ajratish mumkin:

$$\begin{aligned} c_{or} &= c_o \sin \alpha \\ c_{or} &= c_o \cos \alpha \end{aligned} \quad (8.14)$$

(8.13) va (8.14) dan ko'rinadiki, sarf radial tezlik orqali aniqlanar ekan:

$$Q = c_{or} \pi D_2 b \quad (8.15)$$



9.4-rasm. Radial-o'qiy turbina sxemasi: 1-so'rish trubasi, 2-ish g'ildiragi, 3-spiral kamera, 4-yunaltiruvchi apparat, 5-turbinaning qopqog'i, 6-zichligi, 7-turbinaning vali.

Reaktiv turbina ish g'ildiragi orqali o'tayotgan oqim unda reaktiv kuch hosil qiladi. Bu reaktiv kuchning momenti quyidagi formula yordamida hisoblanadi;

$$M = \frac{\rho Q}{2\pi} (G_1 - G_2) \quad (8.16)$$

bu yerda $G_1 = \pi D_{1p} c_1 \cos \alpha$ -oqimning ish g'ildiragiga kirishdagi sirkulyatsiyasi; $G_2 = \pi D_{2p} c_2 \cos \alpha$ - chiqishdagi sirkulyatsiyasi.

Bu formuladan ko'rinadiki, ish g'ildiragida burovchi moment shunday holda hosil bo'ladiki, bunda g'ildirak kuraklari yordamida oqimga ta'sir qilib, uning sirkulyatsiyasini o'zgartiradi. Turbinaning bosimi esa quyidagicha hisoblanadi:

$$H_{\eta_T} = \frac{\omega}{2\pi g} (G_1 - G_2) \quad (8.17)$$

bu yerda ω — ish g'ildiragining burchak tezligi.

Sirkulyatsiyaning miqdorini qo'ysak. (9.17) formula gidromashinalarning asosiy tenglamasiga aylanadi;

$$H_{\eta_T} = \frac{u_1 \cdot c_1 \cos \alpha_1 - u_2 \cdot c_2 \cos \alpha_2}{g} \quad (8.18)$$

F.I.K turbinadan olingan quvvatning unga keltirilgan quvvatga nisbati bo'lib, keltirilgan quvvatning bir qismi yuqotilishini bildiradi. Quvvatning yuqotilishi uch xil yuqotishdan tashkil topadi: hajmiy, mexanik va gidravlik yuqotishlar.

Hajmiy yuqotishlar. Turbinaga keltirilgan sarfning hammasi ish g'ildiragi orqali o'tmaydi, balki uning bir qismi (ΔQ) aylanuvchi ish g'ildiragi va unga tutashgan boshqa qo'zg'almas qismlar orasidagi tirqishlar orqali o'tib, ish protessida qatnashmaydi. Keltirilgan sarf Q ga teng bo'lsa, u xolda hajmiy F.I.K quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta_x = \frac{Q - \Delta Q}{Q} = 1 - \frac{\Delta Q}{Q} \quad (8.19)$$

Gidravlik yuqotishlar quyidagilardan tashkil topgan: ish g'ildiragiga kirishdagi urilishga ketgan yuqotish; suv keltiruvchi turbinalardagi uzunlik bo'yicha va mahalliy qarshiliklarga yuqotish; so'rish turbinasidagi yuqotishlar. Natijada foydali bosim H_ϕ sarflangan bosim H dan kichik bo'ladi. Foydali bosimning sarflangan bosimga nisbati gidravlik F.I.K ni beradi:

$$\eta_g = \frac{H_\phi}{H} \quad (8.20)$$

Mexanik yuqotishlar turbinada hosil qilingan quvvatning generator valiga berilishda turli ishqalanish kuchlarini yengish uchun uning bir qismining sarf bo'lishini bildiradi. Turbina hosil qilgan quvvat N_T va generatordan olingan quvvat N_r larning farqi mexanik yuqotishlar (ΔN) ni beradi. Bu yuqotishlarni mexanik F.I.K yordamida aniqlanadi:

$$\eta_m = \frac{N_g}{N_T} = \frac{N_T - \Delta N}{N_T} = 1 - \frac{\Delta N}{N_T} \quad (8.21)$$

Hajmiy gidravlik va mexanik F.I.K larning ko'paytmasi to'liq F.I.K ni beradi:

$$\eta = \eta_x \cdot \eta_g \cdot \eta_m \quad (8.22)$$

Shunday qilib, sarflangan quvvat quyidagicha hisoblanadi:

$$N = \frac{\gamma \cdot H \cdot Q}{102\eta}, kVt$$

yoki SI sistemasida

$$N = \frac{\gamma \cdot H \cdot Q}{1000\eta}, kVt \quad (8.23)$$

Bosh universal xarakteristikada F.I.Klarning izolinialari keltirilgan bo'lib, turbinaning yaxshi ishlashi uning boshqa parametrlar qatorida F.I.K ni ham to'g'ri tanlab olishga bog'liq.

4. Hidroelektr stansiyalar klassifikatsiyasi

Gidroelektr stansiyalar gidroturbinalar yordamida suv energiyasini mexanik energiyaga, so'ngra uni generator yordamida, elektr energiyasiga aylantirib beruvchi inshootlar kompleksidir.

Gidroelektr stansiyalar bir necha xil yo'l bilan klassifikatsiyalanishi mumkin, jumladan:

oqar suvlarning kinetik energiyasidan foydalanishga mo'ljallangan to'g'onsiz GESlar

suv bosimini bir joyga yig'ish uchun daryoning biror joyiga, qurilgan to'g'onli GESlar

suvni turbinaga shoxobcha kanal orqali olib beradigan shoxobchali gidroelektr stansiyalar; shoxobcha kanalli GESlar u navbatida to'g'onli va to'g'onsiz bo'lishi mumkin.

Elektr stansiyalarni turlicha klassifikatsiyalash mumkin

1) elektr stansiyalar binosi to'g'onga nisbatan joylashishi qarab:

a) to'g'on yoni elektr stansiyasi (5-rasm).

b) to'g'on ichi elektr stansiyasi (6-rasm).

v) to'g'on orti elektr stansiyasi (7-rasm).

2. GESlar quvvatiga qarab:

a) katta quvvatli 250 mVt dan ko'p;

b) o'rtacha quvvatli 250 mVt gacha;

v) kam quvvatli 5 mVt gacha.

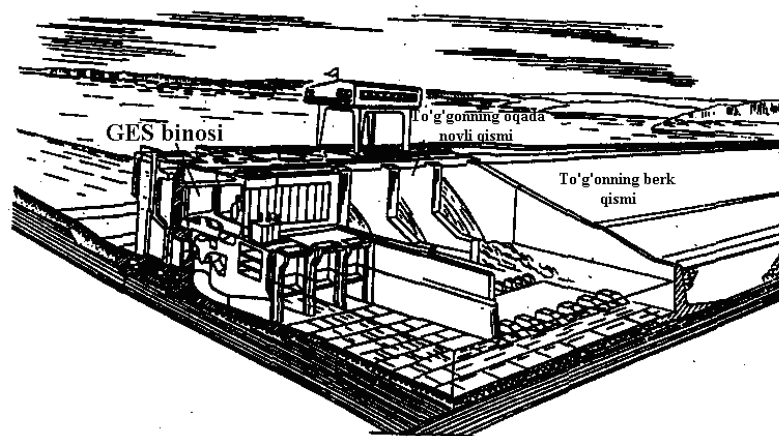
3) suvning bosimiga qarab:

a) yuqori bosimli (60 metrdan ortiq);

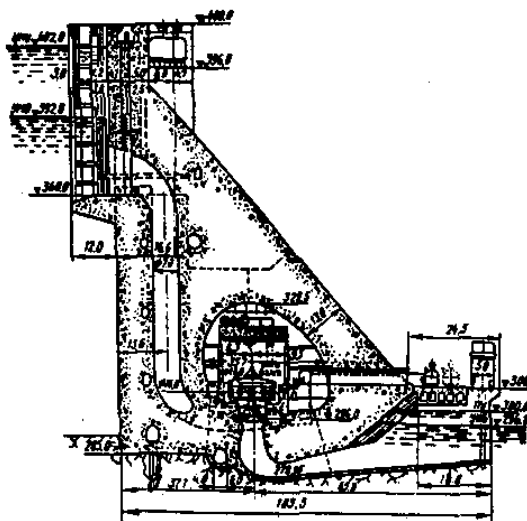
b) o'rta bosimli (25 metrdan 60 metrgacha);

v) past bosimli (3 metrdan 25 metrgacha).

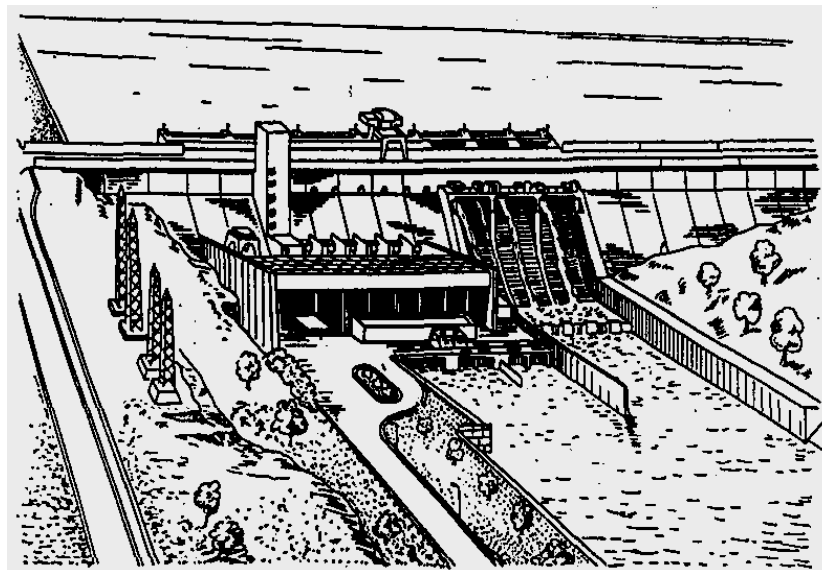
Shoxobchali gidroelektr stansiyalar to'g'onsiz (ya'ni suv daryoning yuqori kesimidan shoxobcha kanal yordamida suv ombori orqali turbinaga keladi va to'g'onlilarga (suv to'g'on yonidan shoxobcha kanal orqali turbina: keladigan) bo'linadi.



8.5-rasm. To'g'on yoni elektr stansiyasining sxemasi



8.6-rasm. To'g'on ichi elektr stansiyasi.



8.7-rasm. To'g'on orti elektrostansiyasi.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O‘qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O‘zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O‘qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

9.Mavzu . ISSIQLIK TEXNIKASI. ISSIQLIK TEXNIKASINING QO'LLANILISH SOHALARI, ASOSIY TUSHUNCHALARI. ISSIQLIK O'TKAZUVCHANLIK.

Reja:

1. Issiqlik texnikasi, issiqlikdan foydalanishning energetikaviy va texnologik turlari.
2. Temperatura maydoni,temperatura gradiyenti va Furrye qonuni.
3. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.
4. Devorning issiqlik o'tkazuvchanligi.

Tayanch iboralar: *issiqlik dvigatellari, temperatura maydoni,temperatura gradiyenti, izotermik sirt, issiqlik oqimi zichligi, solishtirma issiqlik oqimi, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, konveksiya, nurlanish, issiqlik uzatish, Furrye qonuni.*

Issiqlik texnikasi texnikaning issiqlik olish va undan foydalanish masalalari bilan shug'ullanadigan tarmog'idir.

Issiqlikdan foydalanishning ikki; energetikaviy va texnologik turi bor.

Issiqlikdan energetikaviy foydalanish issiqlikni mexanikaviy ishga aylantirish protsesslariga asoslangan. Bu protsesslar texnikaviy termodinamikada o'rganiladi.

Issiqlikni ishga aylantirishda foydalaniladigan issiqlik texnikaviy qurilmalar issiqlik dvigatellari deyiladi. Ularga ichki yonuv dvigatellari, bug' va gaz turbinalari kiradi.

Issiqlikdan texnologik foydalanish turli xil texnologik protsesslarni amalga oshirishda bevosita qizdirish (yoki sovitish) protsesslari uchun issiqlikdan foydalanishga asoslangan.

Turli xil metallurgiya pechlari, isitish pechlari, termik ishlov berish, qo'ritish va kuydirish (pishirish) pechlari, ximiyaviy va neftni haydash korxonalarida belgilangan issiqlik rejimini saqlab turadigan pechlar, issiklik almashinuv apparatlari va shunga o'xshashlar issiqlikning bevosita keltirilishi yoki olib ketilishidan texnologik maqsadlarda foydalaniladigan qurilmalar jumlasiga kiradi.

Jismlar orasidagi issiqlik almashinuvi va issiqlikning bir jism ichida tarqalish protsesslarining qonuniyatlarini o'rganadigan fan *issiqlik uzatish* deyiladi. Issiqlik almashinuv qonunlarini o'rganish mashina, dvigatel, apparat va shu kabilarning ish protsesslarida vujudga keladigan issiqlik oqimlarini boshqarish uchun zarur.

Issiqlik uzatish nazariyasida ikkita asosiy masala ko'riladi:

1. Berilgan sharoitda bir jismdan boshqa jismga uzatiladigan yoki jismning bir qismidan ikkinchi qismiga o'tadigan issiqlik miqdorini aniqlash.

2. Issiqlik almashinuv protsessida ishtirok etayotgan jismning turli qismlaridagi temperaturani aniklash.

Temperaturalar farqi issiqlik almashinuvining zaruriy va yetarli shartidir.

Issiqlik uch xil usulda: issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish usulida uzatiladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik—jismning turli temperaturali ayrim qismlari bir-biriga bevosita tekanda issiqlik energiyasining tarqalish protsessi.

*Konveksiya**—muayyan hajmdagi suyuqlik yoki gazning (Bu yerda va bundan keyin suyuqlik deganda qattiq jismni o'rab olgan suyuq yoki gazsimon muhit tushuniladi) fazoda bir xil temperaturali sohadan boshqa temperaturali sohaga o'tishida energiyaning uzatilish protsessi. *Konveksiya—latince so'z bo'lib, o'tish (ko'chish) degan ma'noni bildiradi.

Nurlanish (nuriy issiqlik almashinuv) – energiyaning elektrmagnitaviy to'lqinlar vositasida uzatilish protsessi. Nurlanish bilan issiqlik uzatilishida energiya ikki marta o'zgaradi: ko'proq qizdirilgan jism elektr-magnitaviy to'lqinlar tarzida energiya chiqaradi (nurlanadi), kamroq qizdirilgan jism esa bu energiyani yutadi va isiydi.

Jismlar orasidagi issiqlik almashinuvida, odatda, bu uchala usulning hammasi bir vaqtda sodir bo'ladi. Uchala usulning birgalikda amalga oshishi turlicha bo'lishi mumkin. Bunda issiqlik almashinuv sodir bo'layotgan sharoitga qarab bir usul boshqa usulga nisbatan ustunlik qilishi mumkin.

Lekin bu usullar turli xil qonuniyatlarga bo'ysunganligi sababli issiqlik almashinish protsesslarini o'rganishda issiqlik uzatilishining turli usullarini (issiqlik o'tkazish, konveksiya va nurlanish usullarini) bir-biridan aniq farqlash va ayrim-ayrim holda ko'rib chiqish lozim.

Teplotexnikaviy qurilmalarda issiqlik almashinuv protsesslari barqaror (statsionar), shuningdek, beqaror (nostatsionar) rejimlarda borishi mumkin. Jismning istalgan nuqtasida temperatura vaqtga bog'liq bo'lmaydigan rejim *statsionar issiqlik rejimi* deyiladi. Statsionar rejimdan oldin doimo nostatsionar rejim keladi.

Nostatsionar issiqlik rejimi sharoitida sodir bo'ladigan protsesslar (isitish va sovitish protsesslari) ancha murakkab bo'lib, ularni ko'rib chiqish ushbu kurs programmasiga kirmaydi. Shuning uchun bu yerda issiqlik almashinuvining faqat statsionar protsesslari tekshiriladi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik—bu temperaturalar farqi borligi tufayli tutash muhitda* issiqlikning molekulyar uzatilishidir. *Tutash muhit deganda atomiy va molekulyar tuzilishni e'tiborga olmagan holda uzluksiz muhit sifatida qarash mumkin bo'lgan muhit tushuniladi.

Issiqlik almashinuvining bunday usuli, asosan, qattiq jismlarda bitta jismning ichida ham, shuningdek, bir-biriga tegib turgan ikkita jism orasida ham sodir bo‘ladi. Issiqlik almashinuv suyuqlik yoki gaz qatlami orqali ham amalga oshishi mumkin. Suyuqlik va gazlar (suyuqlangan metallar bundan mustasno) issiqlikni juda yomon o‘tkazuvchi hisoblanadi.

Temperatura maydoni. Issiqlik almashinuvining boshqa turlari kabi issiqlik o‘tkazish protsessi ham jismning turli nuqtalarida temperatura bir xil bo‘lmagandagina amalga oshadi. Ma’lumki, temperatura jismning holat parametri bo‘lib, uning isiganlik darajasini xarakterlaydi. Vaqtning ayni momentida ko‘rib chiqilayotgan fazoning barcha nuqqalaridagi temperatura qiymatlarining yig‘indisi *temperatura maydoni* deyiladi.

Temperatura maydoni matematikaviy jihatdan koordinatalar funksiyasi bilan ifodalanadi.

$$t = f(x, y, z) \quad (9.1)$$

Temperatura maydoni uchta, ikkita va bitta koordinataning funksiyasi bo‘lishi mumkin. Agar temperatura uch yo‘nalishda o‘zgarsa, u holda maydon uch o‘lchamli deyiladi.

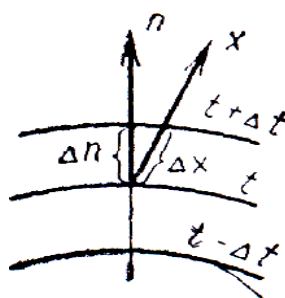
Ikki o‘lchamli va bir o‘lchamli maydonlarning tenglamasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\begin{aligned} t &= f(x, y); & \frac{\partial t}{\partial z} &= 0 \\ t &= f(x); & \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} &= 0 \end{aligned}$$

Temperatura gradiyenti. Hamma nuqtalarida temperatura bir xil bo‘ladigan sirt izotermik sirt deyiladi.

Fazoning ayni nuqtasining o‘zida bir vaqtda ikki xil temperatura bo‘lishi mumkin emasligi uchun turli izotermik sirtlar hech vaqt bir-biri bilan kesishmaydi. Ularning barchasi jism sirtida tugaydi yoki butunlay uning ichida joylashadi.

Agar bir qator izotermik sirtlar tekislik bilan kesilsa, unda izotermalar oilasi olinadi. Ular ham izotermik sirtlar kabi bir-biri bilan kesishmaydi, jismning ichida uzilib qolmaydi, balki jism sirtida tugaydi yoki uning ichida joylashadi. Jismning temperaturasi izotermik sirtlarni kesib o‘tadigan yo‘nalishlardagina o‘zgaradi (9. 1-rasm). Bunda uzunlik birligida temperaturaning eng katta o‘zgarishi izotermik sirtga normal n yo‘nalishida bo‘ladi.



9.1-rasm. Izotermalar. Temperatura gradiyenti haqidagi tushunchaga doir.

Temperatura o'zgarishi Δt ning izotermadagi normal bo'yicha masofa Δn ga nisbati *temperatura gradiyenti* deyiladi:

$$\lim_{\Delta n \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta t}{\Delta n} \right) = \frac{dt}{dn} = \text{grad}t. \quad (9.2)$$

Temperatura gradiyenti—izotermik sirtga tushirilgan normal bo'yicha yo'nalgan vektordir. Uning temperaturaning ko'tarilish tomoniga yo'nalishi musbat yo'nalish hisoblanadi.

Furye qonuni. Ixtiyoriy sirt dan vaqt birligi ichida o'tadigan issiqlik miqdori Q issiqlik oqimi deyiladi. Issiqlik oqimining vektori doimo temperaturaning pasayish tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Issiqlik almashinuv intensivligi miqdoriy jihatdan issiqlik oqimining zichligi q bilan xarakterlanadi.

Sirt birligi F dan vaqt birligi τ da o'tadigan issiqlik miqdori *issiqlik oqimining zichligi* yoki *solishtirma issiqlik oqimi* deyiladi:

$$q = \frac{dQ}{Fd\tau} \quad (9.3)$$

Issiqlik doimo ko'proq qizdirilgan zarralardan kamroq qizdirilgan zarralarga uzatilishi sababli issiqlik oqimi zichligi q ning vektori doimo temperaturaning pasayishi tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Fransuz olimi Furye qattiq jismlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik protsesslarini o'rganib, issiqlik oqimining zichligi temperatura gradiyentiga proporsional ekanligini aniqladi:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dn} = -\lambda \text{grad}t \quad (9.4)$$

(9.4) nisbat issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalaydi va Furye qonuni deyiladi.

(9.4) nisbatning o'ng qismidagi minus ishora issiqlik oqimi bilan temperatura gradiyentining vektorlari qarama-qarshi tomonga yo'nalganligini bildiradi.

(9.4) ifodadagi proporsionallik koeffitsiyenti X moddaning fizikaviy parametri bo'lib, *issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti* deyiladi. U moddaning qay darajada issiqlik o'tkazishini ko'rsatadi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining o'lchamliligi (9.4) ifodadan aniqlanadi:

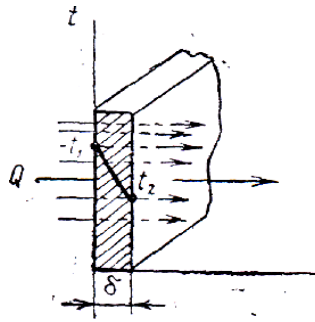
$$[\lambda] = \left[q \frac{dn}{dt} \right] = \left[\frac{W \cdot m}{m^2 \cdot grad} \right] = \left[\frac{W}{m \cdot grad} \right]. \quad (9.5)$$

Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining qiymati son jihatdan temperatura farqi 1°C bo'lganda devorning birlik qatlamidan o'tadigan solishtirma issiqlik oqimiga teng. λ qanchalik katta bo'lsa, modda issiqlikni shunchalik yaxshi o'tkazuvchan bo'ladi.

Metallar issiqlikni yaxshi o'tkazadi, quruq harakatsiz havo issiqlikni yomon o'tkazadi. Yengil g'ovak materiallar issiqlikni yomon o'tkazadi, chunki ularning g'ovaklari havo bilan to'lgan bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti 0,2 W/(m• grad) dan kichik bo'lgan materiallar *issiqlik izolyatsiya materiallari* deyiladi. Suvning issiqlik o'tkazuvchanligi yomon, lekin ho'l materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti uning quruq holatidagi issiqlik o'tkazuvchanligiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, suv issiqlikni havoga qaraganda 20-25 marta yaxshi o'tkazadi. Shu sababli jism g'ovaklarining suv bilan to'lishi uning issiqlik izolyatsiya xossalarini keskin kamaytirib yuboradi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ ning qiymati har qaysi jism uchun tajribadan topiladi. Natijalar jadval (9.1-jadval) qilib yoziladi va ulardan hisoblashlarda foydalaniladi.

Yassi bir qatlamli devor. 9.2-rasmda bir jinsli materialdan (g'isht, metall, yog'och yoki isitilgan boshqa materialdan) ishlangan, qalinligi δ bo'lgan yassi bir qatlamli devor ko'rsatilgan. Materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ temperaturaga bog'liq emas, deb qabul qilamiz. Devorning tashqi sirtlarida temperaturalar o'zgarimas $t_1 > t_2$ holda saqlab turiladi; temperatura faqat devor sirtiga perpendikulyar bo'lgan o'q x yo'nalishidagina o'zgaradi, ya'ni temperatura maydoni bir o'lchamli, temperatura gradiyenti esa dt/dx ga teng. Teplotexnikaga oid spravochniklardagi jadval va grafiklarda temperatura, odatda, Selsiy graduslarida berilgan bo'ladi. Shuning uchun ushbu bu erda ham temperatura Selsiy graduslarida ko'rsatilgan.



9.2-rasm. Yassi bir qatlamli devor.

Devor orqali o'tadigan issiqlik oqimining zichligini topamiz va temperaturaning devor qalinligi bo'yicha o'zgarish xarakterini aniqlaymiz.

Devor ichida ikkita izotermik sirt bilan chegaralangan, qalinligi dx bo'lgan elementar qatlamni ajratamiz. Bu qatlam uchun Furiye tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx} \quad (9.6)$$

O'zgaruvchilarni bir-biriga bo'lib, quyidagini olamiz.

$$dt = -\frac{q}{\lambda} dx$$

Bu tenglamani integrallasak,

$$t = -\frac{q}{\lambda} x + C$$

Integrallash doimiysi C chegaraviy shartlardan aniqlanadi: $x = 0$ bo'lganda $t = t_1$. Bundan $C = t_1$, binobarin, tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$t = -\frac{q}{\lambda} x + t_1 \quad (9.7)$$

Bu tenglamadan ko'rib chiqilayotgan devor orqali o'tuvchi issiqlik oqimining zichligini aniqlash mumkin. (9.7) tenglamaga $x = \delta$ qiymatni qo'ysak $t_1 = t_2$ bo'ladi, bundan

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t \quad (9.8)$$

Yassi devorda issiqlik oqimining zichligi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ ga, temperaturalar farqi $(t_1 - t_2)$ ga to'g'ri proporsional va devor qalinligi δ ga teskari proporsional bo'ladi. Shuni iazarda tutish kerakki, issiqlik oqimi temperaturaning absolyut qiymati bilan emas, balki ularning farqi - *issiqlik bosimi* $t_1 - t_2 = \Delta t$ bilan aniqlanadi. (9.8) tenglama yassi devorning issiqlik o'tkazuvchanligini hisoblash formulasidir. U to'rtta kattalikni: q , λ , δ va Δt ni o'zaro bog'laydi:

$$\lambda = \frac{q\delta}{\Delta t} ; \Delta t = \frac{q\delta}{\lambda} ; \delta = \frac{\lambda\Delta t}{q} ;$$

Istalgan uchta kattalikning qiymatini bilgan holda to'rtinchisini hamma vaqt topish mumkin. λ / δ nisbat *devorning issiqlik o'tkazuvchanligi* deyiladi; uning o'lchamligi [$W/(m^2 grad)$].

Agar (9.8) tenglikni boshqacha ko'rinishda yozsak, quyidagicha bo'ladi:

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\delta / \lambda} \quad (9.9)$$

Devor qalinligining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentiga nisbati δ / λ *devorning termik qarshiligi* deyiladi.

(9.9) tenglikdan ko'rinishda turibdiki, nisbiy issiqlik oqimi temperaturalar farqiga to'g'ri proporsional va devorning termik qarshiligiga teskari proporsional. Haqiqatan ham (9.9) tenglamada kasrning maxraji, ya'ni δ / λ qanchalik katta bo'lsa, issiqlik oqimining zichligi q shunchalik kichik bo'ladi. Demak, devorning qalinligi δ ortishi yoki issiqlik o'tkazuvchanligi kamayishi bilan issiqlik oqimining zichligi q kamayadi.

(9.8) formuladan issiqlik oqimining zichligini topib, devorning yassi sirti F orqali τ vaqt ichida uzatilgan umumiy issiqlik miqdori Q ning joullarda ifodalangan qiymatini topish mumkin:

$$Q = qF\tau = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t F \tau \quad (9.10)$$

Agar (9.7) formulaga (9.8) formuladan q ning qiymatini keltirib qo'ysak, temperatura

egri chizig'ining tenglamasini olish mumkin:

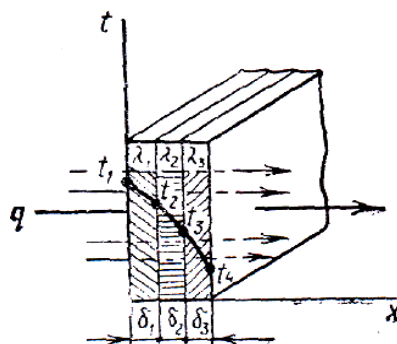
$$t = t_1 - \frac{(t_1 - t_2)x}{\delta} \quad (9.11)$$

Bu tenglama *to'g'ri chiziq tenglamasi* deyiladi. Shunday qilib, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining qiymati o'zgarmas bo'lganda temperatura bir jinsli devor qalinligi bo'ylab chizig'iy o'zgaradi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti temperaturaga bog'liq bo'lgan hollarda u o'zgaruvchan kattalik hisoblanadi va hisoblash formulalari birmuncha murakkab bo'ladi.

Yassi ko'p qatlamli devor. Amalda issiqlik o'tkazuvchanligi turlicha bo'lgan materiallardan yasalgan bir necha qatlamli yassi devor orqali issiqlik uzatish protsessining ahamiyati ancha muhim. Masalan, bug' qozonining tashqi tomonidan shlaklar bilan, ichki tomonidan esa quyqa bilan qoplangan metall devori uch qatlamli devor bo'ladi.

Yassi uch qatlamli devor (9.3-rasm) orqali issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik uzatilish protsessini ko'rib chiqamiz. Bunday devorning barcha qatlamlari

bir-biriga zich yopishib turadi. Qatlamlarning qalinligi δ_1 , δ_2 va δ_3 bilan, har qaysi materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti esa tegishlicha λ_1 , λ_2 va λ_3 bilan belgilangan. Tashqi sirtlarning temperaturalar t_1 va t_4 ham ma'lum. t_2 va t_3 temperaturalar noma'lum.



9.3-rasm. Yassi uch qatlamli devor.

Ko'p qatlamli devor orqali issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik uzatish protsessi statsionar rejimda ko'rib chiqiladi, shu sababli devorning har qaysi qatlami orqali o'tadigan solishtirma issiqlik oqimi q kattaligi jihatdan o'zgarmas va barcha qatlamlar uchun bir xil bo'ladi, lekin u o'z yo'lida har qaysi devor qatlamining mahalliy termik qarshiligi δ/λ ni yengib o'tadi. Shu sababli har qaysi devor qatlami uchun (3) formula asosida quyidagicha yozish mumkin:

$$q = \left(\frac{\lambda_1}{\delta_1}\right)(t_1 - t_2), \quad q = \left(\frac{\lambda_2}{\delta_2}\right)(t_2 - t_3), \quad q = \left(\frac{\lambda_3}{\delta_3}\right)(t_3 - t_4),$$

Bu tengliklardan har qaysi qatlamda temperaturaning o'zgarishini aniklasa bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} t_1 - t_2 &= q \frac{\delta_1}{\lambda_1}, \\ t_2 - t_3 &= q \frac{\delta_2}{\lambda_2}, \\ t_3 - t_4 &= q \frac{\delta_3}{\lambda_3}, \end{aligned} \right\} \quad (9.12)$$

(9.12) tenglikning chap va o'ng tomonini bir-biriga qo'shib, to'liq temperatura bosimini hosil qilamiz; u har qaysi qatlamda temperaturaning o'zgarishlari yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$t_1 - t_4 = q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right)$$

Bu nisbatdan ko'p qatlamli devor orqali o'tadigan solishtirma issiqlik oqimi q ning kattaligini aniqlash mumkin:

$$q = \frac{t_1 - t_4}{\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3} \quad (9.13)$$

(9.13) tenglamadan ko‘p qatlamli devorning umumiy termik qarshiligi har qaysi qatlam termik qarshiliklarining yig‘indisiga teng, degan xulosa kelib chiqadi;

$$R = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}$$

n qatlamli devor uchun (9.13) formula quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$$

(9.12) va (9.13) formulalar asosida noma’lum temperaturalar t_2 va t_3 ning qiymatlarini topish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} t_2 &= t_1 - q \frac{\delta_1}{\lambda_1} \\ t_3 &= t_2 - q \frac{\delta_2}{\lambda_2} = t_1 - q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) \\ t_3 &= t_4 + q \frac{\delta_3}{\lambda_3} \end{aligned} \right\} \quad (9.14)$$

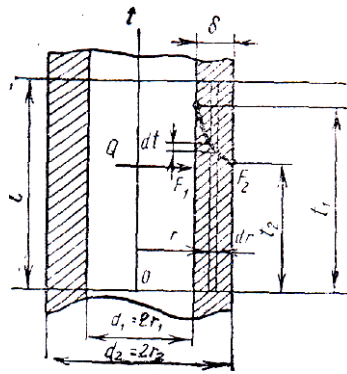
$\lambda = \text{const}$ bo‘lganda devorning har qaysi qatlamida temperaturaning taqsimlanishi chizig‘iy qonunga bo‘ysunadi, bu (9.12) tenglikdan ko‘rinib turibdi. **Umuman** ko‘p qatlamli devor uchun temperatura egri chizig‘i siniq chiziq ko‘rinishida bo‘ladi (9.3-rasmdagi $t_1 t_4$ chiziq).

Ko‘p qatlamli devor uchun olingan formulalardan qatlamlar orasida issiqlik kontakti yaxshi bo‘lgandagina foydalanish mumkin. Agar qatlamlar orasida kichkina havo zazori paydo bo‘lganda ham termik qarshilik sezilarli darajada ortadi, chunki havoning issiqlik o‘tkazuvchanligi juda kichikdir:

$$[\lambda_{\text{havo}} = 0,023 \text{ W}/(m.\text{grad})].$$

Agar bunday qatlam bo‘lishi muqarrar bo‘lsa, u holda hisoblashlarda bu qatlam ko‘p qatlamli devorning qatlamlaridan biri sifatida qaraladi.

Silindrik devor. Issiqlik mashinalari va issiqlik almashinuv apparatlari devorlarining sirtlari, ko‘pincha, konsentrik joylashgan ikkita silindrik sirt (trubalar, apparatlarning korpuslari, dvigatellarning silindrlari va shunga o‘xshashlar) bilan chegaralangan bo‘ladi. Silindrik devorda ham issiqlik o‘tkazuvchanlik yo‘li bilan issiqlikning uzatilishi yassi devordagi issiqlik uzatilishi qonunlari bo‘yicha amalga oshadi. Bu yerda farq faqat shundaki, yassi devorda sirtlarning yuzasi bir xil bo‘ladi, silindrik devorda esa ichki sirtning yuzasi tashqi sirtning yuzasidan doimo kichik bo‘ladi. Silindrning devori qanchalik qalin bo‘lsa, ya’ni tashqi va ichki diametrlari orasidagi farq qanchalik katta bo‘lsa, tashqi va ichki sirt yuzalarining farqi ham shunchalik katta bo‘ladi. 9.4-rasmda uzunligi l bo‘lgan truba bo‘lagi ko‘rsatilgan. Trubaning tashqi va ichki sirtlari F_1 va F_2 ning temperaturalarini tegishlicha t_1 va t_2 . Temperatura radial yo‘nalishda kamayadi.



9.4-rasm. Silindrik bir qatlamli devor

Issiqlik oqimi Q ichkaridan tashqariga tomon truba sirtiga normal bo'yicha (uning kesimlari radiuslari bo'ylab) yo'nalgan. Uning qiymati devorning barcha qatlamlari uchun bir xilligncha qoladi. Trubaning tashqi va ichki diametrlari tegishlicha d_1 va d_2 ga teng.

Yassi devor uchun chiqarilgan Furrye formulasidan (9.6) foydalanish uchun devor ichida radiusi r va qalinligi dr bo'lgan elementar silindrik qatlam ajratamiz. U holda ajratilgan shu qatlamni yassi devor sifatida qarash mumkin. Uning τ vaqt ichida Q miqdor issiqligi o'tadigan chekka sirtlarini uning yuzasiga teng, ular orasidagi temperaturalar farqi dt ni esa cheksiz kichik deyish mumkin.

Elementar qatlam uchun (9.6) formula quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Q = -\lambda \frac{dt}{dr} F \tau$$

Trubaning uzunligini l bilan belgilaymiz, u holda Furrye formulasida F qiymatni $2\pi rl$ ifoda bilan almashtirish mumkin. $l = 1\text{m}$ va $\tau = 1\text{sek}$, deb qabul qilib, truba uzunligining 1 metriga nisbatan olingan solishtirma issiqlik oqimi q' ni topamiz;

$$q' = -\lambda \frac{dt}{dr} 2\pi r. \quad (9.15)$$

(9.15) tenglikni integrallab va qator o'zgartirishlar kiritib, silindrik devordan o'tuvchi issiqlik oqimini (truba uzunligining 1m ga nisbatan) aniqlash formulasini olamiz:

$$q' = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (9.16)$$

Trubaning uzunlik birligiga nisbatan olingan issiqlik oqimi q' issiqlik oqimining chizig'iy zichligi deyiladi.

(9.16) tenglikning o'ng qismidagi kasrning mahraji xchizig'y termik qarshilik deyiladi va R_λ bilan belgilanadi:

$$R_{\lambda} = \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} \quad (9.17)$$

(9.17) formuladan ko'rinib turibdiki, silindrik devor uchun termik qarshilik R_{λ} ni aniqlash ancha murakkab. Shu sababli tarkibiy hisoblash uchun silindrik devorning termik qarshiligi yassi devorning ancha oddiy formulasi bilan aniqlanadi:

$$R'_{\lambda} = \delta / \lambda \quad (9.18)$$

Diametrlar nisbati d_1 / d_2 qanchalik kichik bo'lsa, termik qarshilikni soddalashtirilgan formula (9.18) bo'yicha hisoblashdagi hato shunchalik kam bo'ladi. $d_2 / d_1 = 2$ bo'lganda (9.18) formula hatosi 4% ga teng bo'lishi, $d_2 / d_1 = 1,5$ da esa hato 1,4% gacha kamayishi aniqlangan.

Odatda trubali issiqlik almashinish apparatlarida truba diametrlarining nisbati 1,5 dan katta bo'lmaydi. Shuning uchun bunday hollarda issiqlik o'tkazuvchanlikni hisoblashda yassi devor formulalaridan foydalanish mumkin.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.П.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. «Issiqlik texnikasi» fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.

2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

Mavzu 10. KONVEKTIV ISSIQLIK ALMASHINUVI. ERKIN VA MAJBURIY HARAKATLANISHDA ISSIQLIK BERILISHI. O‘XSHASHLIK NAZARIYASI.

Reja:

1. Issiqlik berish koeffitsiyenti va issiqlik berish termik qarshiligi.
2. Erkin konveksiya yo‘li bilan issiqlik almashinuvi.
3. Majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi intensivligi.
4. O‘xshashlik nazariyasi haqida tushuncha. O‘xshashlik sonlari va kriterial tenglama.
5. Laminar oqishda trubalardagi issiqlik almashinuvi. Turbulent oqishida trubalardagi issiqlik almashinuvi

Tayanch iboralar: *issiqlik berish, termik qarshilik, erkin harakatlanish, majburiy harakatlanish, laminar oqish, turbulent oqish, o‘xshashlik sonlari, aniqlovchi sonlar, kriterial tenglama, ikki fazali muhit, laminar harakatlanish zonasi, oraliq (gajaksimon) harakatlanish zonasi, uyurmaviy turbulent harakatlanish zonasi, kriterial tenglamasi, Nusselt soni, issiqlik almashinuvi, tabiiy konveksiya, uzilmay oqish.*

Gaz yoki suyuqlik makrozarralarining bir joydan ikkinchi joyga siljishida issiqlikning uzatilish protsessi *konveksiya* deyiladi. Shuning uchun zarralari oson siljiydigan muhitdagina konveksiya sodir bo‘lishi mumkin.

Issiqlikning konvektiv va molekulyar uzatilishining birgalikda ta’sir etishi tufayli bo‘ladigan issiqlik almashinish *konvektiv* issiqlik almashinish deyiladi.

Boshqacha aytganda, konvektiv issiqlik almashinuvi bir vaqtning o'zida ikki usul: konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan amalga oshiriladi.

Harakatlanuvchi muhit va uning boshqa muhit (qattiq jism, suyuqlik yoki gaz) bilan chegara sirti orasidagi konvektiv issiqlik almashinuvi *issiqlik berish* deyiladi. Konvektiv issiqlik berish nazariyasining asosiy vazifasi oqim yuvib o'tadigan qattik jism sirti orqali o'tuvchi issiqlik miqdorini aniqlashdir. Issiqlikning yakuniy oqimi doimo temleraturaning pasayish tomoniga yo'nalgai bo'ladi.

Issiqlik berishni amalda hisoblashda Nyuton qonunidan foydalaniladi:

$$Q = \alpha F(t_s - t_{dev}) \quad (10.1)$$

ya'ni suyuqlikdan devorga yoki devordan suyuqlikka o'tadigan issiqlik oqimi Q issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan sirt F ga va temperatura bosimi $(t_s - t_{dev})$ ga proporsional bo'ladi, bu yerda t_{dev} devor sirtining temperaturasi, t_s esa devor sirtini yuvib o'tadigan muhitning temperaturasi. Suyuqlik bilan jism sirti orasidagi issiqlik almashinuvining konkret shart-sharoitlarini hisobga oluvchi proporsionallik koeffitsiyenti α *issiqlik berish koeffitsiyenti* deyiladi.

(10.1) formulada $F = 1m^2$ va $\tau = 1$ sek. deb qabul qilsak, bir kvadrat metr yuzadan o'tadigan issiqlik oqimining vatt hisobidagi zichligini olamiz:

$$q = \alpha (t_s - t_{dev}) \quad (10.2)$$

yoki

$$q = \frac{(t_c - t_{oes})}{1/\alpha}$$

Issiqlik berish koeffitsiyentiga teskari bo'lgan $1/\alpha$ kattalik *issiqlik berish termik qarshiligi* deyiladi.

(10.2) tenglamani issiqlik berish koeffitsiyentiga nisbatan yechsak quyidagini olamiz:

$$\alpha = \frac{q}{(t_c - t_{oes})} \quad (10.3)$$

(10.3) tenglikka ko'ra, issiqlik berish koeffitsiyenti α issiqlik oqimining zichligi q ning jism sirtining temperaturasi va tevarak muhit temperaturasi orasidagi farqqa nisbatidan iborat.

Temperatura bosimi 1° ga teng bo'lganda ($t_s - t_{dev} = 1^\circ$), issiqlik berish koeffitsiyenti son jihatdan issiqlik oqimining zichligiga teng bo'ladi $\alpha = q$.

Issiqlik berish ancha murakkab protsess. Issiqlik berish koeffitsiyenti α juda ko'p faktorlarga bog'lik; ulardan asosiylari quyidagilar:

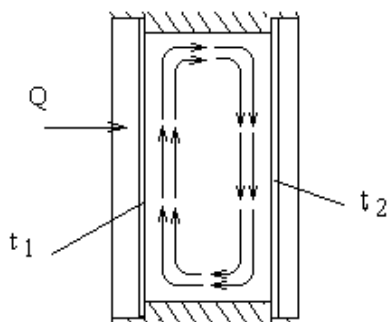
- a) suyuqlik oqimining vujudga kelish sabablari;
- b) suyuqlikning oqish rejimi (laminar yoki turbulent);
- v) suyuqlikning fizikaviy xossalari;
- g) issiqlik beruvchi sirtning shakli va o'lchamlari.

Vujudga kelish sabablariga qarab suyuqlikning harakati erkin va majburiy

harakatlarga bo‘linadi.

Erkin harakatlanish, (issiqlik harakati) notekis isitilgan suyuqlikda vujudga keladi. Bunda vujudga keladigan temperaturalar farqi zichliklarning farq qilishiga va suyuqlikdagi zichligi kamroq(yengilroq) elementlarning suyuqlik yuziga qalqib chiqishiga olib keladi, bu esa harakatlanishni keltirib chiqaradi. Bu holda erkin harakatlanish *tabiiy harakatlanish* yoki *issiqlik konveksiyasi* deyiladi. Masalan, derazaning tashqi va ichki oynalari orasida issiqlik almashinuvi tabiiy konveksiya yo‘li bilan (oynalar o‘rtasidagi oraliq havo sirkulyatsiyasi yetarli bo‘lganda) amalga oshadi.

Agar ichki oynaning temperaturasi t_1 (10.1-rasm), tashqi oynaniki esa t_2 va bunda $t_1 > t_2$ bo‘lsa, deraza konvektiv issiqlik almashinuv quyidagi sxema bo‘yicha boradi: havo zarralari ichki oynaning issiq sirtiga tegib isiydi. Ularning zichligi kamayadi va shunday qilib, issiq zarralar yuqori ko‘tariladi va havoning sovuqroq va, demak, zichligi ko‘proq zarralarini o‘ngga va pastga suradi. Shu bilan bir vaqtda issiq zarralar o‘ng tomondagi (tashqi) oynaga o‘z issiqligini berib yana zichlashadi va pastga tushadi. Shunday qilib, deraza oynalari orasidagi havo zichligi turlicha bo‘lganligi sababli u aylana boshlaydi, bu hol 10.1-rasmda strelkalar bilan ko‘rsatilgan.



11.1- rasm. Havoning deraza ichida aylanishi.

Suyuqlikning *majburiy harakatlanishi* tashqi qo‘zg‘atuvchilar: ventilyatorlar, nasoslar va shunga o‘xshashlarning ta’sir ztishi bilan bog‘liq. Bular yordamida muhitni katta tezlikda harakatlantirish yoki harakatlanish tezligini keng ko‘lamda o‘zgartirish va shu bilan issiqlik almashinuvi intensivligini boshqarish mumkin.

Suyuqlikning harakati laminar yoki turbulent bo‘lishi mumkin.

Laminar oqishida suyuqlikning zarralari aralashmasdan harakatlanadi. Bunda oqish yo‘nalishiga normal bo‘yicha issiqlikning uzatilishi asosan issiqlik o‘tkazuvchanlik yo‘li bilan amalga oshadi. Suyuqlikning issiqlik o‘tkazuvchanligi (suyuq metallardan tashqari) ancha kichik bo‘lganligi sababli laminar oqishda issiqlik almashinish intensivligi katta bo‘lmaydi.

Turbulent oqishda issiqlik oqim ichida issiqlik o‘tkazuvchanlik yo‘li bilan, shuningdek, suyuqlikning deyarli barcha massasining aralashishi yo‘li bilan

tarqaladi; bunda suyuqlikning qatlam osti qovushoq qismi ishtirok etmaydi, chunki unda issiqlikning molekulyar uzatilishi turbulent uzatilishdan ustun turadi. Shuning uchun turbulent oqishda issiqlik almashinish intensivligi laminar oqishdagiga qaraganda ancha katta bo'ladi.

Issiqlik tashuvchilarning asosiy fizikaviy xossalari issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ , solishtirma issiqlik sig'imi s , zichligi ρ , temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\alpha = \lambda / \rho s$ va qovushoqlik koeffitsiyenti μ dir. Har qaysi modda uchun bu parametrlarning muayyan qiymatlari bor va, odatda, ular temperaturaning, ba'zilar esa bosimning ham funksiyalari hisoblanadi. Bu hol konvektiv issiqlik berishni o'rganishni juda murakkablashtirib yuboradi.

Issiqlik beruvchi sirtning shakli va o'lchamlari issiqlik berilishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Jismning har qanday oddiy shakllaridan (trubalar, plitalar va shunga o'xshashlardan) ko'p xil issiqlik beruvchi sirtlar hosil qilish mumkin. Oddiy sirtidan tortib eng murakkab sirtgacha har bir sirt issiqlik tashuvchining harakatlanishi va issiqlik berishning o'ziga xos sharoitlarini vujudga keltiradi.

Hozirgi vaqtda konvektiv issiqlik almashinuvni tekshirish uchun o'xshashliklar nazariyasidan foydalaniladi, u protsessni analitik va eksperimental tekshirish usullarini o'zida umumlashtiradi. Bu nazariyani rus olimlari M.V.Kirpichev, A.A.Guxman, M.A.Mixeyev va boshqalar ishlab chiqishgan.

O'xshashliklar nazariyasi haqida tushuncha va o'lchamlarni analiz qilish usullari.

O'xshashlik nazariyasi konkret ustanovkada olingan tajriba natijalarini boshqa shunga o'xshash hodisalarga qachon tatbiq etish mumkinligini, ya'ni protsesslarning o'xshashligini aniqlashga imkon beradi. Bundan tashqari, o'xshashlik nazariyasidan issiqlik almashinuv protsesslarini nazariy jihatdan analiz qilishda ham foydalanish mumkin.

O'xshashlik metodi protsessning matematikaviy bayoni, ya'ni protsessning differensial tenglamalari va ularning chegara shartlari ma'lum bo'lgan hollardagina qo'llaniladi. Barcha erkin va bog'liq o'zgaruvchilarni ularning ba'zi o'ziga xos qiymatlariga (masshtablariga) bo'lish yo'li bilan o'lchamsiz kattaliklarga o'tiladi. Natijada protsessning matematikaviy bayoni o'lchamsiz holga keladi. Bunda masshtablar, shuningdek, masalaga kiruvchi fizikaviy konstantalar *o'xshashlik sonlari* yoki *kriteriyalari* deyiladigan o'lchamsiz komplekslar holida birlashtiriladi. Quyida eng ko'p ishlatiladigan o'xshashlik sonlari keltirilgan.

Nusselt soni, qattiq jism bilan suyuqlik chegarasidagi issiqlik almashinuvini xarakterlaydi;

$$\text{Nu} \equiv \frac{\alpha \cdot l_0}{\lambda} \quad (10.4)$$

bu yerda λ — o‘ziga xos chizig‘iy o‘lchami l_0 bo‘lgan qattiq jismni yuvib o‘tadigan issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti; α — issiqlik berish koeffitsiyenti.

Reynol’ds soni, inersiya kuchlari bilan qovushoqlik nisbatini xarakterlaydi;

$$\text{Re} \equiv \frac{v_0 \cdot l_0}{\nu} \quad (10.5)$$

bu yerda ν — suyuqlikning kinematik qovushoqligi; l_0 — jismning o‘ziga xos chizig‘iy o‘lchami (masalan, truba uchun diametr); v_0 — suyuqlikning o‘ziga xos tezligi.

Pekle soni, issiqlikning konveksiya va issiqlik o‘tkazuvchanlik yo‘li bilan tarqalish tezliklari nisbatini xarakterlaydi;

$$\text{Pe} \equiv \frac{v_0 \cdot l_0}{a} \quad (10.6)$$

bu yerda a — suyuqlikning temperatura o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti. ($a = \lambda / c\rho$)

Eyler soni, bosim kuchlari bilan inersiya kuchlarining nisbatini xarakterlaydi:

$$\text{Eu} \equiv \frac{P}{\rho \cdot g_0^2} \quad (10.7)$$

bu yerda r — bosim.

Grasgof soni, zichliklarning farqi tufayli suyuqlikda paydo bo‘ladigan ko‘tarish kuchlarining qovushoqlik kuchlariga nisbatini xarakterlaydi;

$$\text{Gr} \equiv \frac{g\beta(t_{des} - t_c)l_0^3}{\nu^2} \quad (10.8)$$

bu yerda β — suyuqlik hajmiy kengayishining termodinamikaviy koeffitsiyenti, $1/\text{grad}$ (temperatura 1 gradusga o‘zgarganida suyuqlik hajmining nisbiy o‘zgarishi).

$$\beta = \frac{1}{g} \left(\frac{d\rho}{dt} \right)$$

bu yerda ν — suyuqlikning solishtirma hajmi.

Arximed soni, ikki fazali muhitdagi erkin harakatlanishda (masalan, suyuqlikda bug‘ pufakchalarining yoki bir suyuqlikda ikkinchi suyuqlik tomchisining harakatlanishi) foydalaniladi:

$$\text{Ar} \equiv \frac{gl_0^3 \cdot \rho_0 - \rho}{\nu} \quad (10.9)$$

bu yerda ρ_0 va ρ — turli fazalarning zichliklari.

Prandtl soni, suyuqlikning fizikaviy xossalari xarakterlaydi:

$$\text{Pr} \equiv \frac{\nu}{\alpha} \quad (10.10)$$

Suyuqliklarning Prandtl soni temperaturaga juda bog‘liq bo‘ladi. Masalan, temperatura 0 dan 180° C gacha ko‘tarilganda (to‘yinish chizig‘ida) suv uchun

Prandtl soni 13,7 dan 1 gacha o'zgaradi. Issiqlikni juda yaxshi o'tkazadigan suyuq metallar uchun $Pr \approx 0,005 - 0,05$ bo'ladi. Gazlar uchun Prandtl soni deyarli o'zgarmas va birga yaqin bo'ladi.

Ma'lumki,

$$Pe = Re \cdot Pr.$$

Agar o'lchamsiz sonlarga masalaning faqat *bog'liq o'zgaruvchilari* kiradigan bo'lsa, ular *aniqlanadigan o'lchamsiz sonlar* deyiladi. Agar o'lchamsiz sonlar ushbu masalaning faqat *o'zgarmas kattaliklari* va *erkin o'zgaruvchilaridan* iborat bo'lsa, u holda ular *aniqlovchi sonlar* deyiladi.

Quyidagi shartlar bajarilgandagina fizikaviy protsesslar o'xshash bo'ladi:

1. Protssslarning fizikaviy tabiati bir xil bo'lishi va yozilish shakli jihatdan bir xil bo'lgan differensial tenglamalar bilan tavsiflanishi kerak.

2. Muhitning shakli va o'lchamlarini, uning fizikaviy xossalarini xarakterlovchi shartlar, shuningdek, chegara va boshlang'ich shartlar ulardagi o'zgarmas kattaliklarning son qiymatlaridan tashqari hammasida bir xil bo'lishi kerak.

3. Ikkita protsessning o'lchamsiz bir xil sonlarining son qiymatlari bir xil bo'lishi lozim.

Yuqorida aytib o'tilganidek, masalani o'lchamsiz holga keltirish aniqlanadigan va aniqlovchi o'lchamsiz sonlarni topishga imkon beradi. Masalan, konvektiv issiqlik almashinuvi haqidagi masalaga o'xshashlik metodini tatbiq etish natijasida aniqlanadigan Nusselt soni aniqlovchi o'lchamsiz sonlarga quyidagicha bog'liq bo'ladi:

$$Nu = f(X, Y, Z, Pe, Re, Gr) \quad (10.11)$$

bu yerda X, Y, Z — issiqlik almashinish sirti koordinatalarining o'lchamsiz qiymatlari; Pe, Re, Gr — Pekle, Reynolds va Grashof sonlari.

Bunday bog'liqlik *kriterial tenglama* deyiladi.

Agar bir necha fizikaviy protsesslar ko'rib chiqilayotgan va 1, 2 hamda 3 shartlar bajarilgan bo'lsa, ya'ni bu protsesslar o'xshash bo'lsa, u holda ular uchun kriterial tenglamalar bir xil bo'ladi. Bu protssslardan biri tajriba ustanovkasida o'rganilayotgan bo'lsa, kriterial tenglamadagi funksiyalarning turini yetarli darajada aniqlik bilan topish va shunga o'xshash boshqa barcha protssslarni hisoblashda undan foydalanish mumkin. Masalan, havoning trubada turbulent stabillashgan harakatidagi issiqlik almashinuvini tajribada o'rganish asosida quyidagi kriterial bog'liqlik aniqlanadi:

$$Nu = 0,018 Re^{0,8} . \quad (10.12)$$

Bu bog'liqlikdan texnikaviy hisoblashlarda keng ko'lamda foydalaniladi.

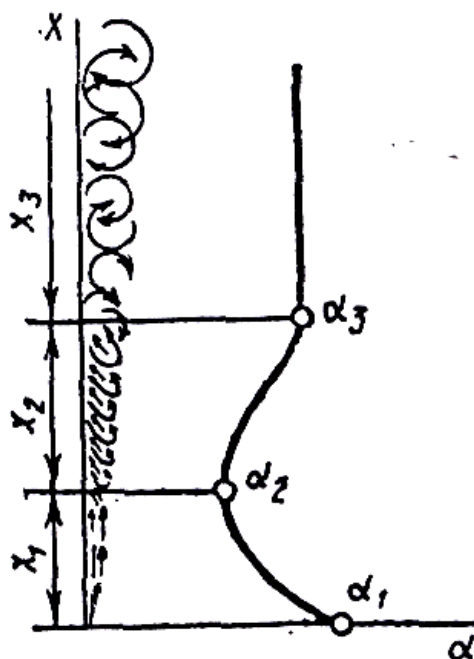
O'xshashlik sonlari boshqa usul—o'lchamliliklarini analiz qilish metodi bilan ham olinishi mumkin. Bu metod differensial tenglamalari noma'lum bo'lgan protssslarni tekshirishda qo'llaniladi. Dastlab ushbu protsessga kuchli ta'sir

etuvchi fizikaviy kattaliklarning to'la ro'yxati aniqlanadi. Ulardan bir qismining mustaqil o'lchamliligi bo'ladi. Bu—ularning o'lchamliligi biri ikkinchisidan olinishi mumkin emas, degan so'zdir. Masalan, uzunlik o'lchami $[l_0] = m$ va vaqt o'lchami $[\tau]$ —sekund *mustaqil o'lchamlardir*, tezlik o'lchami $[v] = l / \tau$ *m/sek* uzunlik o'lchamini vaqt o'lchamiga bo'lish yo'li bilan olingan. Shu sababli *bog'liq o'lchamlilik* deyiladi.

Ko'rib chiqilayotgan masalaga xos o'lchamsiz sonlar miqdorini aniqlashga yordam beradigan teorema bor. Bu π - teorema deyiladi. n ta o'lchamli kattaliklaridan m tasi mustaqil o'lchamli bo'lgan fizikaviy tenglama o'lchamsiz holga keltirilgandan keyin tenglamada $(n - m)$ ta o'lchamsiz kattalik (kriteriy) qoladi. Bunda $m = n$ bo'lsa, u holda (10.11) tenglamadagi funksiyaning turini o'zgarmas miqdorgacha aniqlikda topish mumkin, ya'ni o'lchamlilarni analiz qilish metodi masalaning yechimini topishga imkon beradi.

Erkin konveksiya yo'li bilan issiqlik almashinuvi. Yuqorida (10-mavzu) aytib o'tilgandek, suyuqlikning erkin harakatlanishiga temperaturalar farqi sabab bo'ladi. Bu, erkin harakatlanish faqat issiqlik almashinuvi bo'lgandagina vujudga kelishi va davom etishi mumkin, degan so'zdir. Bunda issiqlik almashinuvi qanchalik kuchli bo'lsa, muhit ham shunchalik tez harakat qiladi. Shunday qilib, erkin konveksiya faqat suyuq muhitdagina amalga oshishi mumkin.

Erkin konveksiya yo'li bilan issiqlik almashinuvda qizigan zarralar yuqoridan tushayotgan sovuq zarralarga qarshi, ya'ni pastdan yuqoriga tomon harakat qiladi. Bunda murakkab harakat vujudga kelib, ko'tariluvchi va tushuvchi oqimlar to'qnashadi.



10.1-rasm. Havoning vertikal issiq sirt bo'ylab harakatlanishi:

x_1 -laminar harakatlanish zonasi; x_2 -oraliq (gajaksimon) harakatlanish zonasi; x_3 -uyurmaviy turbulent harakatlanish zonasi.

Erkin harakatlanishda issiqlik almashinuvi protsessi ko'pchilik issiqlik qurilmalarida kuzatiladi(10.1-rasm). Havoning qizigan vertikal truba atrofida harakatlanish sxemasi ko'rsatilgan. Trubaning pastki qismida issiqlik tashuvchining truba sirtiga bevosita tegib turgan yupqa qatlami kichikroq tezlik bilan yuqoriga ko'tarilib, laminar oqim hosil qiladi. Shundan keyin harakatlanish davomida issiqlik tashuvchining zarralarini ilashtirib ketishi hisobga harakatlanuvchi qatlam qalinligi asta-sekin ortib boradi. Bunda tezlik ortadi, laminar oqish rejimi buziladi. Lekin hali turbulent oqish rejimiga *oraliq* (gajaksimon) rejim deyiladi. Oraliq oqim barqaror bo'lmaydi, u turbulent oqish bilan almashinadi, trubaning yuqori qismining hammasida oqish rejimi turbulent bo'ladi.

Issiqlik tashuvchining harakatlanish xarakteri o'zgarishiga qarab, issiqlik berish koeffitsiyenti a ning qiymati ham o'zgaradi. x_1 uchastkada (laminar oqim) issiqlik berish koeffitsiyenti a_1 trubaning balandligi bo'ylab a_2 qiymatgacha kamayadi. x_2 uchastka (gajaksimon harakatlanish) a_2 qisman ortib, suyuqlikni x_3 uchastkadagi turbulent oqimga mos keladigan a_3 qiymatga yetadi. Shunday keyin (turbulent oqim uchastkasida) koeffitsiyent a_3 taxminan o'zgarmasligicha qoladi.

M.A.Mixeyev tabiiy konveksiyada issiqlik almashinuviga doir ko'p tajriba materiallarini analiz qildi va issiqlik almashinuvining turli hollarida issiqlik berilishini topishga imkon beradigan bir qator tenglamalarni taklif etdi. Dastlab quyidagi

$$Nu_m = c(Gr \cdot Pr)_m^n \quad (10.1)$$

tenglamadan Nusselt soni (issiqlik almashinish sirti bo'yicha olingan o'rtacha qiymat) aniqlanadi.

Indeks m o'lchamsiz sonlarga kiruvchi fizikaviy konstantalar t_m temperaturada olinishi ko'rsatadi; bu temperatura jism sirtining temperaturasi t_j bilan suyuqlik sirtining temperaturasi t_s orasidagi o'rtacha arifmetik qiymat sifatida aniqlanadi:

$$t_m = \frac{t_j - t_s}{2}$$

c va n konstantalar argument (Gr, Pr) ning o'zgarish intervaliga bog'liq.

Ularning qiymatlari 12.1-jadvalga berilgan

$(Gr \cdot Pr)_m$	$10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	$10^{-3} - 2 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7 - 10^{13}$
c	1,18	0,54	0,135
n	1/8	1/4	1/3

Issiqlik almashinish sirti uchun o'rtacha olingan issiqlik berish koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$\alpha = \frac{Nu_m \lambda_m}{l_0} \quad (10.2)$$

bunda issiqlik almashinish sirtining Nussel't va Grasgof sonlariga kiradigan o'ziga xos geometrik o'lchami l_0 issiqlik almashinish sirtining geometrik shakliga va uning fazodagi holatiga qarab tanlanadi. Masalan, sharlar va gorizontalar trubalar uchun l_0 sifatiga ularning diametri d , vertikal plita va trubalar uchun esa ularning balandligi h qabul qilinadi. Ma'lumki $n = 1/3$ bo'lganda tenglamada a ning qiymati l_0 ni tanlashga bog'liq bo'lmaydi, chunki Gr soniga l^3 Nu soniga esa l_0 kiradi.

Majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi intensivligi, asosan muhitning (suyuqlik yoki gazning) harakatlanish xarakteri bilan aniqlanadi. Amalda, ko'pincha turbulent harakati uchraydi, bunda issiqlik berish koeffitsiyenti a laminar harakatdagiga qaraganda ancha katta bo'ladi.

Re soni kattalashganda, ya'ni turbulentlik intensivligi ortganda suyuqlik bilan devor orasida issiqlik almashinuvi kuchayadi.

Issiqlik almashinuvi muhit yuvib o'tayotgan sirtning shakliga ham ko'p jihatdan bog'liq bo'ladi. Oddiy va yaxshi oqib o'tadigan shaklli sistemalardan muhit oqimi xech qayerda yuvib o'tilayotgan sirdan ajralmaydi. Bunday oqish uzulmay oqish deyiladi.

Agar sistemaning sirtida keskin o'zgaradigan egri -bugriliklar yoki kattalashib boradigan kanallar, keskin burilishlar va shunga o'xshashlar bo'lsa, u holda ba'zi joylarda oqim sirdan ajraladi. Bunda oqimning uzulish zonasida pasayish sohalari vujudga kelib, ularda oqish sekinlashadi va issiqlik almashinish intensivligi pasayadi.

Muhitning majburiy oqishida issiqlik almashinuv intensivligining ortishiga tabiiy konvektiv ham ta'sir etadi, tabiiy konveksiya suyuqlik bilan u yuvib o'tayotgan devor temperaturalarining farqiga ham, suyuqlik hajmining ayrim qismlari orasidagi temperaturalar farqiga ham bog'liq bo'ladi.

Laminar oqishda turubalardagi issiqlik almashinuvi. Gorizontalar jaylashgan majburiy laminar harakatlanishida issiqlik almashinuvini hisoblash uchun M.A.Mixeyev formulasi qo'llaniladi.

$$Nu_s = 0,17 Re_s^{0,33} Pr_s^{0,43} Gr_s^{0,1} (Pr_s/Pr_{dev})^{0,25} \varepsilon_l \quad (10.3)$$

bu yerda ε_l -turuba uzunligi l ning uning diametri d ga nisbatan hisobga oluvchi tuzatma. ε_l ning l/d kattalikka bog'liq ravishdagi qiymatlari 10.2-jadvalda keltirilgan.

l/d	1	2	5	10	15	20	30	40	50 va undan katta
ε_l	1,90	1,70	1,44	1,28	1,18	1,13	1,05	1,02	1,0

"s" indeksi fizikaviy konstantalar suyuqlikning o'rtacha temperaturasi t_s ga taalluqli ekanligini, "dev" indeks esa fizikaviy konstantalar devor temperaturasi t_{dev} da olinganligini bildiradi. Xarakterli o'lcham sifatida truba diametri d olinadi.

Suyuqlikning o'rtacha temperaturasi t_c esa t_1 va t_2 qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymati sifatida aniqlanadi:

$$t_c = \frac{t_1 - t_2}{2}$$

bu yerda t_1 va t_2 -suyuqlikning trubaga kirishdagi va undan chiqishdagi temperaturalari. Formula majburiy laminar oqish uchun $Re > 2300, 2 \leq Pr \leq 12$ va $6,7 \cdot 10^4 < Gr < 3,6 \cdot 10^6$ qiymatlardagina to'g'ri keladi.

Trubalar vertikal joylashgan issiqlik almashinuviga tabiiy konveksiyaning ta'sirini taqribiy hisobga olish maqsadida hisoblashga quydagi ikki tuzatmadan biri kiritiladi:

a) muhitning majburiy va erkin harakatlanish yo'nalishlari bir xil bo'lgan hol uchun formuladan olingan Nu qiymati $\sim 15\%$ ga kamaytiriladi;

b) suyuqlik (muxit) ning erkin harakatlanishi majburiy harakatlanishiga qarama-qarshi yo'nalgan hol uchun qo'yidagi formulani taklif etadi:

$$Nu = 0,021 Re_s^{0,8} Pr_s^{0,43} \left(\frac{Pr_s}{Pr_{dev}} \right)^{0,25} \varepsilon_l \quad (10.4)$$

bunda ε_l -truba uzunligi l ning uning diametri d ga nisbatini hisobga oluvchi tuzatma.

Tuzatma ε_l ning l/d nisbatga va Re soniga bog'liq holdagi qiymatlari

10.3-jadvalga keltirilgan

Re _s	l/d =1	l/d =2	l/d =5	l/d =10	l/d =15	l/d =20	l/d =30	l/d =40	l/d =50 va undan ko'p
1·10 ⁴	1,65	1,50	1,31	1,23	TTt	1,3	1,07	1,03	1,0
2·10 ⁴	1,51	1,40	1,27	1,18	1,3	1,10	1,05	1,02	1,0
5·10 ⁴	1,31	1,27	1,18	1,13	1,10	1,08	1,04	[,02	1,0
10 ⁵	1,28	1,22	1,15	1,10	1,08	1,06	1,03	1,02	1,0

(10.1) va (10.4) formulalar kesimi doiraviy bo'lmagan trubalardagi issiqlik berilishini hisoblashda qo'llanilishi mumkin. Bu holda xarakterli o'lcham sifatida ekvivalent diametrdan foydalaniladi.

$$d_{\text{экс}} = \frac{4F}{V}$$

bu yerda F—truba ko'ndalang kesimning yuzasi; V-uning perimetri $10^4 < \text{Re}_s < 2 \cdot 10^6$ va $0,7 < \text{Pr}_s < 200$ uchun to'g'ri keladi.

Shuni nazarda tutish kerakki, issiqlik berilishini va formulalar bo'yicha hisoblash oraliq soha $2300 < \text{Re} < 10000$ uchun to'g'ri natija bermaydi. Bunday hollarda issiqlik berilishining hisobiy sharoitlariga yaqin sharoitlar uchun olingan tajriba ma'lumotlaridan foydalanishga to'g'ri keladi.

FOYDALANILADIGAN ADABIYOTLAR:

1. Материаловедение: Учебник для вузов./ Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г.Мухин и др.; Под общ. Ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина.-3-е изд.,-М.: Из-во МГТУ Н. Э. Баумана, 2005.-648с
2. Расчет нагревательных и термических печей. Справочник. Под. Ред. Тымчака В.М. и др. М.: Металлургия, 1993-480 с.
3. Термическая обработка в машиностроении. Справочник Ю.М Лахтин. А. Г. Рахштад. М : Машиностроении , 1982 -496 с.
4. Механизация и автоматизация в термических печах. Соколов К. Н. М. : Свердловск. : Машгиз 1986 – 295 с

5. «Qizdirish qurilmalari» ma’ruzalar matni. Berdiyev D.M. ToshDTU. 2008
6. «Qizdirish qurilmalari» fanidan amaliy va laboratoriya ishlari mustaqil bajarish uxbun uslubiy qo’llanma. Berdiyev D.M. Shokirov Sh. Tosh.DTU, 2008 y

Qo’shimcha adabiyotlar

1. Телегия А.С. Теплотехнические расчеты металлургических печей. М.: Металлургия. 1990-380 с.
2. Технология термических обработки металлов и проектирование термических цехов. Учебник для вузов. Соколов К.Н., Коротич И.К. М.: Металлургия. 1991-384 с.
3. Кривандин В.А; Марков Б.А “Металлургические печи”. М.: Металлургия. 1967-604 ст.

Internetdan ma’lumotlar olinishi mumkin bo’lgan saytlar:

1. www.ziyonet.uz
2. www.pedagogika.uz
3. www.google.uz
4. www.edu.uz

Mavzu 11: NURLANISH ISSIQLIK ALMASHINUVI.

Reja:

1. Issiqlik nurlanishi, nurlanish xususiyati, nurlanish energiyasi issiqlik balansi.
2. Absolyut qora, absolyut oq, absolyut tiniq va kul rang jismlar.
3. Issiqlik nurlanishining asosiy qonunlari.
4. Gazlarning nurlanishi.

Tayanch iboralar: *Issiqlik nurlanish, nuriy energiya, nurlanish hususiyati, nurlanish vaqti, yutilish koeffisenti, qaytarish koeffisenti, o’tkazish koeffisenti, diamermik jism, absolyut qora jism, absolyut temperatura, nuriy issiqlik almashinuvi.*

Issiqlikning bir jismdan ikkinchisiga nur orqali uzatilish jarayoni nur (radiatsiya) vositasida issiqlik almashinuvi deyiladi. Issiqlik nurlarining tarqalishi bu jism ichki energiyasining elektromagnit to’lqin energiyasiga aylanishidir. Temperaturasi absolyut noldan farqli bo’lgan hamma jismlar nur qarqatadi. Bu elektromagnit nur tarqatish (to’lqin) energiyasi jadalligi (intensivligi) xamma

jismlarda bir xil emas. Bu nurlar boshqa jismlar bilan ta'sirlashish jarayonida ularning ma'lum qismi jismda yutiladi, bir qismi qaytadi va qolgani o'tib ketadi. Bunday fizik holat jism xossasiga va nur energiyasiga bogliq.

Nur issiqligi energiyasi muxit bilan ta'sirlashib, unda yutilsa, shu muxitning ichki energiyasi ortadi. Nur energiyasi ma'lum to'lqin uzunligiga va chastotaga ega bo'lib, vakuumda yorug'lik tezligi ($s = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)da tarqaladi. Nur energiyasini tashuvchi zarra sifatida foton qabul qilingan. Foton (yunon phos (photos) – yorug'lik) xarakatlanayotgan vaqtda ma'lum massaga ega, tinch holatda uning massasi nolga teng bo'ladi. Issiqlikning nur shaklidagi energiyasi jismlar bilan $5 \cdot 10^{-14}$ m dan 10^4 m gacha bo'lgan to'lqin uzunligi oralig'ida ta'sirlashadi (11.1-jadvalga qarang). Nurlar orasida ko'zga ko'rinadigan va infraqizil nurlar ko'p miqdorda issiqlik energiyasini eltganligi sababli ular issiqlik nurlari deyiladi.

11-jadval

Nurlanish turi	To'lqin uzunlign, λ, m
Kosmik nurlanish	$5 \cdot 10^{-14}$
Gamma nurlari	$5 \cdot 10^{-13}$ dan $1 \cdot 5 \cdot 10^{-13}$ gacha
Rentgen nurlari	$1 \cdot 10^{-12}$ dan $2 \cdot 10^{-8}$ gacha
Ultrabinafsha nurlar	$2 \cdot 10^{-3}$ dan $4 \cdot 10^{-7}$ gacha
Ko'zga kurinadigan nurlar	$4 \cdot 10^{-7}$ dan $8 \cdot 10^{-7}$ gacha
Infrakizil nurlar	$8 \cdot 10^{-7}$ dan $8 \cdot 10^{-4}$ gacha
Radioto'lqinlar	10^{-2} dan 10^4 gacha

Ko'pchilik qattiq va suyuq jismlar 0 dan ∞ gacha oraliqda bo'lgan barcha to'lqin uzunligidagi energiyani chiqaradi, ya'ni bu jismlarning tutash (yaxlit) nurlanish spektrlari bo'ladi. Bularga qattiq, jismlar va tomchi suyuqliklar kiradi. Ba'zi jismlar uzlukli spektrli, ya'ni faqat muayyan to'lqin uzunliklar intervalida energiya nurlantiradi. Ularga qizdirilgan gazlar va bug'lar kiradi.

Hyr chiqarayotgan jismning faqat temperaturasi va optik xossalari bilan aniqlanadigan nurlanish issiqlik nurlanish deyiladi.

Jismga yutilgan issiqlik nurlari atom va molekularning tartibsiz issiqlik harakat energiyasiga aylanadi va jismning temperaturasini oshiradi.

Hyr chiqarayotgan jismlarning temperaturasi kutarilishi bilan nurlanish intensivligi ortadi.

Agar past temperaturalarda (taxminan 1000°C gacha) konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik almashinuv asosiy rol o'ynasa, yuqoriroq temperaturalarda issiqlik almashinuvining asosiy turi nuriy issiqlik almashinuv bo'ladi.

Nuriy issiqlik almashinuv protsesslari texnikaning turli sohalarida (teplotexnikada, yadro va raketa texnikasida, metallurgiyada va boshqalarda) keng ko'lamda tarqalgan.

Turli jismlarning nurlanish xususiyati turlicha bo'ladi. Nurlanish xususiyati E ayni temperaturalarda jismning birlik yuzasidan vaqt birligi ichida $\lambda = 0$ dan $\lambda = \infty$ gacha barcha to'lqin uzunlikdagi chiqarilgan nuriy energiya miqdori Q bilan aniqlanadi:

$$E = \frac{Q}{F\tau} \quad (11.1)$$

bu yerda F —nurlanayotgan sirt yuzasi, m²;
 τ —nurlanish vaqti, sek.

Jism sirtiga tushgan barcha nuriy energiya miqdori Q ning bir qismi Q_A jismga yutiladi, bir qismi Q_R undan qaytariladi, qolgan qismi Q_D esa jism orqali o'tib ketadi, ya'ni

$$Q = Q_A + Q_R + Q_D \quad (11.2)$$

(11.2) tenglikning ikkala qismini nuriy energiyaning umumiy miqdori Q ga bo'lsak, quyidagini olamiz:

$$\frac{Q_A}{Q} + \frac{Q_R}{Q} + \frac{Q_D}{Q} = 1 \quad (11.3)$$

(11.3) tenglikning chap qismidagi nisbatlarni tegishlicha A, R va D bilan belgilasak, quyidagicha bo'ladi:

$A = \frac{Q_A}{Q}$ yutilish koeffitsiyenti yoki jismning yutish xususiyati

$R = \frac{Q_R}{Q}$ qaytarish koeffitsiyenti boshqacha aytganda jismning qaytarish xususiyati

$D = \frac{Q_D}{Q}$ o'tkazish koeffitsiyenti, boshqacha aytganda jismning o'tkazish xususiyati.

Bularni e'tiborga olib, (11.3) tenglikni shunday yozish mumkin:

$$A + R + D = 1 \quad (11.4)$$

(11.4) tenglik nurlanish energiyasi issiqlik balansining tenglamasi deyiladi.

2. Agar $A = 1$ bo'lsa (bu $R = D = 0$ degan so'z), u holda jism o'ziga tushadigan nurlanishni qaytarmay va o'tkazib yubormay hammasini yutadi. Bunday jism absolyut qora jism deyiladi. Tabiatda absolyut qora jismlar yo'q. Neft qurimi o'zining xossalari jihatidan absolyut qora jismga yaqin turadi, uning yutilish koeffitsiyenti $A = 0,9 - 0,96$ Agar jismning sirti yorug'lik nurlaridan boshqa barcha nurlarni yutadigan bo'lsa, u ko'zga absolyut qora jism sifatida ko'rinmaydi, lekin uning nurlanishi absolyut qora jismning nurlanishiga yaqin bo'lishi mumkin, Masalan, qor va muz uchun spektrning ancha keng uchastkasi bo'yicha o'rtachalashtirib olingan yutilish koeffitsiyenti $A = 0,95 \div 0,98$

Agar $R = 1$ bo'lsa (ya'ni $A = D = 0$), jism o'ziga tushgan barcha nuriy energiyani qaytaradi. Bunda agar sirdan qaytish protsesslari qonunga bo'ysunsa—tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'lsa—u holda jismning sirti ko'zgu sirt deyiladi. Agar energiya xamma yunalishda qaytarilsa, ya'ni qaytarilish diffuzion bo'lsa, u holda jismning sirti absolyut oq deyiladi.

Nuriy energiya chiqarish xususiyatiga ega bo'lgan jismlar albatta yutish xususiyatiga ham ega bo'ladi.

Agar $D = 1$ bo'lsa ya'ni $A = R = 0$), u holda jism o'ziga tushayotgan nurlarning hammasini o'tkazib yuboradi va absolyut tiniq, ya'ni diatermik jism deyiladi. Bir va ikki atomli gazlarning hammasini diatermik jismlar deb hisoblash mumkin. Uch atomli va ko'p atomli gazlar ularning aksicha issiqlik energiyasini yutadi va chiqaradi.

Tabiatda absolyut qora jismlar bo'lmagani singari, absolyut oq va absolyut tiniq jismlar ham bo'lmaydi. Real jismlar oz yoki ko'p darajada qora, ko'zgusimon va tiniq bo'ladi.

Spektral yutish xususiyati tushayotgan nurlanishning to'lqin uzunligiga (chastotasiga) bog'liq bo'lmagan jism (muhit)lar kul rang jismlar deyiladi. Barcha real jismlar uchuy A , R va D) koeffitsiyentlar doimo birdan kichik bo'ladi.

3.Issiqlik nurlanishning asosiy qonunlari. Kirxgof qonuni. Jismning nurlanish (nur chiqarish) xususiyatining yutish xususiyatiga nisbati jismning tabiatiga bog'liq emas, balki barcha jismlar uchun bir xil bo'lgan temperatura

funksiyasidir; u absolyut qora jismning shu temperaturadagi nurlanish xususiyatiga teng:

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_0}{A_0} = E_0(T) \quad (11.5)$$

bu yerda $E_0(T)$ absolyut qora jismning nurlanish xususiyati.

Stefan — Bolsmen qonuni. Absolyut qora jismning nurlanish xususiyati uning absolyut temperaturasining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$E_o = \sigma_o T^4 \quad (11.6)$$

bu yerda $\sigma_o = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{°K}^4)$ — Stefan doimiysi.

Bu qonunni tajribada Stefan aniqladi va keyinchalik Bolsman nazariy jihatdan asoslab berdi.

Odatda (11.6) tenglama quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$E_o = C_o \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (11.7)$$

bu yerda $C_o = 5,7 \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{°K}^4)$ absolyut qora jismning nurlanish koeffitsiyenti.

Stefan—Bolsman qonunini kul rang jismlarga ham tatbiq etish mumkin. qora jismlarda bo'lgani singari, kul rang jismlarda ham nurlanish xususiyati absolyut temperaturaning to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (11.8)$$

bu yerda C —kul rang jismning nurlanish koeffitsiyenta, $\text{Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{°K}^4)$.

Kul rang jism nurlanish koeffitsiyentining absolyut qora jism nurlanish koeffitsiyentiga nisbati kul rang jismning qoralik darajasi deyiladi. Kirxgof qonunidan (11.5) va (11.8) tenglamadan ko'rinib turibdiki, kul rang jismning qoralik darajasi son jihatdan uning yutish xususiyatiga teng:

$$A = \varepsilon \quad (11.9)$$

Demak, kul rang jismning qoralik darajasi doimo $\varepsilon < 1$ bo'ladi.

Nuriy issiqlik almashinuvi nihoyatda murakkabligi bilan ajralib turadi va juda ko'p faktorlarga bog'lik jismlar orasida nuriy issiqlik almashinuvi masalasi faqat ba'zi oddiy hollar uchungina nazariy jihatdan xal qilingan.

Masalan, agar nuriy issiqlik almashinuvda yuzasi l_n va temperaturalari T_1 hamda T_2 bo'an ikkita parallel devor ishtirok etsa, u hlda yuza 1 dan yuza 2 ga

$(T_1 > T_2)$ uzatilgan nuriy issiqlikning to'la miqdori Q_n ushbu formuladan hisoblab topiladi:

$$Q_n = F \tau C \left[\left(\frac{T_1}{100} - \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (11.10)$$

bu yerda C —issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan jismlar sistemasining keltirilgan nurlanish koeffitsiyenti.

Bu oddiy holda keltirilgan nurlanish koeffitsiyentini ko'pidagi formuladan hisoblab topish mumkin;

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_0}} \quad (11.11)$$

bu yerda C_1 , C_2 va C_0 —birinchi, ikkinchi va absolyut qora jismlarning nurlanish koeffitsiyentlari.

Nuriy issiqlik almashinuviga termik qarshilik R_n nurlanish koeffitsiyentiga teskari kattalikdir:

$$R_n = \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_0} \quad (11.12)$$

Gazlarning issiqlikni nur ko'rinishida tarqatishi (nurlashi). Issiqlik mashinalari kameralarida, qozon qurilmasi o'txonalarida va turli xil tuzilishdagi uchoq hamda kameralarda yoqilg'ini yoqishda atmosfera havosidan keng foydalaniladi. Atmosfera havosining issiqlik nurlarini tarqatishi keng spektrga ega. Bir va ikki atomli gazlar issiqlik nurlari uchun shaffofdir. Faqat ko'p atomli gazlar (karbonat angidrid— CO_2 , sulfid angidrid— SO_2 , suv bug'i H_2O , ammiak— NH_3 va sh. k) issiqlik nurlarini tarqatadi va yutadi. Yonilg'ining to'laroq yonmasligiga asosiy sabab uning tarkibida suv (namlik) va CO_2 ning ko'pligi; yoki yonish jarayonida ularning hosil bo'lishidir. Suv bug'i va karbonat angidrid yoqilg'ining yonishidan hosil bo'lishi ma'lum darajada nur issiqligi, almashinuvini jadallashtirsa, ma'lum miqdorda susaytiradi. Gazlarning aksariyati ma'lum to'lqin uzunlikdagi nurlarni chiqaradi, ya'ni chiqqan nur keng oraliqdagi to'lqin uzunliklarini qamramasdan, aniq uzunliklardagi to'lqinlardan tashkil topadi. Gazlar tarqatgan spektrining tor oraliqdagi to'lqin uzunliklaridagi energiyani yutadi va chiqaradi. Tarqalgan nur spektrining ko'zga ko'rinadigan qismida karbonat angidrid gazi va suv bug'i nur chiqarmaydi va yutmaydi. Bu gazlar tarqatgan nur spektrining uzun to'lqin qismida qisqa to'lqin qismiga nisbatan ancha jadalroq nur chiqadi va yutiladi.

Atmosfera tarkibidagi uglerod ikki oksidi (CO₂) miqdori yil sayin ma'lum darajada ko'payib borishi ehtimolligi hozirgi kunda sir emas. Bunga asosiy sabab inson texnikadan sanoat korxonalaridan to'g'ri foydalana olmayapti, ya'ni yoqilg'ining to'la yonishi ta'minlanmayapti. Atmosferadagi karbonat anhidrid gazi qisqa to'lqinli nurlarni yomon va uzun to'lqinligini yaxshi yutadi. Bunday hodisa iqlimning iliq bo'lishi va «issiqxona» effektining paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Gazlarning temperaturasi orttirilganida issiqlikning nur tarqatish koeffitsiyenti kamayadi va ko'proq qisqa to'lqindagi nurlar chiqaradi. Nur tarqatish jadalligi gazning zichligiga, bosimiga, temperaturasiga ham bog'liq.

Gaz o'zini o'rab turgan muhitga tarqatgan nur oqimining zichligini yuqorida qarab chiqilgan nur tarqatish jarayonlariga xosligi asosida, quyidagicha ifodalash mumkin:

$$q_{\varepsilon.m} = \varepsilon_k C_o \left[\left(\frac{T_g}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right] \quad (11.13)$$

bunda $\varepsilon_k = \frac{\varepsilon_g \cdot \varepsilon_m}{\varepsilon_m + \varepsilon_g (1 - \varepsilon_m)}$ issiqlik almashinuvida qatnashuvchi gazlar

sistemi tarqatgan nur koeffitsiyenti; ε_g va ε_m - gaz va muhitning qoralik, darajasini belgilovchi koeffitsiyentlar.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

Mavzu 12:YOQILG’I. YOQILG’I YONISH JARAYONI, KARBYURATOR VA DIZEL DVIGATELLARI UCHUN YOQILG’ILAR.

Reja:

1. Yoqilg’i va uning xossalari.
2. Yoqilg’i yonish jarayoni.
3. Karbyurator va dizel dvigatellari uchun yoqilg’ilar.

Tayanch iboralar: *yoqilg’i, yoqilg’i tarkibi, yoqilg’ining ish qismi, massa (quruq) qismi, yonuvchi massa qismi, organik massa qismi, yonish issiqligi, shartli yoqilg’I, o’txona qurilmasi, cho’g’don, mash’alali uoqish, uyurmali yoqish, qatlamli yoqish, qaynovchi qatlamli yoqish, oktan soni, detinasiya, setan soni.*

1. **Yoqilgi va uning xossalari.** Asosiy tarkibiy qismi ugleroddan iborat yonuvchi moddaga yoqilg’i deyiladi. Kimyoviy reaksiyaning jadal borishi natijasida yoqilg’i o’zidan issiqlik chiqaradi. Yoqilg’iga quyidagi talablar quyiladi: yonish vaqtida ko‘p miqdorda issiqlik chiqarish; yonish mahsulotida tabiatga zarar yetkazadigan moddalar miqdorining nam bo‘lishi; tez va to‘la yonishi; qazib olish arzon bo‘lishi va qayta ishlash hamda transportda bir joydan ikkinchi joyga ko‘chirishning oson bo‘lishi. Yoqilg’i qazib olinishi yoki tayyorlanishiga ko‘ra tabiiy va sun’iy bo‘ladi. Tabiatda ishlatishga tayyor xolda mavjud bo‘lgan yoqilg’ilar tabiiy yoqilg’ilar deyiladi. Qazib olinadigan toshko‘mir, yonuvchi

slanetslar, torf, neft, gaz, o'tin, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi chiqindilari tabiiy yoqilg'i hisoblanadi. Tabiatdagi yoqilg'ilarni yoki umuman moddalarni qayta ishlash natijasida olinadigan yoqilg'ilar sun'iy yoqilg'ilar deyiladi. Bo'larga koks, kukun holatigacha maydalangan qattiq yoqilg'i, briketlar, yog'och ko'miri, benzin, kerosin, solyar moyi, gazoyl, motor moyi, mazut, domna va koks batareyasi gazlari va tabiiy gazni qayta ishlashda olinadigan gazlar kiradi.

Yoqilg'i qattiq, suyuq va gaz holatida bo'ladi. Qattiq yoqilg'iga toshko'mir, torf, yonuvchi slanyetslar, koks, yog'och ko'miri va sh. k. kiradi. Suyuq yoqilg'iga neft va neft mahsulotlari (benzin, kerosin, solyar va motor moylari, gazoyl, mazut, qozon qurilmasi) yoqilg'ilarini kiritish mumkin. Gaz yoqilg'isiga — koks va domna, generator, neftni qayta ishlash zavodlari gazlari, propan, atsetilen, toshko'mir qazib olishda olinadigan gazlar va sh. k. misol bo'la oladi.

Yoqilg'i tarkibi organik va mineral moddalardan iborat bo'ladi. Organik moddalarga uglerod (S), vodorod (N₂), kislorod (S), azot (N₂) va oltingugurt (S) kiradi. Bu kimyoviy elementlar va ular birikmalarining miqdori turli xil yoqilg'ida turlicha bo'ladi. Masalan, neft va uning mahsulotlari tarkibi asosay uglerod va vodoroddan tashkil topgan.

Yoqilg'ining agregat holatidan qat'i nazar, uning tarkibidagi uglerod va vodorod asosiy bo'lib, suyuq yoqilg'ida ularning miqdori 85—87%, qattiq yoqilg'ida esa 50—90% ni tashkil etadi. Kislorod elementining miqdori qattiq yoqilg'ida 6,5% gacha, suyuq yoqilg'ida esa 25% gacha yetadi.

Gazdagi vodorod va uglerodning umumiy miqdori 0,3 dan 95% gacha. S va N₂ birikma holida, ya'ni metan (CN₄) gazi ko'rinishida ko'proq uchraydi.

Yoqilg'ining tabiatda hosil bo'lish davrida uning tarkibiy qismidagi kimyoviy elementlar miqdori ham o'zgarib boradi. Ayrim kimyoviy elementlar miqdori kamaysa, ayrimlariniki ortadi. Xususan, yoqilg'i yonishining ortib borishi uning tarkibidagi uglerod miqdorining ko'payishiga olib keladi. Masalan, antratsit tarkibida 93% uglerod bo'lsa, yog'ochda 40% ni tashkil etadi.

Yoqilg'ining tarkibiy qismi foiz (%) larda ifodalanadi, ya'ni uning ish, quruq, yonuvchi, organik qismlarini tashkil qilgan kimyoviy elementlar yig'indisi har bir holat uchun 100% deb qabo'l qilinadi: yoqilg'ining ish qismi

$$C^i + H^i + O^i + N^i + S^i + A^i + W^i = 100\% \quad (12.1)$$

quruq massa qismi

$$C^q + H^q + O^q + N^q + S^q + A^q = 100\% \quad (12.2)$$

yonuvchi massa qismi

$$C^{yo} + H^{yo} + O^{yo} + N^{yo} + S^{yo} = 100\% \quad (12.3)$$

organik qismi

$$C^o + H^o + O^o + N^o + 0 = 100\% \quad (12.4)$$

Yoqilg'i tarkibida uglerod qancha ko'p bo'lsa, kislorod shuncha kam bo'ladi va aksincha. Kislorod miqdorining yoqilg'i tarkibida ortishi uning issiqlik berishini pasaytiradi. Yoqilg'i tarkibidagi kimyoviy elementlarning reaksiyaga kirishi (yonishi) da har xil miqdordagi issiqlik ajraladi.

Turli xil yoqilg'ining kimyoviy tarkibi turlicha bo'lishi mumkin (12.1 va 12.2- jadvallar).

12.1-jadval

Qattiq va suyuq yoqilg'ining tarkibiy qismi

Yoqilg'i turi	Yoqilg'i tarkibidagi yonuvchi elementlar, %			
	C^{yo}	H^{yo}	O^{yo}	S^{yo}
Yog'och	50	6	43	0
Torf	53-62	5,2-6,2	32-37	0,1-0,3
Qo'ng'ir ko'mir	62-72	4,4-6,2	18-27	0,5-6,0
Toshko'mir	75-90	4,5-5,5	4-15	0,6-6,0
Antrasit	90-96	1,0-2,0	1-2	0,5-7,0
Neft	83-86	11-13	1-3	0,2-4,0

12.2-jadval

Yonuvchi gazning tarkibiy qismi

Gaz turi	Quruq gaz hajmidagi modda miqdorilari, %							
Tabiiy (Buxoro)	94,9	-	-	3,8	-	0,4	-	0,9
Koks gazi (tozalangan)	22,5	57,5	6,8	1,9	0,8	2,3	0,4	7,8
Domna gazi	0,3	2,7	28	-	-	10,2	0,3	58,5
Suyultirilgan gaz	4	qolgani boshqa gazlar; propan 79%, etan 6% , vodorod, izobutan 11%.						

Kam miqdorda vodorod gazi suvni elektroliz qilish usuli bilan olinadi va ilmiy tadqiqot laboratoriyalarida qo'llaniladi. Tabiiy va sun'iy gaz yoqilg'i sifatida sanoatning turli tarmoqlarida, avtomobilda, aviatsiyada oxirgi, o'n yil mobaynida keng qo'llanilmoqda.

Yoqilg'ining agregat holatidan qat'i nazar, hamma yoqilg'i bir xil issiqlik miqdorini ajratmaydi, Shuning uchun uning tarkibi yonuvchi vaballast (kul va namlik)dan iborat bo'ladi.

Yoqilg'i to'la yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori turlicha bo'lganligidan, ularni bir-biridan farqlash maqsadida, yoqilg'ining yonish issiqligi tushunchasi kiritilgan. Ish yoqilg'isining birlik massasi to'la yonganda ajralgan issiqlik miqdori yonish. issiqligi deyiladi. Yonish issiqligining o'lchovi kJ/kg yoki kJ/m³. Yoqilg'ining yonishida ajraladigan issiqlik miqdori yuqori (q_{yu}^i) va quyi (q_q^i) bo'ladi.

Ish yoqilg'isining birlik massasi to'liq yonganda, uning tarkibidagi namlikning bug'lanishiga sarf bo'lgan issiqlik miqdori hisobga olinmaydigan yonish jarayonida, ajralib chiqqan issiqlik miqdori yuqori (q_{yu}^i) issiqlik ajralish deyiladi. Yoqilg'ining birlik massasi yonganda uning tarkibidagi namlik hamda vodorodning kislorod bilan reaksiyaga kirishishi jarayonida hosil bo'lgan namlik hisobga olingan holatda ajralgan issiqlik, miqdori suyi issiqlik ajralish deyiladi. Shuning uchun bu isrof e'tiborga olinganda hisoblar turri bo'ladi. Masalan, 1 kg vodorod kislorod, bilan reaksiyaga kirishishi jarayonida 9 kg suv hosil bo'ladi. Tabiiyki, har qanday yonilg'i tarkibida va yonishni ta'minlash uchun kiritiladigan atmosfera havosida vodorod mavjud. Hosil bo'lgan bir kg suvni bug'lantirish uchun $24 \cdot 10^2$ kJ issiqlik miqdori sarflash kerak, 1 kg bug' suyuqlikka aylanish jarayonida atrofga 2,5 MJ ($t = 20^\circ\text{C}$) issiqlik chiqaradi.

Demak, (q_{yu}^i) bilan (q_q^i) orasidagi bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$(q_{yu}^i) = (q_q^i) + 25(9H^i + W) \quad (12.5)$$

Qattiq yoqilg'ilarning yonish issiqligi $10 \div 28$ MJ/kg oralig'ida bo'lib, uning tarkibidagi namlik va kul miqdorining, ya'ni ballast qismining ortishi bilan ($q_{i.a}^i$) (ish yoqilg'isining issiqlik ajratishi) kamayib boradi. Suyuq yoqilg'ilarda $q_{i.a}^i = 39 \text{ MJ} / \text{kg}$ gacha bo'lsa, gazlarda uning qiymati $4 \div 88,5$ MJ/m³ ni tashkil etadi.

Qattiq va suyuq yoqilg'ilarning issiqlik ajratishini D. I. Mendeleyevning emperik formulasi asosida etarli aniqlikda J/kg o'lchovida nazariy hisoblab topiladi:

$$(q_q^i) = 338C^i + 1025H^i - 108,5(O^i - S^i) - 25W^i \quad (12.6)$$

$$25W^i + 225H^i + 25W^i = 338C^i + 1250H^i - 108,5(O^i - S^i) \quad (12.7)$$

Gaz yoqilg'isi uchun (J/m^3)

$$q_q^i = 108H_2 + 126CO + 234H_2S + 358CH_4 + 638C_2H_8 + 1187C_4H_{10} + 1461C_5H_{12} + 591C_2H_4 + 860C_3H_6 + 1135C_4H_8 + 1403C_6H_6 \quad (12.8)$$

Shartli yoqilg'i sifatida issiqlik ajratishi $q_q^i = 29,35$ MJ/kg ($7 \cdot 10^3$ kkal/kg) ga teng bo'lgan yoqilg'i qabul qilingan. Shartli yoqilg'i asosida boshqa yoqilg'ilardan iqtisodiy jihatdan foydalanish maqsadga muvofiqligi va ular sarfi aniqlanadi.

12.4.-jadval

Yoqilg'ilarning q_q^i issiqlik ajratishi

Yoqilg'i	$q_q^i \cdot 10^{-4}, \text{kJ/kg}$	Yoqilg'i	$q_q^i \cdot 10^{-4}, \text{kJ/kg}$
Yog'och	1,05-1,47	Neft	4,30-4,60
Torf	0,84-1,05	Mazut	4,0-4,55
Qo'ng'ir ko'mir	0,63-1,09	Kerosin	4,40-4,60
Toshko'mir	2,1-3,0	Benzin	4,40-4,70
Antrasit	2,70-3,10	Tabiiy gaz	2,70-3,80
Yonuvchi slanetslar	0,73-1,50	Neftning hamroh gazlari	4,20-7,10
Pista ko'mir	3,0-3,40	Koks gazi	1,50-2,10
Yarim koks	2,50-3,10	Domna gazi	0,36-0,41
Koks	2,80-3,10	Generator gazi	0,41-0,71
		Suv gazi	1,05-1,17

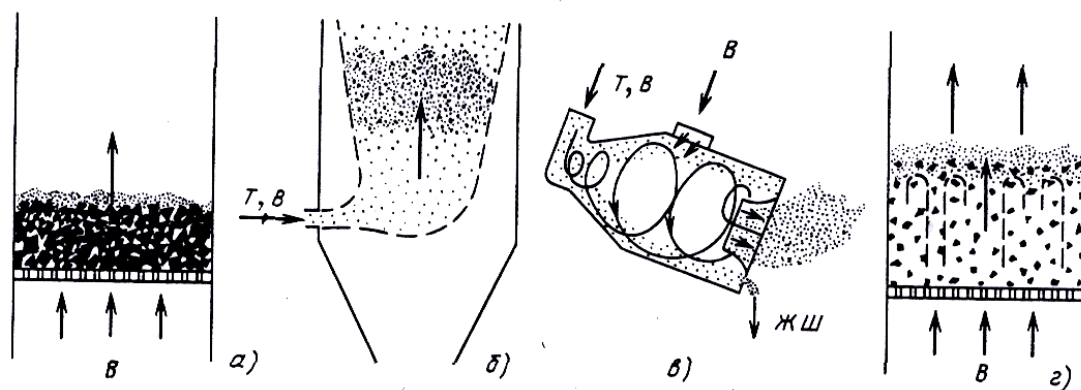
2. Yoqilg'ining yonish jarayoni kechadigan qurilma o'txona deyiladi. Yonish jarayonining borishini ta'minlaydigan va boshqaradigan uskunarlar majmui o'txona qurilmasi deyiladi. Konstruksiyasiga ko'ra o'txonada qattiq, suyuq va gaz yoqilg'ilari yoqiladi. Qattiq yoqilg'i tabiatda qanday paydo bo'lgan bo'lsa, shundayligicha, bo'laklab kukun xoliga keltirib yoqilishi mumkin. O'txona qurilmalarini loyihalashda eng avval yoqilg'ining tejab yoqilishiga, yonish mahsulotidagi tutun va oksidlovchi havo oqimi yo'llarining to'g'ri tashkil qilinishiga hamda o'txonani ishga tushirish, ishlatish ishlarining mexanizatsiyalashganligiga va avtomatlashtirilishiga asosiy e'tibor qaratiladi.

O'txonalar qatlamli, kamerali (mash'alali, uyurmali) turlarga bo'linadi.

Qattiq yoqilg'ini, yoqish. Yonilg'ini qatlamli yoqish o'txonasining asosini panjarali cho'g'don tashkil etadi. Panjarali cho'g'don ustiga ma'lum qalinlikda qattiq yoqilg'i tekis joylashtiriladi va panjara ostidan atmosfera havosi oqimi tabiiy ravishda yoki majburiy yoqilg'i oralab o'tib turadi. Oksidlovchi gaz (atmosfera havosi) qattiq yoqilg'i bilan ta'sirlashib yonishni ta'minlaydi va hosil bo'lgan alanga hisobiga issiqlik energiyasi hamda yonish mahsulotlari xosil bo'ladi. Yonish mahsuloti bilan yoqilg'i zarralari atmosferaga uchib chiqib ketmasligi va to'liq yonishi hamda ko'proq issiqlik ajralishi uchun o'txonada hosil bo'lgan gaz oqimining kutarilish kuchi yoqilg'i bo'lakchasining og'irlik kuchidan kichik bo'lishi kerak. Yoqilg'i bo'lakchalarining o'lchami 20—30 mm dan kichik bo'lmasligi lozim (12.1-rasm, a).

Panjarali cho'g'don yoqilg'ini tutib turibgina qolmasdan, yoqilg'iga havoni o'tkazish, kul va shlakni kulxona tomonga uzluksiz o'tkazib turish vazifasini ham bajaradi. Cho'g'dondagi hamma teshik va tirqishlarning ko'ndalang kesimlari yig'indisi panjaraning jonli kesimi deyiladi. Panjarali cho'g'dan o'lchamlari yoqilg'i turi va uning bo'laklarining katta-kichikligiga mos ravishda tanlanadi.

Cho'g'don, asosan cho'yan kuyib ishlanadi va yuzasi katta bo'lganda, u bir necha bo'lakdan tashkil topadi.



12.1-rasm. Yoqilg'ini yonish usullari: a) qatlamli; b) mash'alali; v) uyurmali; g) qaynovchi qatlamli.

Mash'alali yonish. O'txonaning FIK ni orttirish va yoqilg'ining tulik[^] yonishini ta'minlashda sattik. yokil-fh maxsus tegirmonlarda kukun x,olatiga keltiri-lib; xavo okimi bilan birgalikda o'txonaga uzatiladi. Bun-day yonish mash'alali yonish deyiladi (12.1-rasm, b).

Mash'alali yoqishning asosiy afzalligi yoqilg'i isrofsiz yonadi va katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Gaz-havo oqimidagi zarralarning suyuqlik darajasi kichik bo'lganligidan mash'alali yoqish jadalligining chegaralanganligi hamda oqim o'zgarishi yonishga tez ta'sir e'tishi bu usulda yoqishning asosiy kamchiligi hisoblanadi.

Uyurmali yoqish. O'txona bo'shlig'ida kuchli, uyurmali oqim hosil qilish usuli bilan yoqilg'i yoqilganda yoqilg'i zarralari uzoq vaqt o'txonada bo'ladi va to'liq yonadi (12.1-rasm v). Havo oqimi yoqilg'i zarralarini uyurma trayektoriyasi bo'ylab olib o'tadi va jadal yonishni ta'minlaydi. Yoqilg'i zarralarining o'lchami 3—5 mm ni tashkil etsa ham o'txonada ular ancha muddat davomida uchib yurganligidan to'liq yonadi va katta miqdordagi issiqlikni ajratadi. Kul va shlak o'txona oxiridan uchib va oqib chiqadi.

Changsimon holatga keltirilgan qattiq yoqilg'ilarni bu usullarda yoqishning o'ziga xos afzalliklari bor:

a) past navli ko'mirni, ko'mir qazib olishda va uni boyitishdagi qoldiq chiqindilari katta quvvatli qozon qurilmalari o'txonalarida yoqish mumkin;

b) ortiqcha havo koeffitsiyenti $a_h=1,2-1,25$ qilib olinganda chala yonishda vujudga keladigan isroflar juda kam va o'txona samaradorligi iqtisodiy jihatdan yuqori bo'ladi;

v) yonish jarayonini to'la mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish mumkin;

3. Ichki yonuv dvigatellarida (IYOD) yoqilg'i sifatida neftni qayta ishlash yo'li bilan olinadigan benzin, kerosin, solyar moyi hamda qayta ishlangan tabiiy gaz, hozircha laboratoriya sharoitlarida olinayotgan va tadqiqot qurilmalarida qo'llaniladigan vodorod gazidan foydalaniladi.

Karbyuratorli ichki yonuv dvigatellarida, asosiy benzin, ligroin va gaz; dizel ichki yonuv dvigatellarida gazoyl va solyar moyi; reaktiv dvigatellarda kerosin-gazoyl fraksiyalari ishlatiladi. Benzin (frans bnezine — xo'shbo'y modda) uglerod va vodorod birikmalaridan iborat bo'lib 30—205°C qaynaydi. Uning zichligi $\rho = 700-800 \text{ kg/m}^3$. Neftdan olinadigan A-66, A-72, A-76, AN-91, AI-92, AI-93, AI-98 karkali benzinlar karbyuratorli dvigatellarda qo'llaniladi. Aviatsiyada sifati yuqoriroq bo'lgan B400/130, B-95/130, B-31/115 markali yoqilg'i ishlatiladi.

Benzining detonatsiyaga moyilligi uning muhim sifat ko'rsatkichlaridan hisoblanadi. Detonatsiya deb dvigatel silindrida yoqilg'ining portlash tarzida juda ham tez yonishiga aytiladi.

Agar normal sharoitda ish aralashmasi 25 — 30 m/sek tezlik bilan yonsa, detonatsiyada u 2000 — 2500 m/sek da yonadi.

Siqish darajasining oshishi dvigatel quvvati va tejamliligiga yaxshi ta'sir qilsa ham (buni keyinchalik termin f.i k. (η) tenglamasini chiqarishda ko'rsatamiz), uning kattaligi yoqilg'i tarkibiga kiruvchi uglevodorodlarning xossalari bilan aniqlanuvchi yoqilg'ning detonatsiyaga moyilligi bilan cheklanadi.

Yoqilg'ining detonatsiya xususiyatining ko'rsatkichi oktan sonidir: oktan soni qancha ko'p bo'lsa, yoqilg'ining detonatsiyaga qarshiligi shuncha yuqori bo'ladi. Bir xil standart sharoitda tekshirilayotgan yoqilg'ining oktan sonini

aniqlash uchun geptan aralashmasi (geptan—kuchli detonatsiyalanuvchi komponent—uning oktan soni 0 ga teng qilib olinadi) bilan izooktan (detonatsiyaga kamroq moyil uning oktan soni 100 hisoblanadi) aralashmasining detonatsiyaga moyilligini solishtiriladi. Ko'rsatilgan aralashmada (gektan-izooktan) izo-oktan hajmining detonatsiya xususiyati bo'yicha tekshirilayotgan yoqilg'iga teng bo'lgan protsent miqdori oktan soni hisoblanadi. Benzinning detonatsiyaga qarshilik ko'rsatish xususiyatini oshirish uchun ularga kam miqdorda (0,2 -0,3%) maxsus antidektonatorlar qo'shiladi. Ularning ichida eng ko'p tarqalgani etil suyuqligi $[Pb (C_2H_5)_4]$ Bunday benzinlar etillangan deb yuritiladi. Etil suyuqligi juda kuchli zarar hisoblangani uchun ularni ishlatishda juda ham ehtiyot bo'lish kerak. Oddiy benzinni etillangandan ajratish uchun ularni havo rangga yoki to'q-sariq, rangga bo'yaladi.

Avtomobil dvigatellarida ko'pincha oktan soni 65 — 70 ga teng bo'lgan benzin ishlatiladi, aviatsiyada esa undan ko'proq sonli benzin ishlatiladi.

Gazoyl (gaz va ingl. on — moy) dizel dvigateli yoqilg'isi 200—400°C da qaynaydi. Gazoyl qayta ishlansa yana ham yaxshiroq yoqilg'i olinishi mumkin.

Solyar moyi. Neftni qayta ishlash jarayonida, uni haydash, fraksiyalarga ajratishda olinadigan dizel dvigatellarining yoqilg'isi. Qaynash temperaturasi 240—400°C, qovushqoqligi 5—9 sst, 50°C da qotish temperaturasi — 20°C, ochi havoda alanganish temperaturasi 125°C dan yuqori.

Kerosin (yunon. Keros — mum) — suyuq uglevodorodlar aralashmasi bo'lib, reaktiv va dizel dvigatellarining yoqilg'isi hisoblanadi. Kerosin neftni to'g'ri haydash yoki neft mahsulotlarini krekinglash yo'li bilan olinadigan tiniq yoki sarg'ish-zangori tUSDagi suyuqlik bo'lib, tez alanganadi. Qaynash temperaturasi 180—320°C, zichligi $\rho = 775—850 \text{ kg/m}^3$.

Ligroin (og'ir benzin) -neft yoki neft-gazni ishlatishda hosil bo'ladigan kondensat fraksiyasi bo'lib, 120-240°C da ajratib olinadi va dizel dvigateli yoqilg'isi sifatida ishlatiladi. Ligroin rangsiz, tiniq yoki sarg'ish suyuqlik, zichligi $\rho = 785—795 \text{ kg/m}^3$.

Dizel yoqilg'isi (gazoyl) ko'pincha yuqori siqish darajasiga ega bo'lgan ichki aralashmali tez harakatli dvigatellarda ishlatiladi. Bu holdagi yoqilg'ilarga quyiladigan talab karbyurator bilan ishlatiladigan yoqilg'ilarga qaraganda birmuncha farq qiladi. Ichki aralashma hosil qiluvchi dvigatellarda yoqilg'ining bug'lanishi silindrning o'zida sodir bo'ladi, chunki silindrda havo 800 — 900° K temperaturagacha siqiladi. Shuning uchun yoqilg'ining bug'lanishi juda ham jadal ravishda boradi. Biroq tez yurar dizellarda aralashma hosil qilish va yonish protsessiga ketadigan vaqt juda oz, bu esa maxsus og'ir fraksiyali yoqilg'idan foydalanilganda uning to'la yonishini yomonlashtiradi.

Bu gruppada yoqilg'ilarning to'la yonishiga va qurum hosil qilishga moyilligini xarakterlash uchun maxsus asbobda havosiz yonayotgan yoqilg'idan hosil bo'ladigan koks miqdorini (og'irligiga nisbatan protsent hisobida) ko'rsatuvchi koks soni deb ataluvchi son xizmat qiladi. Dizel yoqilg'ilarida bu son 0,1—0,3 ga teng bo'lib, mazutda esa 0,5% gacha yetadi.

Bunday yoqilg'ilar tarkibida og'ir uglevodorodlarning bo'lishi ularning qovushoqligini va sovish temperaturasini oshiradi. Dvigatel silindriga yoqilg'i beruvchi yoqilg'i apparaturasining to'xtovsiz ishlashi uchun qovushoqligi kam yoqilg'i zarur bo'ladi. Shuning uchun qovushoqlik dizel yoqilg'isining muhim xarakteristikasidan biri xisoblanadi va u 20°C da 1,25—1,70°C chegaralarida bo'ladi. Siqish darajasi yuqori bo'lgan dvigatellarda detonatsiya bilan yonish bo'lishi mumkin emas, chunki silindrda havo siqiladi. Biroq yoqilg'ining ba'zi bir sortlari ishlatilganda va ayniqsa uni oldinroq sochilganda detonatsiyaga o'xshash hodisa yuz beradi. Dvigatelnng ishlashi og'irlashib ba'zi detallari ishdan chiqadi. Dvigatelni bunday yoqilg'ida ishga tushirish odatda qiyinroq bo'ladi. Shuning bilan birga detonatsiyani og'irlashtiruvchi faktorlar ishning og'irlashishiga aks ta'sir etadi. Masalan, siqish darajasini oshirish detonatsiyani ko'paytiradi, ammo bunda ishning og'irlashishi kamayadi. Dizel yoqilg'ilarini ishga tushirish xususiyatlarini, ishning og'irlashishini o'z-o'zidan alangalanishiga moyilligini baholash uchun ko'rsatkich setan soni xizmat qiladi. Setan soni qancha yuqori bo'lsa, bu hodisalar shuncha yaxshi bo'ladi. Setani sonini aniqlash uchun tekshirilayotgan yoqilg'ini o'z-o'zidan alangalanishi bo'yicha setan bilan $C_{16}H_{34}$ (o'z-o'zidan alangalanish bo'yicha eng yaxshi xarakteristikaga ega; uning setan soni 100 hisoblanadi) alfametilnaftalin- $C_{11}H_{10}$ (eng qiyin alangalanuvchi komponent; uning setan soni 0 olinadi) aralashmasi bilan solishtiriladi. Alfametilnaftalin aralashmasida setan hajmining o'z-o'zidan alangalanishi bo'yicha tekshirilayotgan yoqilg'iga teng protsent miqdori setan soni deb ataladi

Yuqorida ko'rsatilgan muxim xarakteristikalaridan tashqari hamma xil suyuq yoqilg'ilarning sifatini qator boshqa ko'rsatkichlari aniqlaydi: yoqilg'ida suv, kislota va ishqorlarning yo'qligi, mumkin qadar past sovish harorati, saqlaganda birdek qolishi, qurumni ko'paytiruvchi smola moddalari va boshqalar bo'lmasligi kerak.

Keyingi paytlarda dvigatellarda yoqilg'i sifatida gazlar ko'proq ishlatilmoqda.

Gazsimon yoqilg'ilarni ikki asosiy gruppaga bo'lish mumkin: tabiiy va sun'iy.

Gazlardan foydalanish uchun tayyorlash usuli bo'yicha ularni saqilgan va suyultirilgan gazlarga bo'lish mumkin.

Suyultirilgan gazlar, odatda 200 ata bosim ostida ballonlarda saqlanadi. Bu gruppaga gazlarga tabiiy, shuningdek, sanoat gazlari koks, yonadigan gaz va ba'zi bir kreking-gazlar kiradi.

Suyultirilgan gazlar nisbatan past bosimda (15—17 kG/sm²) suyuq holatda ballonlarda saqlanadi. Suyultirilgan gazlarga dast-avval benzin ishlab chiqarish paytida olinadigan gazlar va sintez gaz kiradi. Chunonchi, avtotransportda qo'llanadigan gazlar xar xil proporsiyadagi propan, butan, butilen, propilen, etan va etilen aralashmasidan iborat.

Motor yoqilg'isi hisoblangan siqilgan gazlarni xarakterlovchi asosiy ko'rsatkichlar quyidagilar: issiqlik berishi, detonatsiyaga bardoshligi, alangalanish chegarasi, alangalanish temperaturasi, namligi, tozaligi, zararliligi.

Hamma gazlar benzina qaraganda ancha yuqori detanatsiya chidamligiga ega. Gazlarning oktan soni 90 va undan yuqori bo'lishi mumkin. Shu sababli ularni siqish darajasi yuqori bo'lgan dvigatellarda qo'llash mumkin.

Turli xil yoqilg'ilarning tarkibiy qismi va ularning issiqlik chiqarish xususiyatlari turlicha (12.4-jadval).

12.4 – jadval

Ayrim yoqilg'ilarning tarkibi va ularning issiqlik chiqarish xususiyatlari

Yoqilg'i nomi	Og'irligi bo'yicha tarkibi				Solishtirma og'irligi, H / m^3	Issiqlik chiqarish xususiyati, kal/kg	15 ⁰ C va 1 atm havoning nazariy sarfi, m ³ /kg
	C, %	H, %	O, N, %	S, %			
Benzin	85,0	15,0	-	-	0,70	10200	12,5
Kerosin	85,5	14,0	0,5	-	0,82	10300	12,5
Benzod	91,0	7,5	1,0	0,5	0,88	9600	11,1
Solyar moyi	85,5	12,2	1,5	0,8	0,82	10000	11,8
Spirt	52,0	13,0	35,0	-	0,80	6000	7,6

Surkov moylar. Ichki yonuv dvigatellari detallarning sirpanuvchi sirlari orasidagi ishqalanishini kamaytirish uchun turli-tuman moylash materiallari ishlatiladi: Avtol, TAD-17, Litol-24, Filol-1, Texnik vazelin VTV-1 va h. k.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.

3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O‘qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

Mavzu 13: ICHKI YONUV DVIGATELLARI. EFPEKLI VA INDIKATOR QUVVATLAR.

Reja:

1. Ichki yonuv dvigatellari haqida umumiy tushuncha va ularning tasnifi.
2. Ichki yonuv dvigatelining termodinamikaviy sikllari.
3. Ichki yonuv dvigatellarining indikator quvvati.
4. Ichki yonuv dvigatellarning effektiv quvvati

Tayanch iboralar: *Ish yoqilg'isi, ish aralashmasi, dizel dvigateli, karbyuratorli dvigatel, forsunka, silindrlar bloki, kriviship-shatunli mexanizm, termodinamikaviy sikllar, karno sikli, siqish darajasi, adiabata ko'rsatkichi, PV diagramma, porshen yo'li, indikator quvvat, effektiv quvvat.*

Ichki yonuv dvigatellari haqida umumiy tushuncha va ularning tasnifi.

Ish yoqilg'isi maxsus qurilma ichida yonadigan va yonish jarayonida ajralib chiqqan issiqlik miqdorining ma'lum qismini mexanik energiyaga aylantirib bera oladygan issiqlik; mashinasiga ichki yonuv dvigateli (IYED) deyiladi. Barcha termodinamik jarayonlar sikl davomida silindrning ish hajmida ketma-ket kechadigan porshenli; ish jismi havo kompressorida siqiladigan, maxsus yonish kamerasida yonadigan va yonish mahsuloti gaz turbinasida kengayadigan gaz turbinali va yonish mahsuloti soploda kengayishidan reaktiv kuch vujudga keladigan reaktiv dvigatellar mavjud va ular inson faoliyatining turli sohalarida keng qo'llaniladi.

Ichki yonuv dvigatellari yoqilg'i turiga qarab, gaz yoqilg'isida (gaz dvigateli), suyuq yoqilg'ida (benzin, solyar moyi, kerosin, ligroin va h.k), binar (suyuq va gaz) yoqilg'ida ishlaydigan dvigatellarga bo'linadi. Ish sikliga qarab ikki va to'rt taktli; yoqilg'ining kameraga kiritilishiga qarab bosimli va bosimsiz; ish aralashmasining tayyorlanishiga ko'ra ish jismi tashqarida va ichkarida tayyorlanadigan dvigatellarga bo'linadi. Ish aralashmasini o't oldirish usuliga qarab tashqi elektr manbaidan (elektr uchquni, o't oldirish shari—kalorizator) va silindrda siqilgan havoning qizishi (dizel dvigateli) hisobiga o't oldiriladigan dvigatellar mavjud. IYOD lari avtomobil, aviatsiya, gaz turbinali va reaktiv dvigatellarga bo'linadi.

Avtomobil uchun IYOD larining yaratilishi o'tgan asrning 60-yillariga to'g'ri keladi. Bu davrda Lenuar (1860 y.) Fransiyada, N. Otto va E. Lengen (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. 19- asrda neftni qayta ishlashdan olingan benzin, kerosinlarni elektr uchquni yordamida yoqilishi IYOD larining keng tarqalishiga sabab bo'ldi.

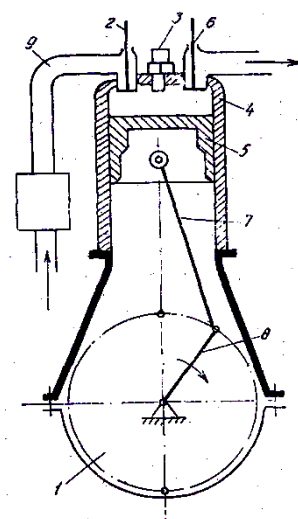
Rossiyada birinchi-marta benzinda ishlaydigan IYOD (Koyetovich dvigateli) 1889 yil yasalgan. Nemis muxandisi R. Dizel tomonidan ixtiro etilgan (1897 y.) siqilish hisobiga qizigan havoga purkalgan yokilg'ining yonishi natijasida ishlaydigan IYOD ning takomillashgan konstruksiyasi 1899 y. Peterburgda yasaladi. Keyinchalik kompressorsiz dizel dvigatelini 1901 yilda G. V. Trinkler va 1910 yilda Ya. V. Mamin yaratadilar. Dizel dvigatellarining nazariyasi to'laroq o'rganilishi davrida, uning konstruksiyalari ham takomillashib bordi.

IYOD ning prinsipial sxemasi 13.1-rasmda keltirilgan. Porshenli IYOD ning asosini silindr 4 va unga kiritilgan porshen 5 tashkil etadi. Porshen krivoship-shatunli mexanizm orqali tirsak valiga yonish mahsuli gazlari vujudga keltirgan bosim kuchini uzatadi. Silindrlar blokining ostki qismiga tirsak vali, ustki qismiga tirsak vali, ustki qismiga kiritish 2 va chiqarish 6 klapanlari joylashtirilgan silindr kallagi o'rnatiladi. Silindrlar bloki kallagiga karbyuratorli dvigatellarda svecha 3, dizel dvigatellarida esa forsunkalar o'rnatiladi. Porshen silindrda ilgari lanma-qaytma harakat qiladi.

2. Ichki yonuv dvigatelining termodinamikaviy sikllari

Ma'lumki, qaytar termodinamikaviy protsesslardan—ikkita izotermik va ikkita adiabatik protsesslardan tuzilgan Karno sikli kuch ustanovkasining ideal sikli hisoblanadi.

Xozirgi paytda ichki yonuv dvigatellari uchun Karno siklidan farq qiladigan uchta sikl qo'llaniladi: issiqlik $\nu = const$ da beriladigan sikl; issiqlik $p = const$ da beriladigan sikl va issiqlik $\nu = const$ hamda $p = const$ da beriladigan sikl. Bu sikllarning termik F. I. K. Karno siklining F. I. K. dan kichik bo'ladi.



13.1 -rasm. Porshenli IYODning prinsipial sxemasi: 1 — karter; 2 va b - kiritish va «chiqarish klapanlari; 3—o't oldirish svechasi; 4-silindr; 5-porshen 7-shatun; 8 - krivoship; 9 - kiritish trubasi.

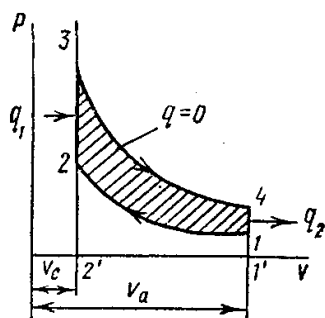
Ma'lumki, termodinamikaviy protsesslarni tekshirishda ular sodir bo'ladigan sharoit ideal (haqiqatda mavjud bo'lmaydigan) deb qabul qilinadi. Ichki yonuv dvigatelining ideal termodinamikaviy sikllarini ko'rib chiqamiz. Bunda:

- 1) siklda ish jismining miqdori va tarkibi o'zgarmaydi;
- 2) yoqilg'ining yonish va gazning chiqib ketish protsesslari issiqlik keltirilishi va issiqlik olib ketilishi bilan almashtirilgan;
- 3) porshen bilan silindr devorlari orasida ishqalanish kuch;
- 4) ish jismining siqilish va kengayish protsesslari adiabatik ravishda (issiqlik

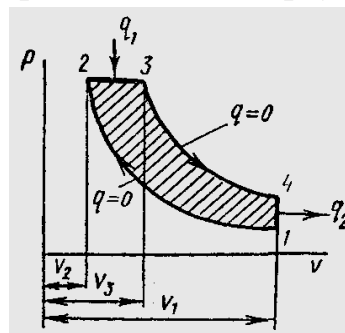
almashinuvsiz) sodir bo'ladi;

- 5) ish jismining issiqlik sig'imi temperaturaga bog'liq bo'lmagan o'zgarmas kattalik, deb qabul qilamiz.

Issiqlik $U = const$ sharoitda beriladigan sikl. Gazning boshlang'ich holati nuqta 1 ga (13.2-rasm) mos keladi, deb faraz qilaylik. Gaz adiabata 1-2 bo'yicha siqilganda uning hajmi kichrayadi, bosim va temperaturasi esa ko'payadi.



13.2-rasm. Issiqlik $U = const$ sharoitda keltiriladigan dvigatel ideal siklining diagrammasi



13.3— rasm. Issiqlik $p = const$ bo'lgan sharoitda keltiriladigan dvigatel ideal siklining diagrammasi

Nuqta 2 da gazga izoxora 2—3 bo'yicha q_1 issiqlik beriladi, natijada o'zgarmas hajmda bosim va temperatura keskin ortib ketadi. So'ngra gaz adiabata 3-4 bo'yicha kengayib, ish bajaradi, izoxora 4-1 bo'yicha esa gazdan q_2 issiqlik olib ketiladi.

Gazning oxirgi parametrlari bo'yicha ko'rilgan, uning silindrdagi hajmi bilan absolyut bosimi orasidagi bog'liklikni ko'rsatuvchi diagramma porshenli dvigatelning ishini baholashga imkon beradi.

Protsess 1—2—3—4—1 diagrammaning yopiq konturini hosil qiladi, uning yuzasi ideal dvigatelning bir ishlash siklida olingan foydali ishning kattaligini bildiradi.

Bu siklning termik f. i. k. quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \quad (13.1)$$

bu yerda $\varepsilon = \frac{V_a}{V_e}$ - siqish darajasi;

k - adiabat ko'rsatkichi;

V_a - silindrning ish hajmi;

V_e - yonish kamerasining hajmi.

Agar nisbatan tor chegarada o'zgaradigan daraja ko'rsatkichi k ning ta'sirini ko'rib chiqmaydigan bo'lsak, u holda termik f. i. k. faqat siqish darajasi ε ga bog'liq bo'ladi. Siqish darajasi ortishi bilan siklning f. i. k. ortadi.

Sodir bo'lgan aylanma sikl natijasida dvigatel ish bajaradi, uni ρU - diagrammadan oson aniqlash mumkin. Sikl davomida bajarilgan to'liq ish $l_{to'l}$ son jihatdan (432) yuzaga teng. Dvigatelning chiziq 1—2 bo'yicha gazni siqishga sarflagan ishi l_{siq} son jihatdan (122) yuzaga teng. Foydali ish $l_{fon} = l_{to'l} - l_{siq}$ ayirma bo'lib, son jihatdan 12341 yuzaga teng.

$P = const$ bo'lgan sharoitda issiqlik keltiriladigan sikl. $p = const$ sharoitda ishlaydigan dvigatelning ideal sikli ikkita adiabata (3-rasm), bitti izobara va bitta izoxoradan iborat bo'ladi.

Gaz adiabata bo'yicha nuqta 1 dan nuqta 2 gacha siqiladi, bunda uning bosimi va temperaturasi ortib boradi, deb faraz qilaylik. Issiqlik izobara 2—3 buyicha keltiriladi va temperatura kutariladi. Shundan keyin gaz adiabata 3—4 bo'yicha kengayadi va ish bajaradi. Va, nihoyat, izoxora 4—1 bo'yicha sovitkichga issiqlik olib ketiladi. Siklning termik f. i. k. ushbu formuladan aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\rho^k - 1}{k(p-1)} \quad (13.2)$$

bunda $\varepsilon = v_1 / v_2$ - siqish darajasi,

$p = v_3 / v_2$ - izobarik (dastlabki) kengayish darajasi:

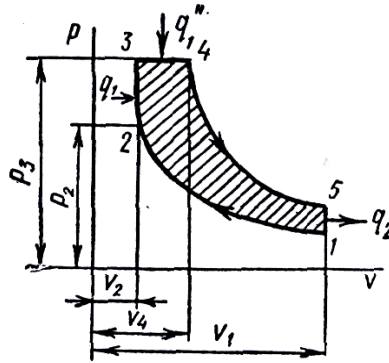
k - adiabata ko'rsatkichi.

Agar adiabata ko'rsatkichi k ning ta'siri ko'rib chiqilmaydigan bo'lsa, u xolda (13.2) formuladan ko'rinib turibdiki, ε ko'payishi bilan siklning termik f. i. k. η_t ortadi, p ko'payganda esa kamayadi,

$v = const$ va $p = const$ bo'lgan sharoitda issiqlik aralash keltiriladigan sikl. Dvigatelning tejamliligini oshirish maqsadida issiqlik keltirishning aralash usulidan foydalaniladigan sikl kiritilgan edi. Bu sikl ilgari ko'rib chiqilgan ikkita siklning umumlashmasi ($v = const$ va $p = const$ da) hisoblanadi.

13.4-rasm. shunday siklning diagrammasi ko'rsatilgan. Gaz adiabata bo'yicha nuqta 1 dan nuqta 2 gacha qadar siqiladi, bunda bosim va temperatura ko'tariladi. Chiziq 2-3 bo'yicha o'zgaras hajmda issiqlikning bir qismi q_1 beriladi. Issiqlikning qolgan qismi q_1 o'zgaras bosimda chiziq 3—4 bo'yicha

beriladi. Chiziq 4-5 bo'yicha gaz adiabatik kengayadi, izoxora 5-1 bo'yicha esa q_2 issiqlik sovitchiga olib ketiladi.



13.4-rasm. $v = const$ va $p = const$ bo'lgan sharoitda aralash sikl bo'yicha ishlaydigan dvigatel ideal siklining diagrammasi.

Aralash usulda issiqlik keltiriladigan siklning xarakteristikalarini quyidagi kattaliklardir:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= v_1 / v_2 - \text{siqish darajasi;} \\ \rho &= v_4 / v_2 - \text{izobarik kengayish darajasi;} \\ \lambda &= p_3 / p_2 - \text{issiqlik keltirilgan joyda bosimning ko'tarilish darajasi.} \end{aligned} \quad (13.3)$$

Siklning termik f. i. k. ushbu formuladan aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} - \frac{\rho^k \lambda - 1}{(\lambda - 1) + k\lambda(\rho - 1)} \quad (13.4)$$

(13.4) formuladan ko'rinib turibdiki, siklning f. i. k. ε va λ ko'payishi bilan ortadi va ρ kattalashganda kamayadi.

Ko'rib chiqilgan uchala siklni o'zaro taqqoslash. Ilgari ko'rib chiqilgan ikki sikl issiqlik aralash keltiriladigan siklning xususiy xollaridir. Masalan, $\rho = 1$ da v_2 va v_1 hajmlar o'zaro teng bo'ladi, binobarin, issiqlik aralash usulda keltiriladigan sikl issiqlik izoxoraviy sharoitda keltiriladigan siklga aylanadi $\lambda = 1$ bo'lgan bosim $p_2 = p_3$, sikl izobaraviy bo'ladi.

Issiqlik turli usullarda keltiriladigan ideal sikllarni o'zaro taqqoslashdan quyidagicha xulosalar kelib chiqadi:

1) siqish darajasi bir xil bo'lganda issiqlik izoxoraviy keltiriladigan siklning η_t termik f. i. k. issiqlik izobaraviy beriladigan siklning η_t termik f. i. k. ga qaraganda katta bo'ladi;

2) eng katta bosimlari bir xil bo'lganda issiqlik izobaraviy keltiriladigan siklning η_t issiqlik izoxoraviy keltiriladigan siklning η_t ga qaraganda katta bo'ladi;

3) eng yuqori temperaturalari bir xil bo'lganda issiqlik izobaraviy keltiriladigan siklning η_t issiqlik izoxoraviy keltiriladigan siklning η_t ga qaraganda katta bo'ladi.

Issiklik aralash usulda keltiriladigan sikl ko'rib chiqilgan ikkala sikl o'rtasida oraliq holatni egallaydi.

Siqish darajasi optimal bo'lganda aralash siklda maksimal bosimning qisman ko'payishi hisobiga issiqlik izobaraviy keltiriladigan sikldagiga qaraganda qattaroq η_t ga ega bo'lishi mumkin.

Haqiqiy dvigatellarning sikllari. Real ichki yonuv dvigatellari ideal aylanma sikl bo'yicha ishlay olmaydi, chunki ularda sodir bo'ladigan protsesslar real gazlar ishtirokida amalga oshadi. Real dvigatellarda sodir bo'ladigan protsesslar qaytmas va ochiq bo'ladi; ish jismning (havo bilan yonilg'i aralashmasining) ximiyaviy tarkibi faqat bir yunalishda o'zgaradi—yonuvchan aralashma yonish mahsulotlariga aylanadi. Teskari protsess—yonish mahsulotlarining yoqilg'i bilan havo aralashmasiga aylanish protsessi dvigatel silindrida sodir bo'lishi mumkin emas. Yonish mahsulotlari kengayib va ish bajarib, atmosferaga chiqib ketadi, ularning o'rniga esa yangi aralashma kiradi. Shunday qilib, bu yerda aylanma sikl uziladi.

Haqiqiy protsesslarda gazlarning issiqlik sig'imi temperaturaga bog'lik va shu sababli protsessning har qaysi momentida turlicha qiymatga ega bo'ladi. Haqiqiy dvigatellarda ish protsesslari jarayonida gidrodinamikaviy va mexanikaviy isroflar bo'ladi.

Dvigatelni ishlash vaqtida sinab ko'rish uchun unga maxsus asbob—indikator ulanadi, bu asbob dvigatelning ishini ko'rsatuvchi indikator diagrammasini chizadi. Indikator diagrammasidan yonish mahsulotlarining dvigatel silindrida bajargan foydali ishining kattaligi shuningdek, mexanikaviy qarshiliklarni yengish uchun sarflangan manfiy (befoyda) ishning kattaligi aniqlanadi.

Bundan tashqari, indikator diagrammasining shakliga qarab ish protsessida normadan chetga chiqilishi haqida fikr yuritish mumkin, diagrammasiz bularni aniqlab va yuqotib bo'lmaydi.

Dvigatellarning suvvati va f. i. k. O'rtacha indikatoriy bosim. 14.5 — rasmda tasvirlangan indikatoriy diagrammami ko'rib chiqamiz. Diagrammaning

1234 yuzi son jihatdan gaz silindrda bir ish sikli davomida bajargan indikatoriyl ish l_1 ga teng.

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, silindrda bosim vaqt o'tishi bilan kengayish yo'lining egri chiziri 3—4 bo'yicha o'zgaradi.

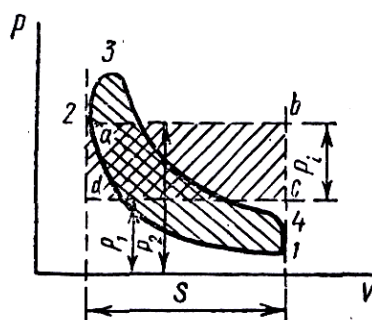
Agar indikatoriyl diagramma o'rniga yuzi shu diagrammaning yuzi 12341 ga teng kilib olingan va asosi hajmlarining maksimal ayirmasiga baravar bo'lgan to'g'ri to'rtburchaklik $abcd$ ni olsak, bu to'g'ri to'rtburchaklikning tegishli masshtabda balandligi o'rgacha indikatoriyl bosim p_i ning qiymatini ko'rsatadi.

Shunday qilib, yonish mahsulotlarining porshenga kengayish yo'li davomida ta'sir etadigan muayyan shartli o'zgarmas bosimi o'rtacha indikatoriyl bosim p_i deyiladi; bu ta'sir vaqtida indikatoriyl ish L_1 ga teng ish bajariladi.

O'rtacha indikatoriyl bosim orqali ifodalangan indikatoriyl ishni quyidagi formuladan hisoblab topish mumkin:

$$L_1 = p_i V_h \quad (13.5)$$

lekin $V_h = FS$, bu yerda F —porshen yuzi; S — porshen yo'li.



13.5-rasm. O'rtacha indikatoriyl bosimni geometrik tasvirlash

O'rtacha indikatoriyl bosim qiymatiga qarab ish protsessining samaradorlik darajasi, ya'ni dvigatel bajaradigan indikatoriyl ish haqida fikr yuritiladi.

p_i qiymati qanchalik katta bo'lsa, indikatoriyl ish shunchalik ko'p, silindrning ish hajmi V_h dan foydalanilish darajasi shunchalik yuqori bo'ladi.

O'rtacha indikatoriyl bosim kattaligi qo'llanilayotgan siklga, ortiqcha havo koeffitsiyentiga, siqish darajasiga va boshqalarga bog'liq.

Quyida dvigatellarning ba'zi tiplari uchun o'rtacha indikatoriyl bosim qiymatlari keltirilgan.

Dvigatelning nomi.	p_i bar
Neft bilan ishlaydigan	2,5—4,5
Gaz bilan ishlaydigan	4,0—7,0
Kerosin bilan ishlaydigan	4,0—6,0
Benzin bilan ishlaydigan avtomobil dvigatellari	6,0—10,0
Benzin bilan ishlaydigan haidagichlari bor aviatsiya dvigatellari	12—18
O'z-o'zidan alanga oladigan qo'zg'almas daigatellar	5,6—6,5
O'z-o'zidan alanga oladigan tez yurar avtotraktor va aviatsiya dvigatellari	7,0—9,0

Keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, o'rtach indikatoriy bosim benzin bilan ishlaydigan aviatsiya dvigatellarida eng katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, ularda ish protsessi ortiqcha havo koeffitsiyenti minimal bo'lganda ($\alpha = 0,85 - 0,95$) amalga oshiriladi. O'z-o'zidan alanga oladigan dvigatellar ishlashida havoning ortiqcha koeffitsiyenti anch, katta ($\alpha = 2,0 - 2,2$) bo'ladi. Shuning uchun yonilg'i o'z-o'zidan alanga oladigan dvigatellarda silindrning ish hajmidan foydalanish darajasi karbyuratorli dvigatellardagiga qaraganda past bo'ladi.

Dvigatellarning quvvati. Dvigatelning bir marta to'liq siklida silindr ichida gaz bajaradigan sekundiy ish indikatoriy quvvat N_i deyiladi.

Vali n ayl/minut tezlik bilan aylanadigan to'rt taktli dvigatel uchun bir minutdagi sikllar soni $n/2$ ga, ikki taktli dvigatel uchun esa n ga teng. Taktlar soni istalgancha bo'lgan dvigatel uchun bir minutdagi sikllar sonini $2n/\tau$ bilan ifodalash mumkin, bunda τ —taktlar soni. U holda dvigatelning har qaysi silindrida hosil qilinadigan quvvatni ushbu formula bo'yicha hisoblab topish mumkin:

$$N_i^{st} = \frac{p_i V_h 2n}{6 \cdot 10^4 \pi} \quad (13.6)$$

bu yerda $p_i V_h$ — dvigatelning indikatoriy ishi, j .

Maxrajdagi $6 \cdot 10^4$ koeffitsiyent bir minutdagi aylanishlar sonini bir sekunddagi aylanishlar soniga ($1 \text{ min} = 60 \text{ sek}$) hamda vatlarda ifodalangan quvvatni kilovatlarga ($1 \text{ kv} = 1000 \text{ v}$) aylantirish uchundir. Qisqartirgandan keyin quyidagini olamiz:

$$N_i^{st} = \frac{p_i V_h n}{3 \cdot 10^4 \tau} \quad (13.7)$$

Ko'p silindrli oddiy dvigatelning indikatoriy quvvati quyidagiga teng:

$$N_i^{st} = \frac{p_i V_h n z}{3 \cdot 10^4 \tau} \quad (13.8)$$

bu yerda z - dvigatel silindrlarining soni.

Indikatoriy quvvatning bir qismi porshen bilan silindr devorlari orasida, shatunlarning asos podshipniklarida taqsimlash mexanizmlarida, yonilg'i, moy, suv nasoslarida va boshqalarda vujudga keladigan ishqalanishlarni yengishga sarflanadi,

Shu sababli dvigatel valida olingan, effaktiv quvvat deyiladigan foydali quvvat N_e indikatoriy quvvatdan ishqalanishni yengishga sarflangan quvvat N_{ishq} miqdori qadar kichik bo'ladi:

$$N_e = N_i - n_{ishq} \quad (13.9)$$

Dvigatelning foydali ish koeffitsiyentlari. Shu vaqtga qadar ko'rib chiqilgan ish protsesslari ularning termik f. i. k. η_i ning kattaligi bilan baholanar edi. Lekin dvigatelga amalda baho berish uchun indikatoriy f. i. k. bilan effektiv f. i. k. ni bilish kerak.

Indikatoriy f.i.k. η_i dvigatel silindrida yonilg'ining issiqligidan foydalanilish darajasini ko'rsatadi. U indikatoriy ishga aylantirilgan issiqlikning yonilg'ining sarflangan barcha issiqligiga nisbatidan iborat:

$$\eta_i = \frac{N_i}{B Q_q^i} \quad (13.10)$$

bunda B — yonilg'ining o'rtacha sarfi, kg/sek , yoki m^3/sek .

η_i qiymatining katta bo'lishi dvigatel silindridagi ish protsessining yuqori sifatli ekanligidan dalolat beradi.

Effektiv f.i.k. effektiv ishga aylantirilgan issiqlikning sarflangan barcha issiqlikka nisbatan foydalanilish darajasini ko'rsatadi:

$$\eta_e = \frac{N_e}{BQ_q^i} \quad (13.11)$$

bu yerda N_e -effektiv quvvat.

Effektiv va indikatoriy f. i. k. o'zaro quyidagi nisbat orqali bog'langan:

$$\eta_e = \eta_i \eta_m$$

bu yerda η_m - mexanikaviy isroflarni hisobga oluvchi mexanikaviy f.i.k., u effektiv quvvatning indikatoriy quvvatga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \quad (13.12)$$

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

MAVZU 14: QOZON QURILMALARI

Reja:

1. Asosiy tushunchalar, qozon qurilmalarini bug‘ unumiga, bug‘ bosimiga va ishlatilishiga ko‘ra klassifikatsiyalanishi.
2. Qozon qurilmasi uning tuzilishi va ishlash tartibi.
3. Qozon agregatining issiqlik balansi.

Tayanch iboralar: *bug‘ unumdorligi, qozon agregati, bug‘ bosimi, yenergetik qozon qurilmalari, isitish qozon qurilmalari, sanoat qozon qurilmalari, issiqlik yenergetik qurilmalari, tabiiy sirkulyatsiyali qozonlar, tutun gazlari, vertikal suv quvurli qozonlar.*

1. Asosiy tushunchalar, qozon qurilmalarini bug‘ unumiga, bug‘ bosimiga va ishlatilishiga ko‘ra klassifikatsiyalanishi. Issiq suv va bug‘ ishlab chiqarish uchun mo‘ljallangan inshoot va qurilmalar majmui qozon qurilmasi deb aytiladi. Qozon qurilmasi qozon agregati bilan qo‘shimcha qurilmalardan tashkil topadi.

O‘txonada yoqilgan yoqilg‘idan ajralgan issiqlik hisobiga bosim ostida issiq suv va bug‘ hosil qiladigan uskunar majmui qozon agregati deyiladi. Qozon agregati tarkibiga quyidagilar kiradi: o‘txona qurilmasi (gorelklar bilan kamera); qozon agregatining asosiy qismlaridan biri bo‘lgan bug‘ qozoni, unda bug‘ hosil bo‘ladi; bug‘ berilgan parametrgacha qizdiriladigan bug‘ qizdirgich; bug‘ qozoniga beriladigan suvni isitish uchun mo‘ljallangan suv yekonomayzeri va yoqilg‘ini yoqish uchun o‘txonaga beriladigan havoni isituvchi havo isitkich. Qozon qurilmasining yordamchi qurilmalari jumlasiga mo‘ri, shlak va kul chiqaradigan qurilmalar, kulni tutib qolish qurilmalari, karkas, ichki qoplama va boshqalarni kiritish mumkin.

Qozon qurilmasi ishlab chiqargan mahsulot turiga ko‘ra bug‘ qozonlari, suv isitadigan qozonlar va bug‘-suv isitadigan qozonlarga bo‘linadi. Bug‘-suv isitadigan qozonlarda bir vaqtning o‘zida yoki har xil vaqtda bug‘ va issiq suv ishlab chiqariladi, lekin bunday turdagi qozonlar kam qo‘llaniladi. Hozirgi vaqtda

sanoatda qozon-utilizatorlar keng qo'llaniladi. Bunday qozonlarda issiqlik manbai sifatida texnologik jarayonlarning ikkilamchi yenergiya manbalari (masalan, sanoat pechlarining chiqib ketayotgan gazlari), metallurgiya zavodlaridan va domna pechlaridan chiqqan tutun-gaz aralashmalari ishlatiladi.

Qozon qurilmasining asosiy ish tavsiflariga quyidagilar kiradi:

Bug' unumdorligi (qozonning quvvati), bu vaqt birligida hosil bo'lgan bug' miqdori bilan aniqlanadi.

Bug'ning parametrlari (bosim va o'ta qizish temperaturasi).

Qozon agregatining F.I.K.

Qozon qurilmalarini quyidagi belgilariga ko'ra tavsiflash mumkin:

1. Bug' unumdorligiga ko'ra:

a) bug' unumdorligi past -(0,01-5,5 kg/s);

b) bug' unumdorligi o'rtacha-(30 kg/s gacha);

v) bug' unumdorligi yuqori -(500-1000 kg/s gacha);

2. Bug' bosimiga ko'ra:

a) past bosimli -(P=0,8(1,6 MPa);

б) o'rta bosimli -(P=2,4(4 MPa);

v) yuqori bosimli- (P=10(14 MPa);

g) o'ta yuqori bosimli -(P=25(31 MPa)

3. Ishlatilishiga ko'ra:

a) Yenergetik qozon qurilmalari, bular issiqlik yelektr stansiyalarining bug' turbinalarini bug' bilan ta'minlaydi;

b) Sanoat qozon qurilmalari, bular sanoat yehtiyojlari (issiqlik apparatlari, issiqlik almashinuv apparatlari, mashinalarning bug' uzatmalari va shu kabilar) uchun bug' ishlab chiqaradi;

v) Isitish qozon qurilmalari, bular mahalliy qozon qurilmalari bo'lib, qozon qurilmasi yaqinida joylashgan binolarni issiq suv bilan ta'minlaydi.

g) Issiqlik-yenergetik qurilmalar, bularda issiqlikning asosiy qismi yelektr yenergiyasi olishga sarflanadi, kamroq qismi isitish va turli-tuman texnologik jarayonlarni bajarish uchun yuboriladi.

Suv isitadigan qozonlarning issiqlik unumdorligi 4(180 Gkal/soat bo'lishi mumkin. Issiqlik unumdorligi 30 Gkal/soat bo'lgan qozonlarda, suvning qozondan chiqishidagi temperaturasi 423 K, suvning qozonga kirishdagi bosimi 1,6 MPa bo'ladi. Issiqlik unumdorligi 30 Gkal/soat va undan yuqori bo'lgan qozonlarda, chiqishdagi yeng yuqori temperatura 450-470 K, suvning kirishdagi bosimi 2,5 MPa bo'ladi. Qozon agregatlari 14.1-rasmda ko'rsatilgan ketma-ketlikda takomillashib bordi. Takomillashtirishdan asosiy maqsad metal sarfini kamaytirish, qozonning tejamligini va bug' unumdorligini oshirish, hamda parametrlari yanada ham yuqoriroq bo'lgan bug' olishdir. Hozirgi katta quvvatli qozonlarning

boshlang'ich sxemasi 14.1-rasm (a,b) da keltirilgan silindr shaklidagi oddiy qozon edi.

XIX asrning o'rtalarida silindrsimon va o't-quvurli qozonlardan (v) suv-quvurli (v-m) qozonlarga o'tildi. Qozonlarni takomillashtirish ikki yo'nalishda bordi: birinchidan gaz-quvurli, ikkinchidan suv-quvurli qozonlar yaratildi.

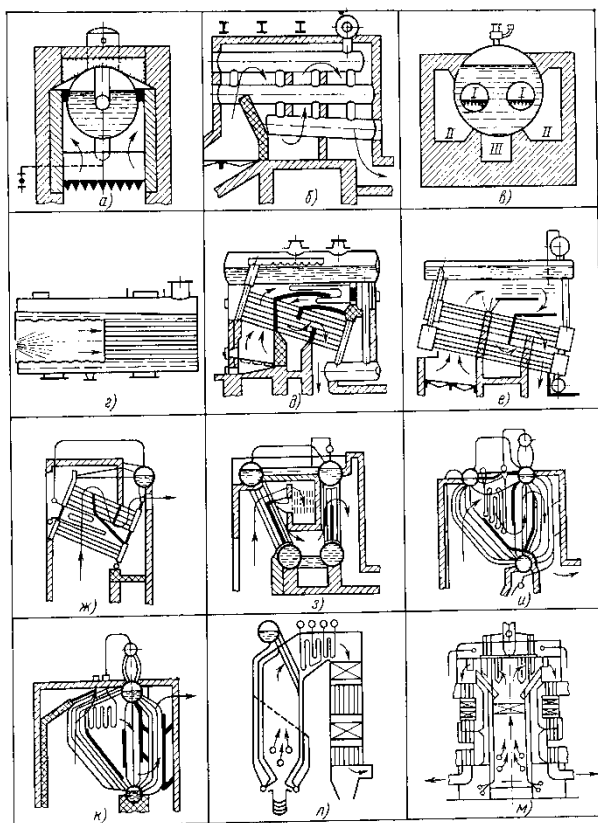
Natijada quvurlarning diametrini kamaytirgan holda isish sirtini kattalashtirishga yerishildi, chunki gazlarga qaraganda suvga issiqlik berish yuqori bo'ladi, bu yesa metallni tejash va unumdorlikni ko'tarish imkonini berdi.

Kamerali gorizontal suv-quvurli qozonlarda (d,ye) qaynatish quvurlar to'plami o'zining uchlari bilan yassi kameralarga ulanar yedi. Bular anker boltlari ko'pligi tufayli murakkab bo'lib, bug' bosimini 12-15 bar dan yuqori ko'tarishga imkon bo'lmadi.

Bu kamchiliklar gorizontal suv-quvurli qozonlarda sezilarli darajada bartaraf yetildi. Bularda yassi kameralar o'rniga silindrsimon qopqoqlar qo'llanildi, ularga to'g'ri quvurlar to'plami ulandi, quvurlar ikki to'plam hoida gorizontal ravishda barabanga (j) birlashdi. Shu tufayli bug'ning bosimi ortdi, quvurlarning soni va uzunligi ortishi yesa, qozonning unumdorligini oshirish imkonini yaratdi. Barabanlar avvalo uzunasiga, keyinroq ko'ndalangiga joylashtirildi. Suv yekonomayzerlari va havo isitkichlarni qo'llash natijasida qozonlarning tejamliligi va unumdorligi ortdi.

Gorizontal suv-quvurli qozonlar o'z vaqtida gaz quvurli qozonlarga nisbatan katta afzalliklarga yega yedi, lekin ularning hozirgi vertikal suv-quvurli qozonlarga qaraganda muhim kamchiliklari bor. Avvalo, bir necha barabanning bo'lishi metall sarfini oshirib yuboradi, qimmat turadigan tutashtirish kameralari esa, qozon narxini ortishiga sabab bo'ldi.

Bu kamchiliklar gorizontal suv-quvurli qozonlarda sezilarli darajada bartaraf yetildi. Bularda yassi kameralar o'rniga silindrsimon qopqoqlar qo'llanildi, ularga to'g'ri quvurlar to'plami ulandi, quvurlar ikki to'plam hoida gorizontal ravishda barabanga (j) birlashdi. Shu tufayli bug'ning bosimi ortdi, quvurlarning soni va uzunligi ortishi yesa, qozonning unumdorligini oshirish imkonini yaratdi. Barabanlar avvalo uzunasiga, keyinroq ko'ndalangiga joylashtirildi. Suv yekonomayzerlari va havo isitkichlarni qo'llash natijasida qozonlarning tejamliligi va unumdorligi ortdi.



14.1-rasm. Tabiiy sirkulyatsiyali qozonlarning takomillashib borishi:
*a – silindrsimon; b-batareyali; v-o‘t quvurli; g-o‘t va tutun quvurli; d,ye-kamerali
gorizontal-suv quvurli; j-bo‘limli gorizontal-suv quvurli; z-qaynatish quvurlari
to‘g‘ri bo‘lgan; i,k-qaynatish quvurlari yegilgan; l- P-simon bir barabanli qozon;
m- T-simon zamonaviy barabanli qozon agregati.*

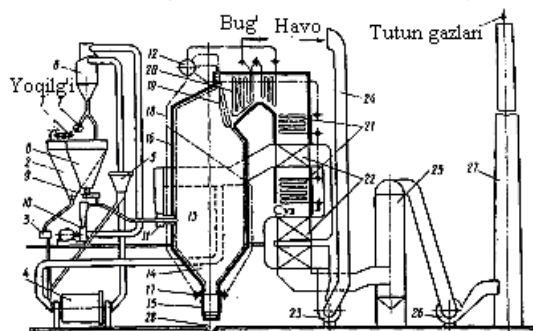
Gorizontal suv-quvurli qozonlar o‘z vaqtida gaz quvurli qozonlarga nisbatan katta afzalliklarga yega yedi, lekin ularning hozirgi vertikal suv-quvurli qozonlarga qaraganda muhim kamchiliklari bor. Avvalo, bir necha barabanning bo‘lishi metall sarfini oshirib yuboradi, qimmat turadigan tutashtirish kameralari yesa, qozon narxini ortishiga sabab bo‘ldi.

Shuning uchun ularni vertikal suv-quvurli qozonlar siqib chiqardi va hozirgi paytda gorizontal suv-quvurli qozonlar ishlab chiqarilmaydi. Vertikal suv-quvurli qozonlar dastlab qozonning yeng qimmat qismining–barabanlarning soni ko‘p qilib qurilar (z,i) edi.

Vertikal suv-quvurli qozonlarning keyingi takomillashuvi natijasida barabanlarning soni bittaga keltirildi (k,l,m), qaynatish quvurlarining to‘plami bevosita baraban bug‘ yig‘gichga tutashtirildi. Shunday qilib, barabanlar soniing kamayishi bilan bir vaqtda qozon isish sirtining konvektiv qismi qisqardi va o‘txonada yekranlar tarzida joylashgan radiatsion qismi ko‘paydi.

2. Qozon qurilmasi uning tuzilishi va ishlash tartibi. Zamonaviy bug‘ qozon qurilmasi (14.2-rasm) qozon agregatidan va yordamchi qurilmalardan (ko‘mirni

maydalash va chang tayyorlash, yoqilg'i va suvni uzatish, havoni va yoqilg'i mahsulotlarini tortish va puflash, nazorat-o'lchov asboblari, avtomatik boshqarish asboblari) tashkil topgan. Qozon devorlarining o'ta qizib ketishi ularning buzilish xavfini tug'diradi. Buning oldini olish uchun qozonning qizigan sirtlaridan issiqlikni tez olib turish kerak. Buning uchun isitish sirtlari bo'ylab suv va suv-bug' aralashmasining harakatini tegishli tarzda tashkil yetish lozim.



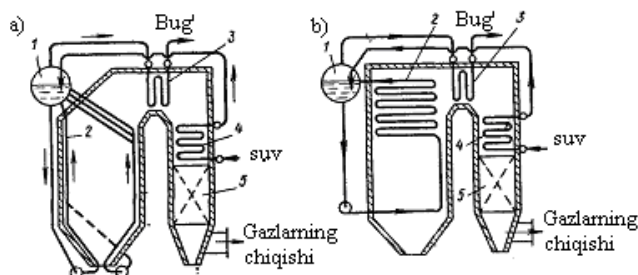
14.2-rasm. Qozon qurilmasining texnologik sxemasi.

1 – transporter; 2 – nam ko'mir bunker; 3 – nam ko'mir taqsimlagich; 4– ko'mir maydalaydigan tegirmon; 5 – separator; 6 – siklon; 7 – chang vinti; 8 – ko'mir changi bunker; 9 – ko'mir changi ta'minlagichi; 10 – tegirmon ventilyatori; 11 – gorelkalar; 12 – baraban; 13 – o'txona; 14 – sovuq voronka; 15 – shlak yig'gich; 16 – o'txona yekranlari (ko'tarish quvurlari); 17 - yekran kollektorlari; 18 – tushirish quvurlari; 19 – feston; 20 – bug' qizdirgich; 21 – suv yekonomayzeri; 22 – havo qutisi; 23 – puflash ventilyatori; 24 – havo tortishi qutisi; 25 - gaz tozalash qurilmasi; 26 – so'rish ventilyatori; 27 – tutun quvuri –mo'ri; 28 – kul-shlak chiqarish kanali.

Suv va suv-bug' aralashmasining isitish sirtlari bo'ylab harakatlanish tavsifiga ko'ra qozon agregatlari uch turga bo'linadi:

- tabiiy sirkulyatsiyali;
- majburiy sirkulyatsiyali;
- to'g'ri oqimli.

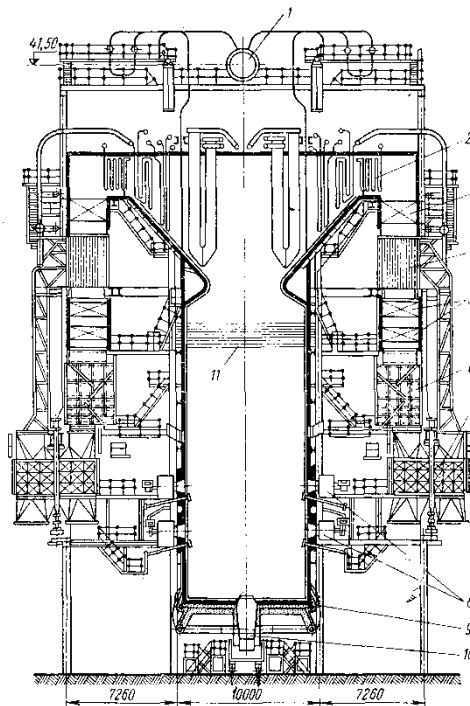
14.3-rasmda suv quvurli qozonlarning sirkulyatsion sxemasi keltirilgan.



14.3-rasm. Qozon sxemalari.

a – tabiiy sirkulyatsiyali; b – majburiy sirkulyatsiyali; 1 – baraban; 2 – isitish sirtlari; 3 – bug‘ qizdirgich; 4 – yekonomayzer; 5 – havo isitkich.

Tabiiy sirkulyatsiyali bug‘ qozonlarida suv yopiq sirkulyatsiyali konturda (14.3-rasm, a): «baraban – tushirish quvuri – pastki kollektor – ko‘tarish quvuri – baraban» da harakat qiladi. Bunday qozonlarda suvning va suv – bug‘ aralashmasining harakatlanishi ularning zichliklari orasidagi farqqa asoslanib amalga oshiriladi. Majburiy sirkulyatsiyali qozonlarda suv bilan suv-bug‘ aralashmasi sirkulyatsion nasos yordamida harakatlantiriladi.



14.4-rasm. Tabiiy sirkulyatsiyali TP-100 qozon agregati.

1- baraban; 2- bug‘ qizdirgichning konvektiv qismi; 3- ikkilamchi bug‘ qizdirgich; 4- quvurli havo isitkich; 5- yekonomayzer; 6- gaz yo‘llari; 7- regenerativ havo isitkich; 8- ko‘mir changini yoqish gorelkasi; 9- o‘txonaning tirqishli tagi; 10- suv vannasi va shlak transporteri; 11- bug‘ qizdirgichning radiatsion qismi.

Zamonaviy qozon agregatlari asosan tabiiy yoki sunpiy gazda, mazutda, changsimon ko‘mirda ishlaydi. Zamonaviy qozon agregatlarining ishlab chiqaradigan bug‘ining sarfi 400-450 t/soat, bosimi 2,5 MPa gacha, temperaturasi 700-850 K ga yetadi. Qurilishi jihatidan zamonaviy qozon agregatlariga kam metall sarflangan, boshqarish yetarli darajada mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan, yekologik nuqtaiy nazardan atrof muhitga o‘ta zaharli gazlarni kamroq chiqaradi. Bunga 14.4-rasmda keltirilgan yuqori quvvatli, qattiq yoqilg‘ida ishlaydigan tabiiy sirkulyatsiyali TP-100 markali (Taganrog zavodi, Rossiya) qozon agregati misol bo‘la oladi. Bunday qozonning bug‘ unumdorligi 640 t/soat,

bug'ning bosimi 14 MPa va temperaturasi 5700C, qaynoq havo temperaturasi 4030C, chiqib ketayotgan gazlar temperaturasi 1280C, F.I.K. 90,2%. Hozirgi vaqtda qozon agregatlarini yig'ishni arzonlashtirish va tezlashtirish maqsadida uning qismlari tayyor bloklar tarzida tayyorlanmoqda. Masalan, unumdorligi past va o'rtacha (2,5 dan 15 kg/s gacha) bo'lgan SU va SA turdagi (Belgorod zavodi, Rossiya) qozonlar olti blokdan tashkil topgan. Bloklar yig'ish maydoniga oson tashib keltiriladi va u yerda qozon agregati tezda yig'iladi.

3.Qozon agregatining issiqlik balansi. Qozon agregatiga issiqlik kelishi va uni sarflanishi muvozanatlashgan, ya'ni balanslashgan bo'lish kerak. Issiqlik balansi asosida yoqilg'ini sarfi aniqlanadi va qozon agregatining asosiy tavsifi bo'lgan F.I.K. hisoblanadi. Issiqlik balansi tenglamasi 1 kg qattiq suyuq yoki 1 m3 gaz yoqilg'isi uchun tuziladi:

$$Q_{\mu}'' = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (14.1)$$

bunda Q_{μ}'' -ixtiyoremizdagi issiqlik; Q_1 – foydalanilgan issiqlik; Q_2 – chiqib ketayotgan gazlar bilan issiqlikning isrof bo'lishi; Q_3 – kimyoviy to'la yonmaslikdan issiqlikning isrof bo'lishi; Q_4 – mexanik to'la yonmaslikdan issiqlikning isrof bo'lishi; Q_5 – *atrof muhitga issiqlikning isrof bo'lishi*; Q_6 – qozon agregatidan tashqariga chiqariladigan shlak issiqligi hisobiga bo'ladigan issiqlik isrofi.

Issiqlik balansi tenglamasini Q_{μ}'' ga nisbatan foizlarda ifodalash mumkin.

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100\% \quad (14.2)$$

bunda $q_1 = \frac{Q_1}{Q_{\mu}''} 100\%$; $q_2 = \frac{Q_2}{Q_{\mu}''} 100\%$ va h.q.

Ihtiyoremizdagi issiqlik quyidagi kattaliklarni yig'indisiga teng bo'ladi:

$$Q_i^i = Q_k^i + Q_{fm} + Q_{x,i} + Q_{b,m} \quad (14.3)$$

bunda Q_k^i - yoqilg'ining quyi yonish issiqligi; Q_{fm} - yoqilg'ining fizik issiqligi; $Q_{x,i}$ - havo bilan kirgan issiqlik; bu issiqlik havo tashqi manbadan isitilganda hisobga olinadi; $Q_{b,m}$ - puflanadigan bug' bilan mazut yoqishda keladigan issiqlik.

Havo bilan kirgan issiqlikni quyidagi tenglamadan hisoblanadi:

$$Q_{x,i} = \alpha V_0 c'_p (Tu.x - Tc.x)$$

bunda α - ortikcha havo koyeffitsiyenti; c'_p - havoning o'rtacha xajmiy izobar issiqlik sig'imi; $Tu.x$ - isitilgan havo temperaturasi; $Tc.x$ - sovuq havo temperaturasi; V_0 - 1 kg yoki 1 m3 yoqilg'ining yonishi uchun zarur bo'lgan

havoning nazariy miqdori. Bug‘ bilan kirgan issiqlik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q_{\text{ob.i}} = W_f (h_f - r)$$

bunda W_ϕ - bug‘ning forsunkadagi sarfi, 0,3 – 0,4 kg/kg;

h_ϕ - bug‘ entalpiyasi, kJ/kg; r - bug‘ hosil qilish issiqligi, kJ/kg.

Yoqilg‘ining fizik issiqligi:

$$Q_{\text{fi}} = c_{y\phi} (T_{y\phi} - 273)$$

bunda c_ϕ - yoqilg‘ining issiqlik sig‘imi; T_ϕ - yoqilg‘i temperaturasi, K.

Balans tenglamasidagi $Q_{\text{fi}} + Q_{\text{i}} + Q_{\text{x.i}}$ yig‘indi Q_{k}^i ga nisbatan juda kichik bo‘lganligi sababli ularni ayrim taqribiy hisoblashlarda e‘tiborga olmasa ham bo‘ladi. Unda tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$Q_{\text{i}}^i = Q_{\text{k}}^i.$$

Chiqib ketayotgan gazlar bilan issiqliklikning isrof bo‘lishi q_2 eng katta isrof bo‘lib, asosan chiqib ketayotgan gazlarning temperaturasiga va ortiqcha havo koyeffitsiyentiga bog‘liq. Gaz va suyuq yoqilg‘i yoqilganda (%) da :

$$q_2 = \frac{h_2 - \alpha_r h_{c.x}}{Q_{\text{i}}^i} 100 \quad (14.4)$$

va qattiq yoqilg‘i yoqilganda (%)

$$q_2 = \frac{h_2 - \alpha_r h_{c.x} (100 - q_n)}{Q_{\text{M}}^{\text{M}}} \quad (14.5)$$

bunda α_r - chiqib ketayotgan gazlardagi ortiqcha havo koyeffitsiyenti; h_r - yonish mahsulotlari entalpiyasi; $h_{c.x}$ - o‘txonaga kirayotgan sovuq havo entalpiyasi;

$$h_r = V_r \cdot c_r \cdot t_r \quad (14.6)$$

bu yerda V_r - chiqib ketayotgan yonish mahsulotlari hajmi; c_r, t_r - chiqib ketayotgan gazlarning issiqlik sig‘imi va temperaturasi. Xozirgi paytda qozon qurilmalarini loyihalashda chiqib ketayotgan tutun gazlarning hisoblangan temperaturasini 120 -170(S ga teng deb qabul qilinadi. Unumdorligi katta bo‘lgan agregatlarda $q_2= 3-7$ % ni tashkil yetadi. Suv yekonomayzeri va havo isitgichlari bo‘lmagan qozonlarda $q_2= 20-30\%$ ga yetadi.

Kimyoviy to‘la yonmaslikdan bo‘ladigan issiqlik isroflari q_3 ga o‘txonada havoning umuman yetishmasligi yoki yoqilg‘ining havo bilan yomon aralashishi natijasida shu joyda havoning yetishmasligi sabab bo‘ladi. Mexanik to‘la yonmaslikdan bo‘ladigan issiqlik isroflari q_4 , cho‘g‘donlarining teshiklaridan

to'kilib qozon agregatlaridan kul va shlak bilan birga hamda tutun gazlari bilan birga chiqib ketadigan yoqilg'ining yonib bo'lmagan zarralari miqdoriga bog'liq. Kamerali o'txonada qattiq yoqilg'i yoqishda isroflar yig'indisi q_3+q_4 1-7% ni tashkil yetadi. O'txona devorlarining issiqlik izolyatsiyasi orqali issiqlik kam isrof bo'ladi. Unumdorligi 2,78 kg/s gacha bo'lgan bug' qozonlari uchun $q_5 = 2 \div 4\%$; 16,7 kg/s gacha - $q_5 = 1 \div 2\%$, 16,7 dan yuqori bo'lsa, $q_5 = 1 \div 0,5\%$ bo'ladi. Kul va shlak bilan bilan birga issiqlik isroflari kam bo'ladi va u asosan qatlamli va kamerali yoqishda hisobga olinadi ($q_6 = 1 \div 1,5\%$).

O'txonada yoqilg'i yonganda olingan issiqliklardan foydalanish darajasi qozon agregatining F.I.K. ga qarab aniqlanadi (% da) :

$$\eta_{ka} = q_1 = \frac{Q_1}{Q_i} 100 \quad (14.7)$$

yoki

$$\eta_{ka}^{br} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6), \quad (14.8)$$

Bunda η_{ka}^{op} - qozon agregatining brutto F.I.K.

Qozon agregatining o'ziga sarf bo'ladigan issiqlik miqdorini hisobga olmasdan hisoblangan F.I.K. qozonning brutto F.I.K. deyiladi. Agar qozon agregatining o'ziga sarflangan issiqlikni etiborga olsak, u holda qozon agregatining netto F.I.K. ni hosil qilamiz:

$$\eta_{ka}^n = \eta_{ka}^{br} - q_{u.z}. \quad (14.9)$$

Zamonaviy qozon agregatining F.I.K. 90-95% bo'lib, ular sanoatning turli sohalarini bug' va suv bilan ta'minlaydi hamda bug' turbinasi bilan hamkorlikda yelektr yenergiyasi ishlab chiqaradi. Foydalanilgan issiqlikni quyidagicha aniqlash mumkin. V bilan yoqilg'i sarfini, D bilan qozon agregatining bug' unumdorligini, Q_{ka} bilan taminlash suvini bug'ga aylanishi uchun sarflangan issiqlikni belgilaylik. U holda qozon agregatida issiqlik sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$BQ_i^i \eta_{ka}^{br} = Q_{ka} \quad (14.10)$$

(14.10) tenglamadan yoqilg'i sarfi B ni (kg/s da) aniqlash mumkin:

$$B = \frac{Q_{ka}}{Q_{ii} \cdot \eta_{ka}^{op}} \quad (14.11)$$

Q_{ka} ni (kJda) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$Q_{ka} = D(h_b - h_{t,s}) + D_p(h' - h_{t,s}), \quad (14.12)$$

Bunda χ_6 , $\chi_{m.c}$, χ' - o'ta qizigan bug'ning, taminlash suvining va to'yingan bug'ning yentalpiyasi, kJ/kg ; D – puflash suvining sarfi, kg.

Puflash suvining sarfi sanoat qozonlarining texnik ishlatish qoidalariga asosan D ning 5% dan ortmasligi kerak.

Nazorat uchun savollar:

1. Qozon qurilmasi deb qanday qurilmaga aytiladi?
2. Qozon qurilmasi ishlab chiqargan mahsulot turiga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?
3. Bug' unumdorligiga ko'ra qozonlar qanday turlarga bo'linadi?
4. Bug' bosimiga ko'ra qozonlar qanday turlarga bo'linadi?
5. Ishlatilishiga ko'ra qozonlar qanday turlarga bo'linadi?
6. Qozon qurilmasining texnologik sxemasi nimalardan tarkib topgan?
7. Qozon agregatining issiqlik balansi nimalardan tarkib topgan?
8. Qozon agregatining F.I.K.ni qanday yo'llar bilan oshirish mumkin?

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.

3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

Mavzu 15. BUG‘, GAZ TURBINALARI VA REAKTIV DVIGATELLAR.

Reja:

1. Bug‘ turbinasining tasnifi, tuzilishi ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamik jarayonlar
2. Gaz turbinasining tasnifi tuzilishi va ishlash tartibi.
3. Reaktiv dvigatellarning tuzilishi va ishlash tartibi.

Tayanch iboralar: *abslyut tezlik, nisbiy tezlik, aylanma tezlik, aktiv turbina, bug‘ oqimi, turbina bosqichi, reaktiv turbina, gaz turbinasi, issiqlikni o‘zgarmas bosimda uzatilishi, issiqlikni issiqlik hajmida uzatilishi, gaz qurilma turbinaning F.I.K., reaktiv dvigatel, diffuzor, forsunka, to‘g‘ri oqimli.*

1. Bug‘ turbinasining tasnifi, tuzilishi ishlash tartibi va unda kechadigan termodinamik jarayonlar. Bug‘ning issiqlik energiyasini bosqichma-bosqich mexanik energiyaga aylantirib beruvchi issiqlik mashinasi bug‘ turbinasi deyiladi.

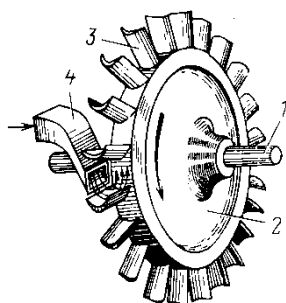
Hozirgi paytda bug‘ turbinasi zamonaviy yirik elektr stantsiyalarining yagona dvigateli hisoblanadi.

Italiyalik olim D.Branko bug‘ turbinasi modeliga hos bo‘lgan bug‘ g‘ildiragini 1629 yilda yaratgan, unda bug‘ oqimining kinetik energiyasi uyg‘otgan impulslar kurakli gildirakni aylantirishga sarflangan. Quvvati 4,4 kVt bo‘lgan birinchi bug‘ turbinasini (reaktiv turbina) 1885 yili ingliz muxandisi Parsons yaratdi, 1913 yilda yesa , turbinaning quvvati 25 MVt gacha yetkazildi. Keyinchalik bug‘ turbinalarining nominal quvvati 60 MVt, bosimi 12,8 MPa ga yetkazildi, u ko‘pchilik issiqlik elektr stantsiyalarida qo‘llanilib kelinmokda. Zamonaviy turbinalarning quvvati 1200 MVt dan ortib ketgan. Turbina rotorining

aylanishlar soni yesa 2000-50000 ayl/min oralig'ida. Suv bug'ining kinetik energiyasini mexanik energiyaga aylantirish mumkinligini shved muxandisi Loval 1888 yilda (aktiv turbina) isbotladi.

Shunday kilib, bug' turbinasi yaratilgandan so'ng, uni takomillashtirish tadqiqotlari davom etdi. Natijada bir, ikki va ko'p bosqichli bug' turbinalari yaratildi. Turbinadagi ish jarayoni ketma-ket kechadigan ikki bosqichdan tashkil topgan: bug'ning potensial energiyasini kinetik energiyaga aylanishi va bug'ning energiyasini turbina valining aylanma energiyasiga aylanishi.

Turbinaning ishlash tarzi sodda. Turbinaning (15.1-rasm) oqib o'tish qismi ikkita asosiy qismdan: soplo apparati 4 va turbinaning vali 1 ga o'rnatilgan disk 2 dan tashkil topgan. Diskning aylanasi bo'ylab ishchi kuraklar 3 maxkamlangan, ular kanallar hosil kiladi.



17.1-rasm. Turbinaning ishlash tarzi. 1-val; 2-disk; 3-ishchi kuraklar; 4-soplo

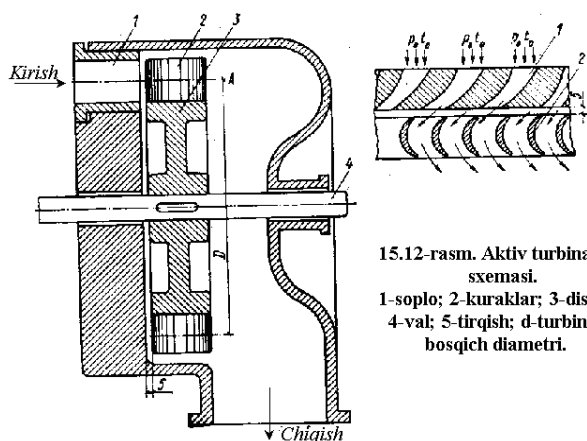
Bosimi yuqori bo'lgan va odatda temperaturasi ham yuqori bo'lgan ishchi jism (bug', gaz, suyuqlik) soplo apparatiga kiradi. Soplolarda bug' kengayadi, uning bosimi pasayadi va tegishli tezligi ortadi, ya'ni soplo apparatida bug'ning ichki energiyasi kinetik energiyaga aylanadi. Ikkinchi bosqich ishchi kuraklar hosil qilgan kanallarda sodir bo'ladi, bu yerda bug'ning kinetik energiyasi diskning va u bilan bog'langan turbina valining harakatlantiradigan mexanik ishiga aylanadi. Turbina bosqichlariga bug' qo'zg'almas va aylanuvchan kanallar tizimi bo'yicha o'tadi. Shuning uchun harakat turiga ko'ra bug'ning uch xil tezligi bo'ladi: c – absolyut tezlik; u – ko'chma harakat tezligi, u turbina diskining aylanma tezligiga teng; w – nisbiy tezlik.

Bug'ning soploga kirish oldidagi, soplodan keyingi va kuraklardan keyingi parametrlari tegishli indeks bilan belgilanadi. Ishchi kuraklar mahkamlangan bitta diskli soplo apparati turbinaning bosqichini hosil qiladi. Bitta bosqichdan iborat bo'lgan turbina bir bosqichli turbina deyiladi. Bir necha bosqichdan iborat bo'lgan turbinalar ko'p bosqichli turbinalar deyiladi.

Aktiv turbina. Aktiv turbina kuraklari panjarasining kanallarida bug' oqimi buriladi. Bug' oqimi harakat miqdorining o'zgarishi kuraklarga va aylanuvchan diskka hamda turbina valiga tasir yetuvchi aktiv kuchga aylanadi (15.2-rasm). Ish kanallarida aktiv kuch tasir yetuvchi turbina aktiv turbina deyiladi.

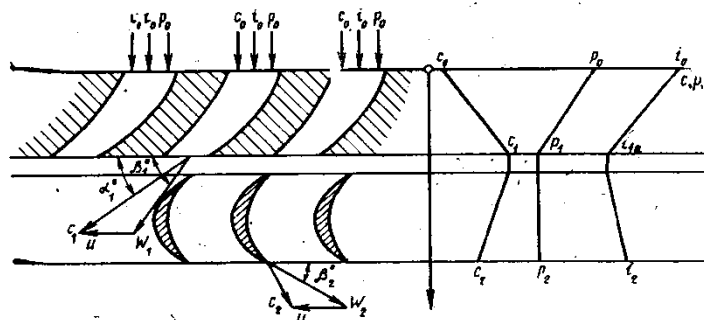
Parametrlari p_0, c_0 va t_0 bo'lgan bug' soplo 1 ga kiradi. Parametrlari p_1, c_1 va t_1 bo'lgan bug' soplodan kuraklar 2 ning kanallariga o'tadi, bu yerda bug'ning bosimi o'zgarmasligicha qoladi. ($p_1 = p_2$), tezligi yesa s_1 dan s_2 gacha pasayadi, ya'ni bug'ning kinetik energiyasi disk 3 ni va u bilan bog'liq bo'lgan turbina vali 1 ni aylantiruvchi mexanik ishga aylanadi. Turbina valiga tushadigan kuch bug' oqimi burilgandagina uzatilgani tufayli, kuraklar kuchli bukilgan aktiv profili bo'lishi kerak. Kuraklardan oldingi va ulardan keyingi bug' tezliklarining kattaligi va yo'nalishini kirish va chiqish tezlik uchburchaklari qurib aniqlash mumkin (15.3 - rasm). Jumladan, nisbiy tezlik vektori ushbu geometrik ayirmadan aniqlanadi:

$$w_1 = C_1 - U$$



15.12-rasm. Aktiv turbina sxemasi.
1-soplo; 2-kuraklar; 3-disk;
4-val; 5-tirqish; d-turbina bosqich diametri.

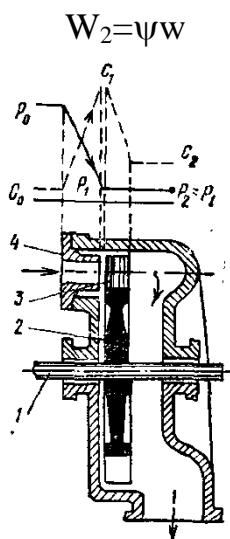
15.2-rasm. Aktiv turbina sxemasi. 1-soplo; 2-kuraklar; 3-disk; 4-val; 5-tirqish; d-turbina bosqich diametri.



15.3-rasm. Aktiv turbinada bug' oqimi sxemasi

Bug' nisbiy tezligi w_1 ning yo'nalishi turbina yuzasi bilan β_1^0 burchak hosil qiladi, u kirish burchagi deyiladi. c_1 vektorining yo'nalishi soplo o'qi va disk tekisligi orasidagi burchak α_1 bilan aniqlanadi. Bug' kanaldan o'tib, disk tekisligiga β_2^0 burchak ostida yo'nalgan w_2 nisbiy tezlikka yega bo'ladi. Bug'ning harakatidagi isroflar tufayli bug'ning chiqishdagi tezligi w_2 kirishdagi

tezlik w_1 dan kichik bo‘ladi. Bu isroflar kurakning tezlik koeffitsiyenti (odatda 0,93(0,97) (bilan hisobga olinadi; bunda

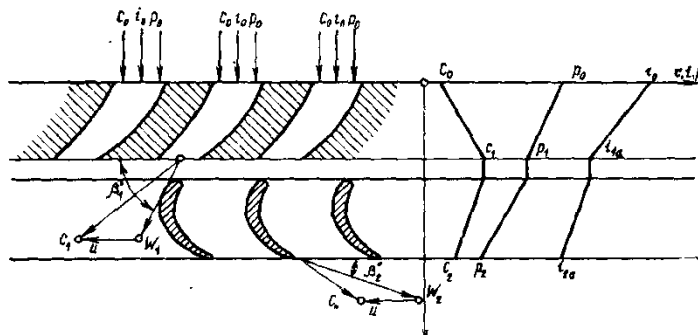


15.4-rasm. Reaktiv turbina sxemasi.

Bug‘ning kuraklaridan chiqishdagi absolyut tezligi c_2 ni w_2 va U tezliklarini geometrik yig‘indisidan aniqlanadi. Aktiv turbinaning o‘ziga xos xususiyatlari shundan iboratki, birinchidan, bug‘ning kengayish jarayoni mavjudligi, ya‘ni uning bosimi faqat soplolarda pasayadi; ikkinchidan, kurakli kanallarda bug‘ bosimi o‘zgarmasdan qoladi, bug‘ning nisbiy va absolyut tezliklari esa kamayadi.

Reaktiv turbina. 15.4 – rasmda reaktiv turbina bosqichining sxemasi ko‘rsatilgan. Turbinaning soplo apparati qo‘zg‘almas kuraklar 3 ning har qaysi jufti hosil qilgan torayib boradigan kanallar 4 dan iborat. Soplo apparatida bug‘ boshlang‘ich bosimi p_0 dan biror oraliq bosim p_1 ($p_2 < p_1 < p_0$) gacha qisman kengayadi va energiyaning bir qismigina kinetik energiyaga aylanadi. Energiyaning qolgan qismi bevosita kurak kanallarida kinetik energiyaga aylanadi, bunda bug‘ p_1 bosimdan oxirgi p_2 bosimgacha kengayadi va natijada bug‘ning nisbiy tezligi w_1 dan w_2 gacha ortadi. Reaktiv bosqichning tavsifi reaksiya darajasidir (ρ), u ish g‘ildiragining kuraklarida vujudga keladigan issiqlik pasayishining barcha bosqichdagi issiqlik pasayish nisbati sifatida aniqlanadi. Zamonaviy bug‘ turbinalarining oxirgi bosqichida $\rho \approx 0,5$ bo‘ladi. Birinchi bosqichlar uchun ρ 0,1-0,2 atrofida tanlanadi chunki bu holda soplo va kuraklar profili bir xil bo‘ladi va natijada turbinalarni tayyorlash osonlashadi. Turbinani aylantiruvchi kuch bug‘ p_1 dan p_2 bosimgacha kengayadigan, kuraklari torayib boruvchi kanalning reaktiv ta‘sirida vujudga keladi. Bosimning pasayishi natijasida bug‘ning kuraklarga nisbatan oqish tezligi ortadi. Bunda itarish kuchi – reaktiv kuch vujudga keladi. Reaktiv kuchning yo‘nalishi oqib chiqayotgan bug‘

tezligiga teskari yoʻnalgan. Shuni taʼkidlab oʻtish kerakki, reaktiv turbinaning kuragida reaktiv ishdan tashqari bugʻ oqimining burilishi bilan bogʻliq boʻlgan aktiv ish ham bajariladi. 15.5–rasmda reaktiv bosqichning tezlik uchburchaklari koʻrsatilgan.



15.5-rasm. Turbinaning reaktiv bosqichida bugʻ oqimi sxemasi.

Shuni alohida eʼtiborga olish lozimki, bugʻning chiqishdagi tezligi c_2 har doim bugʻning kurakka kirish tezligi c_1 dan kichik boʻlishi kerak, faqat shu holdagina turbina dvigatel boʻla oladi, chunki 1 kg bugʻ, ishchi gʻildirakning kirish va chiqishdagi kinetik energiyalari farqi $\left(\frac{1}{2}(c_1^2 - c_2^2)\right)$ tufayligina foydali ish bajara oladi. Ikkinchidan tezlik c_2 qanchalik kichik boʻlsa, turbina quvvati shunchalik yuqori boʻladi. Bugʻ turbinasining aktiv va reaktiv bosqichlarini taqqoslash shuni koʻrsatadiki, reaktiv bosqichning asosiy afzalligi bugʻning kengayishi natijasida kurak boʻshligʻini toʻliq toʻldirishidir. Buning natijasida turbina reaktiv bosqichining quvvati aktiv bosqichnikiga qaraganda yuqori boʻladi. Reaktiv bosqichning asosiy kamchiligi – turbina valiga boʻylama kuchlarning taʼsiri aktiv bosqichga qaraganda yuqori boʻladi.

Gaz turbinasining tasnifi tuzilishi va ishlash tartibi. Yuqori bosim va temperatura ostidagi yonish mahsulotlari energiyasini kuraklar yordamida rotor valining mexanik energiyasiga aylantiruvchi issiqlik mashinasi gaz turbinasi deyiladi. Gaz turbinalari ham bugʻ turbinalariday boʻlib, faqat ulara bugʻ oʻrniga yonish mahsuloti – tutun asosiy ish jismi hisoblanadi.

GTQ gaz – turbinasi-dvigatel va yordamchi qurilmalardan iborat. Dvigatel tarkibiga turbina, yonish kamerasi, kompressorlar, yoqilgʻi nasosi, bak, elektr generatori, regenerativ issiqlik almashtirgichlar kiradi. Yordamchi qurilmalar jumlasiga GTQ ning qaysi maqsadda ishlatilishiga qarab quyidagilarni kiritish mumkin: gaz yoʻllari, quvurlar, ishga tushirish qurilmalari, moylash tizimlari, suv taʼminlash qurilmalari va boshqalar. GTQ dagi turbina, elektr generatori, havo kompressori va yoqilgʻi nasosi yagona umumiy valda joylashtiriladi. Oxirgi 20 – 30 yil mobaynida GTQ xususan transport va energetikada keng qoʻllanila

boshlandi. Energetikada qo'llaniladigan GTQlari elektr energiyasi yetishmasdan qolganda, yenergetik tizimda buzilishlar bo'lganda iste'molchilarni elektr energiyasiga bo'lgan talabini qondirish maqsadida ishlatiladi. Bunday GTQ larning quvvati 1–100 MVt oralig'ida bo'lib, yil mobaynida 1500 soatdan ortiq ishlatilmaydi. Dengiz kemalaridagi GTQ asosiy energiya manbai hisoblanadi va ularning quvvati 30 kVt dan 10 MVt gacha bo'ladi.

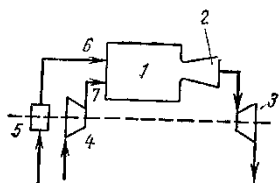
Neftni haydashda, gaz magistrali quvurlarida, turli xil kompressorlarni ishlatishda GTQ lari asosiy mexanik energiya manbai hisoblanadi. GTQ aviatsiya transportidagi turboreaktiv, turbovintli reaktiv samolyotlarning asosiy va forsaj (fransuzcha forcer - jadallashtirmoq) dvigatellarida ham keng tadbiiq etilgan.

Hozirgi zamon GTQ ning deyarli hammasi yonish mahsulotlari turbinaning oqim qismi orqali o'tadigan sxema bo'yicha ishlaydi. Shu sababli gaz turbinalarida ishlatiladigan yoqilg'i tarkibida zararli aralashmalar miqdori juda kam bo'lishi kerak. Bunday yoqilg'ilar jumlasiga tabiiy gaz, yaxshi tozalangan sun'iy gazlar (domna gazi, koks gazi, generator gazi) gaz turbinalarida ishlatiladigan maxsus suyuq yoqilg'i (dizel, motor yoqilg'isi, solyar moyi) kiradi. GTQ lar ish moddasini yoqish uslubiga ko'ra $v = const$, $p = const$ va aralash bosqichli bo'ladi.

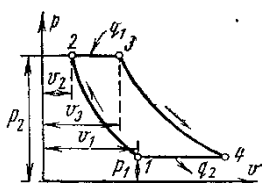
Issiqlik $p = const$ da uzatiladigan GTQ. 17.6–rasmda issiqlik $p = const$ da uzatiladigan GTQ ning soddalashtirilgan sxemasi ko'rsatilgan. Havo kompressori 4 atmosfera havosini so'rib oladi, uni siqadi va forsunka 7 orqali yonish kamerasi 1 ga haydaydi. Kameraga forsunka 6 orqali nasos 5 yordamida suyuq yoki gaz yoqilg'i ham beriladi. Kompressorda siqilgan havo qizib, uning tumperaturasi yoqilg'ining yonish temperaturasidan katta bo'ladi. Siqilgan yuqori temperaturali va bosimli havoga yoqilg'i purkalganda kuchli kimyoviy reaksiya sodir bo'ladi, ya'ni u yonadi. Bunda yonish o'zgarmas bosim ostida ro'y beradi. Yonish mahsulotlari kameradan soplo 2 ga kelib, atmosfera bosimigacha kengayadi. Soplodan chiqqan yonish mahsulotlari gaz turbinesi 2 ning kuraklarida ish bajaradi, so'ng atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Yonish kamerasida yuqori kaloriyali yoqilg'i yonganda temperatura 2000 °C ga qadar ko'tariladi. GTQ tayyorlanadigan hozirgi zamon issiqbardosh po'lat va qotishmalar 700 – 900 °C ga chidaydi. Shuning uchun kameradagi temperaturani 2000 °C dan 700 – 900 °C gacha pasaytirish uchun unga ko'p miqdorda sovuq havo yuboriladi. Odatda ortiqcha havo koyeffitsiyenti aviatsion qurilmalar uchun $\alpha=4-5$ ni, statsionar qurilmalar uchun yesa $\alpha=6-10$ ni tashkil yetadi. Birlamchi havo mash'ala o'zagiga, ikkilamchi havo yonish kamerasi devorlari tomon uzatiladi va yonish kamerasining oxirida yonish mahsulotlari bilan aralashadi. 15.2– va 15.3–rasmlarda issiqlik $p = const$ da uzatiladigan GTQ ning P_v va T_s

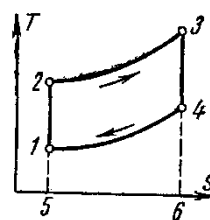
-diagrammalaridagi ideal sikli tasvirlangan. Bu sikl ikkita adiabat va ikkita izotermadan tashkil topgan.



15.6-rasm.



15.7-rasm.



15.8-rasm.

Boshlang'ich parametrlari p_1, v_1, T_1 bo'lgan ishchi jism 1–2 adiabat bo'yicha 2 nuqtagacha adiabatik siqiladi. Ishchi jismga 2 nuqtadan boshlab 2–3 izobara bo'yicha q_1 issiqlik miqdori keltiriladi. Keyin ishchi jism 3–4 adiabat bo'yicha boshlang'ich bosimgacha kengayadi va 4–1 izobara bo'yicha boshlang'ich holatga qaytadi. Bunda q_2 issiqlik chiqariladi. Siklni tavsiflovchi kattaliklar: bosimni kompressorda ortish darajasi $\beta = p_2 / p_1$ va izobar kengayish darajasi $\rho = v_3 / v_2$

Keltirilgan issiqlik miqdorini quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$q_1 = c_p (T_3 - T_2),$$

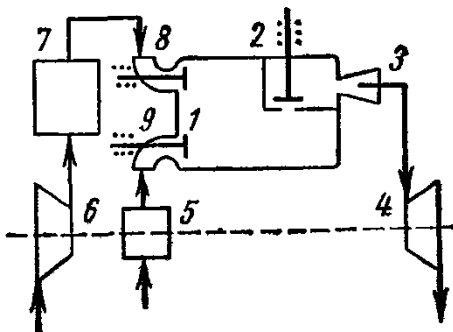
olib ketilgan issiqlik miqdorini esa quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$q_2 = c_p (T_4 - T_1)$$

Siklning termik F.I.K. quyidagiga teng:

$$\eta_t = 1 - q_2/q_1 = 1 - c_p (T_4 - T_1) / c_p (T_3 - T_2) = 1 - (T_4 - T_1) / (T_3 - T_2) \quad (15.1)$$

Issiqlik $v = const$ da uzatiladigan GTQ. 17.9 – rasmda issiqlik o'zgarmas hajmda yonadigan GTQ ning sxemasi ko'rsatilgan. Bu qurilmada kompressor 6 da siqilgan havo resiver (bosimni rostlaydigan idish) 7 dan havo klapani 8 orqali yonish kamerasi 1 ga keladi. Shu yerga yoqilg'i nasosi 5, yoqilg'i klapani 9 orqali suyuq yoqilg'ini uzatadi. Yonish maxsulotlari soplo klapani 2 orqali o'tib, soplo 3 da kengayadi va turbina rotorini aylantiradi. Yonish kamerasiga avvalo ma'lum parametrlilik siqilgan havo, keyin yoqilg'i uzatiladi. Shunda hosil bo'lgan ish yoqilg'isiga elektr uchquni uzatiladi va ish yoqilg'isi yonadi.



15.9-rasm.

Bu yonish natijasida yonish kamerasidagi bosim keskin ortadi. Ish yoqilg'isi to'la (kamida 95%) yongandan so'ng uning temperaturasi 20000C ko'tariladi. Shunda yonish kamerasidagi bosim eng yuqori qiymatga yetadi. Ana shundagina 2 klapan ochiladi. Shu paytda yonish mahsulotlari temperaturasini 700–9000C gacha pasaytirish uchun sovuq havo uzatiladi.

15.10 va 15.11-rasmlarda shu siklning Pv va Ts diagrammalari tasvirlangan. Bu

siklda 1 – 2 adiabatik siqilish;

2–3 – ishchi jismga issiqlik keltirish;

3–4 – adiabatik kengayish;

4–1 – boshlang'ich holatga qaytish.

Siklni tavsiflovchi kattaliklar: $\beta = p_2 / p_1$ – bosimni ortish darajasi va

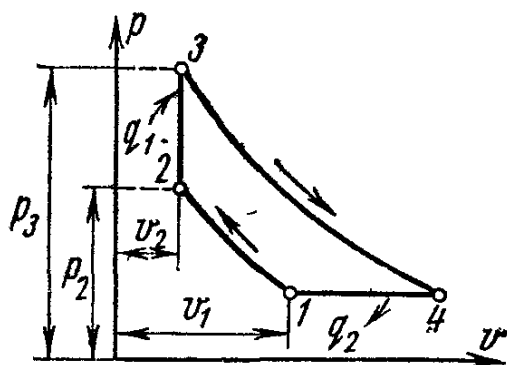
$\chi = p_3 / p_2$ – bosimni qo'shimcha ortish darajasi.

Keltirilgan issiqlik quyidagi formuladan:

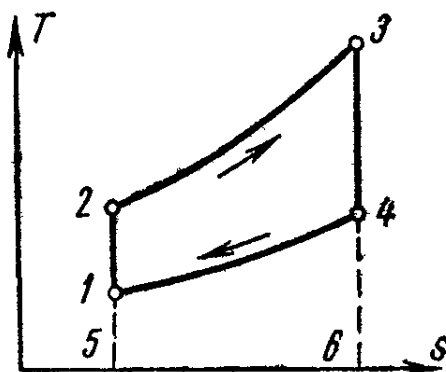
$$q_1 = c_v(T_3 - T_2),$$

olib ketilgan issiqlik yesa quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$q_2 = c_p(T_4 - T_1).$$



15.10-rasm.



15.11-rasm.

q_1 va q_2 larni qiymatlarini siklning termik F.I.K. formulasiga qo'yamiz:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{c_p(T_4 - T_1)}{c_v(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{\kappa(T_4 - T_1)}{T_3 - T_2}. \quad (15.2)$$

3. Reaktiv dvigatellarning tuzilishi va ishlash tartibi. Ichidan katta tezlikda zarrachalar oqimi uchib chiqishi hisobiga tortish kuchi hosil qila oladigan issiqlik mashinasi reaktiv Dvigatel deyiladi. Issiqlik, kimyoviy, yadro, elektr, quyosh energiyalarining ta'siri natijasida ish jismi oqimining kinetik energiyasi paydo bo'ladi. Ikkinchi jahon urushi oxirlarida aviatsiyada reaktiv dvigatellar paydo bo'ldi. Porshen dvigatelli samolyotlar tezligini 800 km/soat gacha, reaktiv

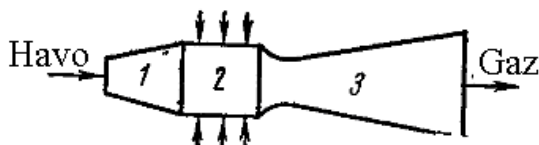
dvigatelli samolyotlar esa o'z tezligini 3000 km/soat gacha va undan yuqori oshirishi mumkin. Lekin, bu tezlik ham reaktiv samolyotlar uchun chegara emas.

Reaktiv dvigatellarda atmosfera havosining ishlatilishiga ko'ra, ular ikki xil bo'ladi: atmosfera havosidagi kisloroddan oksidlovchi sifatida foydalaniladigan havo – reaktiv dvigatellar (HRD); oksidlovchi kislorod uchuvchi apparatdagi maxsus idishda saqlanadigan hamma turdagi reaktiv dvigatellar raketa dvigatellari deyiladi. Raketa dvigatellari qattiq, suyuq yoqilg'ili va kimyoviy hamda yadro raketa dvigatellariga bo'linadi. Reaktiv dvigatellarni asosiy ko'rsatkichi bu tortish kuchidir. Tortish kuchi yonish mahsulotlarining soploda keskin kengayishi hisobiga gaz zarralari oqimining tezlanishi bilan atmosferaga otilib chiqishi natijasida paydo bo'ladi. Tortish kuchi quyidagiga teng:

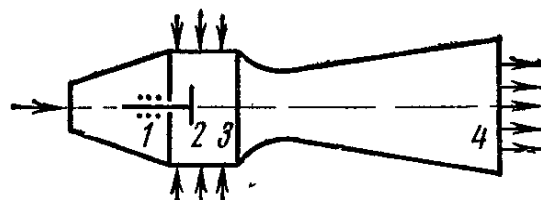
$$P = m(w_r - w_c)$$

Bunda m – 1 s da hosil bo'layotgan yonish mahsulotlari massasi, kg/s; w_r – gazning soplodan oqish tezligi; w_c – samolyotning uchish tezligi.

HRD lar issiqlik uzatish jarayoniga bog'liq ravishda yonish $p = const$ da bo'ladigan to'g'ri oqimli va yonish $v = const$ da bo'ladigan Pulsatsiyali dvigatellarga bo'linadi. Ular o'z navbatida turbokompressorli va kompressorsiz dvigatellarga bo'linadi. HRD larning ideal sikllari GTQ larning issiqlik $v = const$ va $p = const$ da uzatiladigan sikllari kabi bo'ladi. 15.12 – rasmda issiqlik $p = const$ da uzatiladigan to'g'ri oqimli HRD larning sxemasi keltirilgan.



15.12-rasm.



15.13-rasm.

Dvigatel havo siqiladigan diffuzor 1 dan, forsunkalar orqali yoqilg'i yuboriladigan yonish kamerasi 2 dan tashkil topgan. Yonuvchan aralashma elektr uchquni yordamida yondiriladi. Gazlar reaktiv soplo 3 orqali chiqadi, u yerda gazlarning bosimi atmosfera bosimigacha pasayadi. Diffuzor hosil qilayotgan siqish darajasi katta bo'lmaydi. Shuning uchun dvigatelning F.I.K. faqat katta uchish tezliklarda ancha yuqori bo'ladi. Turbokompressorli reaktiv dvigatellarda (TRD) havo diffuzorda siqilgandan so'ng, turbokompressorda qo'shimcha siqiladi. Turbokompressor yonish kamerasidan keyin joylashgan gaz turbinasi

yordamida harakatga keltiriladi. Bunday dvigatellarning unumdorligi HRD larga nisbatan yuqori bo‘ladi.

Shuning uchun TRD zamonaviy aviatsiyada keng qo‘llanilmoqda. Umuman olganda, termodinamik nuqtai nazardan bu ikki dvigatel bir – biridan farq qilmaydi.

To‘g‘ri oqimli HRD va TRD lar ideal sikli issiqlik $p = const$ da uzatiladigan GTQ sikli kabidir. Demak, HRDning termik F.I.K. quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\eta_t = 1 - 1/\beta^{(k-1)/K}$$

15.13–rasmda pulsatsiyali, issiqlik $p = const$ da uzatiladigan HRD ning sxemasi tasvirlangan. Diffuzor 1 da siqilgan havo yonish kamerasi 3 ga yuboriladi; bir vaqtning o‘zida u bilan birgalikda kameraga yoqilg‘i ham yuboriladi. Kamera to‘lgandan so‘ng, diffuzor va kamerani ajratib turuvchi klapan 2 lar berkitiladi va yonuvchan aralashma elektr uchquni yordamida yondiriladi. Yonish jarayoni tez kechadi va siklda izoxora bilan tasvirlanadi. Aralashma yonib bo‘lgandan so‘ng sopro klapani (rasmda ko‘rsatilmagan) ochilib, sopro 4 da yonish mahsulotlarining kengayish jarayoni ro‘y beradi. Ishlab bo‘lgan gazlar atmosferaga chiqarib yuboriladi va ish jarayoni yana takrorlanadi. Bunday dvigatelning o‘ziga xos xususiyati shundan iboratki, yonish kamerasi soplodan davriy ravishda uzib qo‘yilishi sababli Pulsatsiya kuzatiladi, shuning uchun bunday turdagi reaktiv dvigatellar ko‘pincha Pulsatsiyali deb aytiladi. Pulsatsiyali issiqlik $n=const$ da uzatiladigan HRD ning ideal sikli issiqlik izoxora bo‘yicha keltiriladigan GTQ siklidan farq qilmaydi. Shuning uchun siklning termik F.I.K. quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \kappa(\chi^{1/\chi} - 1) / [\beta^{(k-1)/K}(\chi - 1)].$$

Pulsatsiyali HRD larda yonish oxiridagi bosim to‘g‘ri oqimli HRD lardagiga qaraganda ancha yuqori, shuning uchun ularning F.I.K. ham katta bo‘ladi.

Lekin, qurilmaning murakkabligi va davriy ishlashi sababli, bunday dvigatellar keng tarqalmagan.

Asosiy darsliklar va o‘quv qo‘llanmalar:

K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O‘qituvchi» 1992.

A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O‘zbekiston» 2002.

Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.

K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O‘qituvchi» 1986.

J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.

T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.

R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.

R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.

Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.

GLOSSARIY

Gidravlik yo‘qotishlar - nasosdagi gidravlik qarshiliklar (gidravlik ishqalanish, nasosga kirish va chiqishda, uyurmalar hosil bo‘lishida va h.k)ni yengishga sarflanadigan energiya.

Gidravlik mashinalar – harakatlanuvchi turli ish qismlari yordamida suyuqliklarga energiya beruvchi va bu energiyadan turli maqsadlarda foydalaniluvchi yoki suyuqlik energiyasi boshqa mexanizmlarning ish qismlarini harakatga keltiruvchi mashinalar

Gidravlik uzatmalar – suyuqliklar ishtirokida bir mexanizmning ikkinchi mexanizmini harakatga keltirishiga asoslangan mexanizmlar

Gidroakkumulyator – gidravlik sistemalarda bosim va suyuqlik sarfining ortib ketishi yoki kamayish xollarida bosim va sarfni normallashtiruvchi mashina.

Gidrodvigatellar – nasoslarga teskari ish bajaruvchi, ya’ni suyuqlikdan energiya olib, uni harakat ko‘rinishida boshqa mexanizmlarga uzatuvchi mashinalar.

Gidromultiplikator - gidrosistemadagi bosimni uning biror qismida orttirish uchun foydalaniladigan mashina

Gidropress – gidrostatika qonuni asosida katta kuchlarni hosil qiladigan mashina.

Gidrostatik mashinalar – gidrostatikaning asosiy qonunlari asosida ishlaydigan mashina.

Zichlik – suyuqlikning hajm birligiga to‘g‘ri kelgan tinch holatdagi massasi

Ichki kuchlar – suyuqlik zarrachalarining o‘zaro ta’siri natijasida vujudga keladigan kuchlar

Qisqa trubalar – uncha uzun bo‘lmagan va mahalliy qarshiliklari sezilarli bo‘lib, umumiy qarshilikning kamida 5 – 10% ini tashkil etadigan trubalar

Kuch gidrodvigateli – hajmiy gidro uzatgich sitemasi elementlarining bo‘lagi bo‘lib, silindrda porshen siljishi bilan suyuqlik potensial energiyasining mexanik energiyaga aylantiruvchi mashina.

Laminar harakat – suyuqlik zarrachalari qavat – qavat bo‘lib, joylashib bir qavatdan ikkinchi qavatga o‘tmasidan ya’ni oqimlar harakatiga ko‘ndalang yo‘nalishda harakatlanmasdan tartibli parallel oqimli yoki tinch harakat

Massa kuchlar – ko‘rilayotgan suyuqlikning har bir zarrasiga ta’sir qiladigan va uning massasiga proporsional bo‘lgan kuchlar

Mahalliy qarshilik – oqimning ayrim qismlari (tirsaklar, to‘siqlar, keskin kengayishlar, keskin torayishlar, kranlar va x.k)da notekis harakat hisobiga vujudga keladigan qarshilik

Mexanik yo‘qotishlar – nasosning podshipnik va moydonlaridagi ishqalanishga, krivoship – shatunli mexanizmlarga sarflangan quvvat yo‘qotishlari.

Murakkab trubalar – bir necha tarmoqlarga ega bo‘lgan trubalar

Naychalar – idish devoridagi teshikka o‘rnatilgan kalta trubalar

Nasos so‘rishi – nasos vaqt birligida surgan suyuqlik hajmi

Nasoslar – suyuqliklarga energiya beruvchi mashinalar

Oqim sarfi – elementar oqimchanning harakat kesimidan vaqt birligida o‘tayotgan suyuqlik miqdori.

Oqimning harakat kesimi – elementar oqimchalardagi kabi, oqimning barcha oqim chiziqlara tik bo‘lgan yuza.

Pyezometrik balandlik- suyuqlik ustunining ortiqcha bosimini ko‘rsatuvchi balandlik

Pyezometrik chiziq – Pyezometrda suyuqlik balandliklarini birlashtirish natijasida hosil bo‘lgan chiziq.

Sirt kuchlar – ko‘rilayotgan suyuqlikning sirtiga ta’sir qiluvchi kuchlar

Sodda trubalar – hech qanday tarmoqlarga ega bo‘lmagan trubalar

Solishtirma og‘irlik – hajm birligidagi modda og‘irligi

Solishtirma hajm – suyuqlikning og‘irlik birligiga to‘g‘ri kelgan hajmi

Suyuqliklar – juda kichik kuchlar ta’sirida o‘z shaklini o‘zgartiruvchi fizik jismlar.

Tashqi kuchlar – suyuqlikka boshqa jismlarning ta’sirini ifodalaydigan kuchlar.

Trubalarda gidravlik zarba – difformatsiyalanuvchi trubalardagi kam siqiluvchi suyuqlikning tezligi yoki bosimi keskin o‘zgariganda hosil bo‘ladigan tebranma harakat

Turbulent harakat - tezlik ma’lum bir chegaradan o‘tgandan keyin, zarrachalar kinetik energiyasi ko‘payib ketishi natijasida ko‘ndalang yo‘nalishda harakat bo‘ladigan, qo‘shni qavatga o‘tishi natijasida energiyasining bir qismini yo‘qotib yana o‘z qavatiga qaytib keladigan, oqim tezligi juda oshib ketganida esa zarrachalar bir qavatdan ikkinchi qavatga tez o‘ta boshlaydigan va natijada suyuqlik harkatining tartibi buziladigan harakat.

Uzun trubalar – ancha uzoq masofaga cho‘zilgan va gidravlik qarshiliklarda majmuida asosiy qismni ishqalanish qarshiligi tashkil qilgan trubalar

Uzunlik bo‘yicha (ishqalanish kuchiga sarf bo‘lgan) yo‘qotish – qim uzunligi bo‘yicha xarakat hisobiga vujudga keladigan va uning uzunligiga bog‘liq bo‘lgan yo‘qotish

Umumiy gidravlik yo‘qotish – oqim uzunligi bo‘yicha va mahalliy qarshiliklarda bo‘ladigan yo‘qoishlarning yig‘indisi

Hajmiy yo‘qotishlar – suyuqlikning nasosdagi zichlagichlar, klapanlar orqali sirqib ketishini va nasos ish kameralarini yetarli to‘ldirmasligi natijasida vujudga keladigan yo‘qotishlar.

Hajmiy kengayish temperatura koeffitsenti – birlik hajmdagi suyuqlikning temperaturasi 1⁰S oshgandagi kengaygan miqdori

Hajmiy siqilish koeffitsenti – bosimni bir birlikka oshirganda suyuqlikning hajm birligida kamaygan miqdori

Elementar oqimcha – Oqim trubkasida (naychasida) harakatlanayotgan suyuqlik.

ISSIQLIK TEXNIKASI FANI BO‘YICHA

Asbest karton - qalinligi 1,5—12 mm bo‘lgan taxta (asosan asbest, mineral kukun, kaolin, tuproq, yelim va grafitdan tashkil topadi).

Asbest qog‘oz — asbestga bir oz yopishtiruvchi modda (asbest massasidan 5% yelim yoki kraxmal) qo‘shib maxsus mashinalarda varaqa yoki rulon tarzida ishlab chiqariladigan qog‘oz.

Arximed soni - ikki fazali muhitdagi erkin harakatlanishda (masalan, suyuqlikda bug‘ pufakchalarining yoki bir suyuqlikda ikkinchi suyuqlik tomchisining harakatlanishi) foydalaniladigan son.

Vulkanit - to‘g‘ jinslaridan trepel, diotomit yoki vulkan kuli (50-60 qism og‘irligida), ohak kukuni (18—20 qism og‘irligida) va asbest (20—25 qism og‘irligida) qorishmasidan ishlangan buyumni avtoklavda qotirib olingan issiq-sovuqni o‘tkazmaydigan material.

Devorning termik qarshiligi - devor qalinligining issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentiga nisbati.

Konvektiv issiqlik almashinish - issiklikning konvektiv va molekulyar uzatilishining birgalikda ta‘sir etishi tufayli bo‘ladigan issiqlik almashinishi.

Konveksiya—muayyan hajmdagi suyuqlik yoki gazning fazoda bir xil emperaturali sohadan boshqa emperaturali sohaga o‘tishida energiyaning uzatilish protsessi.

Keramzit - loy bo‘tqasini ko‘pchitib olingan tog‘ jinsi, pemzaga o‘xshash, shag‘al shaklidagi yengil sochiluvchan material.

Ko‘pchitilgan vermikulit - issiq-sovuq o‘tkazmaydigan sochiluvchan material.

Mineral paxta- tog‘ jinslari (mergel ohak-gil slanetslari, dolomit ohaktosh) oki temir rudasini eritganda ajralib chiqadigan shlaklarni yuqori temperaturada suyuq holatga aylantirib olinadigan paxta.

Mexanik mustahkamligi - olovbardosh materiallarning har-xil kuchlanishlar(nagruzka)ga bardosh bera olish xususiyati.

Nurlanish (nuriy issiqlik almashinuv) – energiyaning elektrmagnitaviy to‘lqinlar vositasida uzatilish protsessi.

Nusselt soni - qattiq jism bilan suyuqlik chegarasidagi issiqlik almashinuvini xarakterlaydigan son.

Olovbardoshligi - materialning yuqori temperatura ta’siriga qarshi turish xususiyati.

Olovbardoshning solishtirma og‘irligi - olovbardoshlarning solishtirma og‘irligi deganda 105°C da quritilgan ma’lum kattalikdagi kukun donalari og‘irligini uni bo‘shliqsiz egallagan hajmiga nisbati.

Olovbardoshlarning hajmiy og‘irligi - hamma bo‘shliqlarni hisobga olganda hajm birligidagi og‘irligi.

Olovbardosh betonlar - yuqori giltuproqli sementdan, giltuproqli gidravlik qotadigan sementdan, gil, shamot, kvarts va suyuq shishaning maydalangan qo‘shimchasi bo‘lgan portland sementdan olinadigan betonlar.

Okalina (qasmoq) – po‘lat va ba’zi qotishmalarni havoda yoki kislorodli muhitda qizdirish natijasida sirtning oksidlanishi tufayli hosil bo‘lgan mahsulot.

Ortiqcha havo ko‘effitsiyenti - to‘la yonish uchun zarur bo‘lgan haqiqiy havo miqdorining nazariy hisoblab topilgan miqdoriga nisbati.

Pekle soni - issiqlikning konveksiya va issiqlik o‘tkazuvchanlik yo‘li bilan tarqalish tezliklari nisbatini xarakterlaydigan son.

Prandtl soni - suyuqlikning fizikaviy xossalarini xarakterlaydigan son.

Reynol’ds soni - inersiya kuchlari bilan qovushoqlik nisbatini xarakterlaydigan son.

Sun’iy yoqilg‘i-tabiatdagi yoqilg‘ilarni yoki umuman moddalarni qayta ishlash natijasida olinadigan yoqilg‘i.

Statsionar issiqlik rejimi- jismning istalgan nuqtasida temperatura vaqtga bog‘liq bo‘lmaydigan rejim.

Sovelit— plita, silindr, yarim silindr yoki boshqa shakldagi buyum.

Temperatura maydoni - vaqtning ayni momentida ko‘rib chiqilayotgan fazoning barcha nuqqalaridagi temperatura qiymatlarining yig‘indisi.

Temperatura gradiyenti—izotermik sirtga tushirilgan normal bo‘yicha yo‘nalgan vektordir.

Termik turg‘unligi - olovbardosh materialning temperatura tebranishi ta’sirida buzilmasdan, ya’ni yorilmasdan saqlanish xususiyati.

Tabiiy yoqilg‘i- tabiatda ishlatishga tayyor holda mavjud bo‘lgan yoqilg‘i.

Issiqlik uzatish – jismlar orasidagi issiqlik almashinuvi va issiqlikning bir jism ichida tarqalish protsesslari.

Issiqlik o‘tkazuvchanlik—jismning turli temperaturali ayrim qismlari bir-biriga bevosita tekkanda issiqlik energiyasining tarqalish protsessi.

Izotermik sirt - hamma nuqtalarida temperatura bir xil bo'ladigan sirt.

Issiqlik oqimining zichligi (solishtirma issiqlik oqimi) - sirt birligi F dan vaqt birligi τ da o'tadigan issiqlik miqdori.

Issiqlik izolyatsiya materiallari - Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $0,2$ $W/(m \cdot grad)$ dan kichik bo'lgan materiallar.

Issiqlik berish - harakatlanuvchi muhit va uning boshqa muhit (qattiq jism, suyuqlik yoki gaz) bilan chegara sirti orasidagi konvektiv issiqlik almashinuvi.

Issiqlik berish koeffitsiyenti - suyuqlik bilan jism sirti orasidagi issiqlik almashinuvining konkret shart-sharoitlarini hisobga oluvchi proporsionallik koeffitsiyenti.

Issiqlik berish termik qarshiligi - Issiqlik berish koeffitsiyentiga teskari bo'lgan kattalik.

Yonish mahsuloti- tutun gazlari (soddaroq qilib aytganda tutun) va kul.

Yuqori giltuproqli materiallar - tarkibida Al_2O_3 45% dan ko'p bo'lgan mayda yuqori gil tuproqli jinslar (diaspor, mullit, anda luzit, sillimanit, korund va boshqalar) ni biror formaga keltirib so'ng ko'ydirish pishirish orqali olinadigan materiallar.

Yonilg'i - asosiy tarkibiy qismi ugleroddan iborat yonuvchi modda.

Yonish issiqligi-ish yoqilg'isini birlik massasi to'la yonganda ajralgan issiqlik miqdori.

Yuqori issiqlik ajralish - ish yoqilg'isining birlik massasi to'liq yonganda, uning tarkibidagi namlikning bug'lanishiga sarf bo'lgan issiqlik miqdori hisobga olinmaydigan yonish jarayonida, ajralib chiqqan issiqlik miqdori yuqori issiqlik ajralishi/

Quyi issiqlik ajralish - yoqilg'ining birlik massasi yonganda uning tarkibidagi namlik hamda vodorodning kislorod bilan reaksiyaga kirishishi jarayonida hosil bo'lgan namlik hisobga olingan holatda ajralgan issiqlik miqdori.

Shartli yoqilg'i - issiqlik ajratishi $q_k'' = 29,35$ MJ/kg ($7 \cdot 10^3$ kkal/kg) ga teng bo'lgan yoqilg'i.

Eyler soni - bosim kuchlari bilan inersiya kuchlarining nisbatini xarakterlaydigan son.

Grasgof soni - zichliklarning farqi tufayli suyuqlikda paydo bo'ladigan ko'tarish kuchlarining qovushoqlik kuchlariga nisbatini xarakterlaydigan son.

Shlakoturg'unligi - olovbardosh materialga tegib turgan shlaklar, olovlar va gazlarning ximik va fizik ta'sirlariga olovbardoshlarning qarshilik ko'rsatish xususiyati.

G'ovakliligi - bo'shliq hajmini olovbardosh materialning butun hajmiga bo'lgan nisbati.

Korundli materiallarni – maydalangan giltuproqni (glinozem) briket shakliga keltirib, so‘ng 1700-1750°C haroratda pishirish orqali olinadigan materiallar.

Shamotli betonlar - 15 ÷ 20% gil tuproqli sementdan va 80÷85% ma’lum bir fraksiyali shamot (poroshogidan) kukunidan iborat bo‘lgan betonlar.

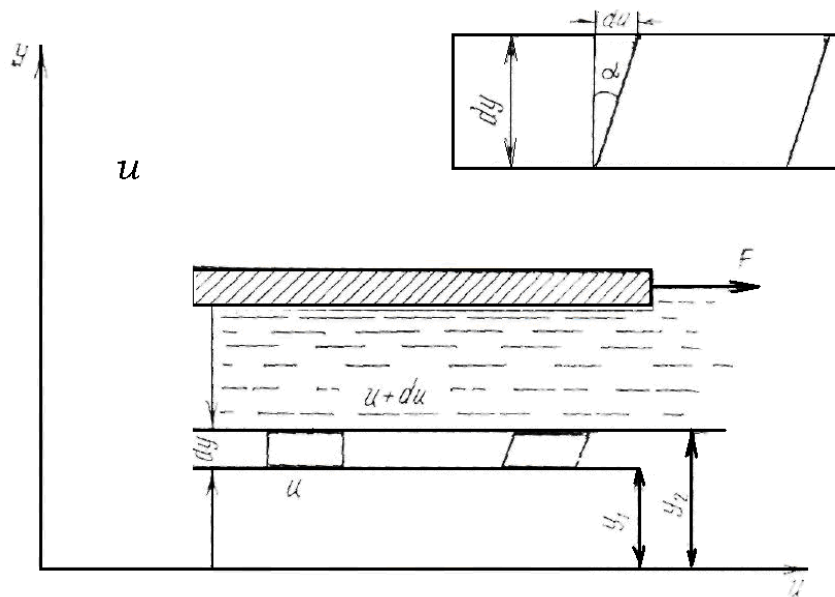
1. MAVZU: Kirish. Hidravlika. GPYU tarixi va rivojlanishi. Hidrostatika. Suyuqliklarning fizikaviy xossalari va asosiy kattaliklari.

1-jadval. Suvning hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti

Bosim Mn/m ²	t, °S				
	1-10	10-20	40-50	60-70	90-100
0,1	0,000014	0,000150	0,000422	0,000556	0,000719
9,8	0,000043	0,000165	0,000422	0,000548	0,000714
19,6	0,000072	0,000183	0,000426	0,000539	-
49,0	0,000149	0,000236	0,000429	0,000523	0,000661
88,3	0,000229	0,000296	0,000437	0,000512	0,000621

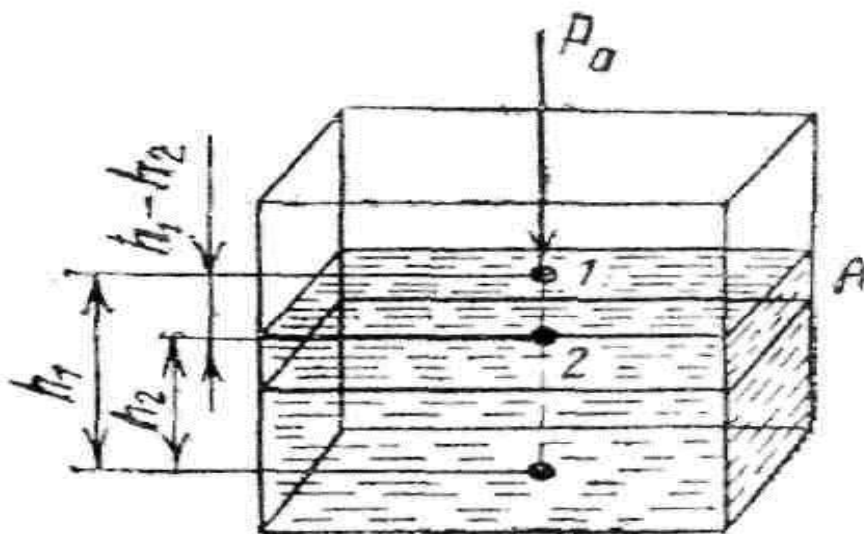
2-j a d v a l. Suvning hajmiy siqilish koeffitsienti

	Bosim, MN/m ²				
	0,5	1,0	2,0	3,9	7,8
0	0,00000540	0,00000537	0,00000531	0,00000523	0,00000515
5	0,00000529	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000493
10	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000498	0,00000481
15	0,00000518	0,00000510	0,00000503	0,00000488	0,00000470
20	0,00000515	0,00000505	0,00000495	0,00000481	0,00000460

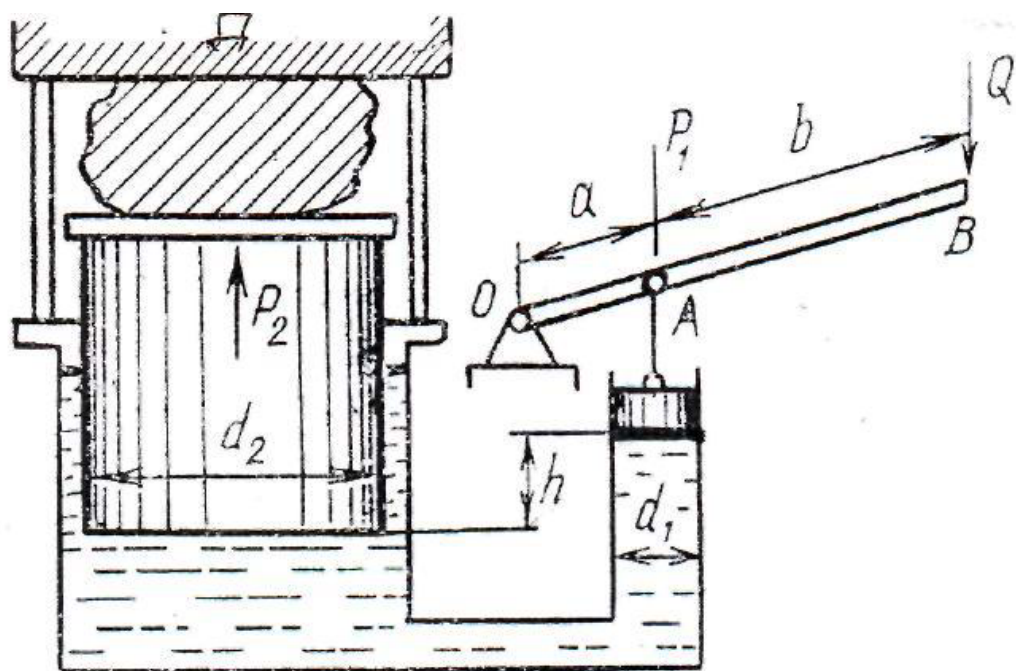


1-rasm. Suyuqlikdagi ichki ishqalanish haqidagi Nyuton gipotezasiga oid chizma.

2-MAVZU: GIDROSTATIKANING ASOSIY TENGLAMASI. PASKAL QONUNI.

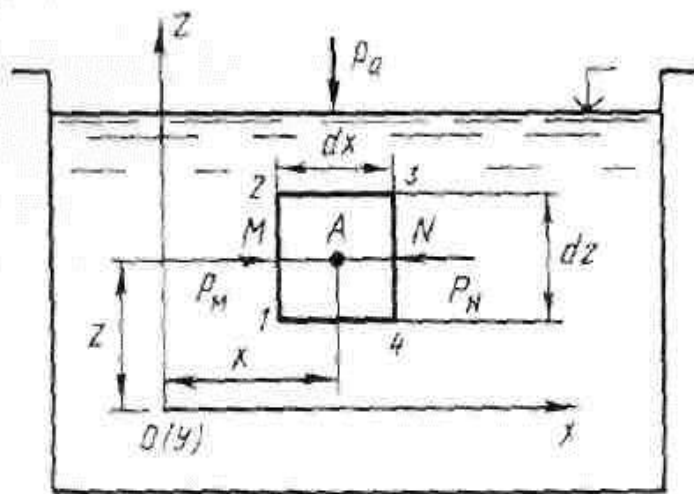


1-rasm. Hidrostatikaning asosiy tenglamasini aniqlashga doir



2-rasm. Hidroressning sxemasi.

3. MAVZU: SUYUQLIKNING MUVOZANAT HOLATINING DIFFERENSIAL TENGLAMASI (EYLER TENGLAMASI)



1-rasm

$$\left. \begin{aligned} P_M &= p - \frac{1}{2} dx \frac{\partial p}{\partial x}; \\ P_N &= p + \frac{1}{2} dx \frac{\partial p}{\partial x}; \end{aligned} \right\}$$

$$F(dx dy dz) \rho$$

$F_x (dx dy dz) \rho$

$$P_M - P_N = \rho_M (dz dy) - p_N (dz dy) = \left(p - \frac{1}{2} dx \frac{\partial p}{\partial x} \right) dy dz -$$

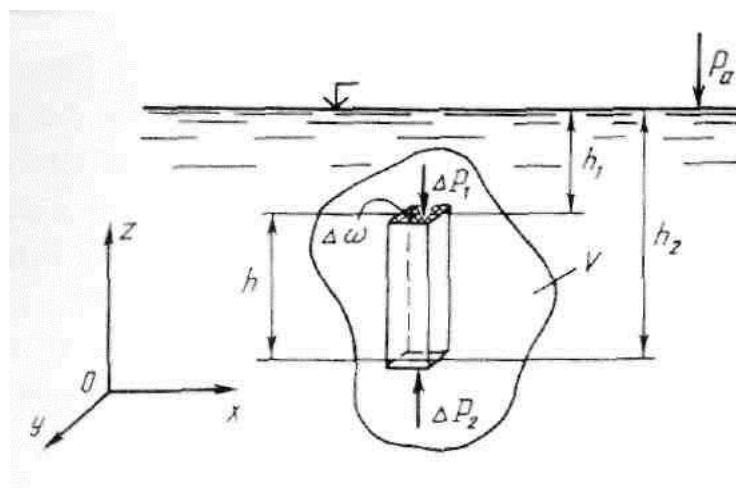
$$- \left(p + \frac{1}{2} dx \frac{\partial p}{\partial x} \right) dy dz = - \frac{\partial p}{\partial x} dx dy dz. \quad \phi_x (dx dy dz) \rho - \frac{\partial p}{\partial z} (dx dy dz) = 0$$

$$\left. \begin{aligned} \phi_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= 0 \\ \phi_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= 0 \\ \phi_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

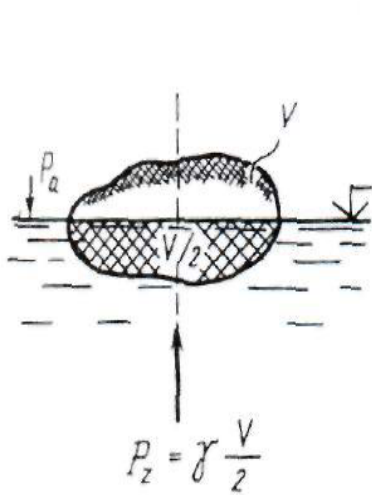
$$\phi_x dx + \phi_y dy + \phi_z dz - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) = 0$$

$$dp = \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right).$$

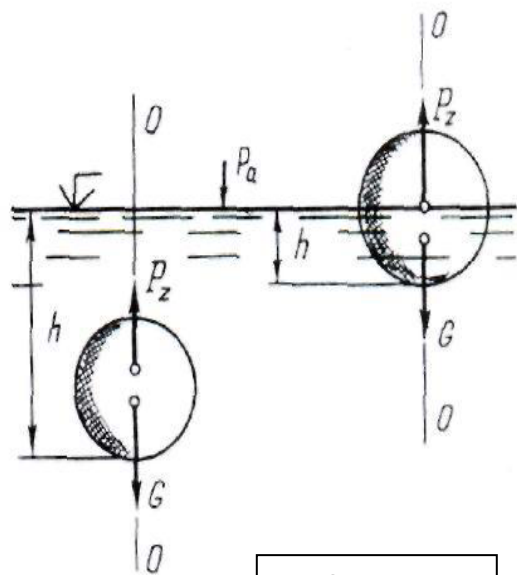
4 - MAVZU: ARXIMED QONUNI



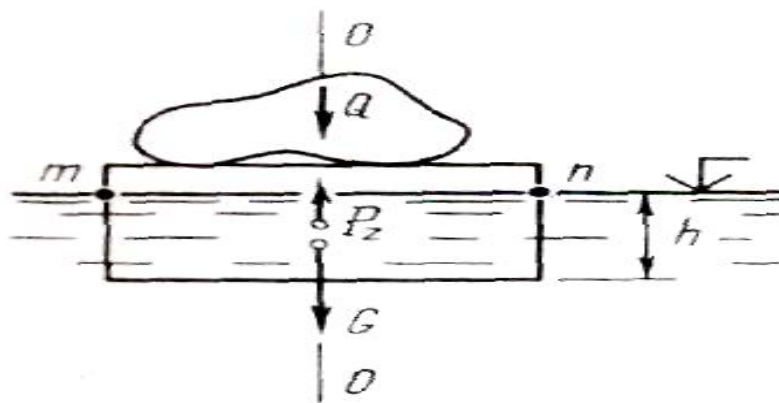
1-rasm



2-rasm



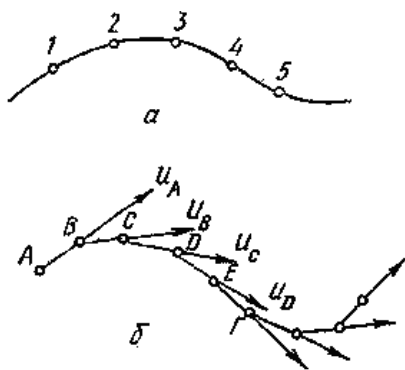
3-rasm



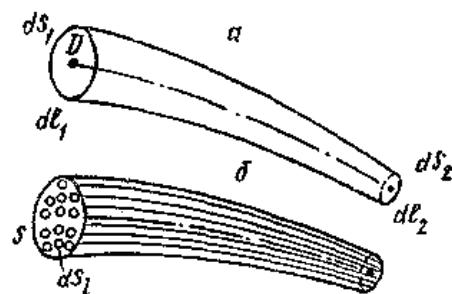
4-rasm.

$$G + Q = P_z$$

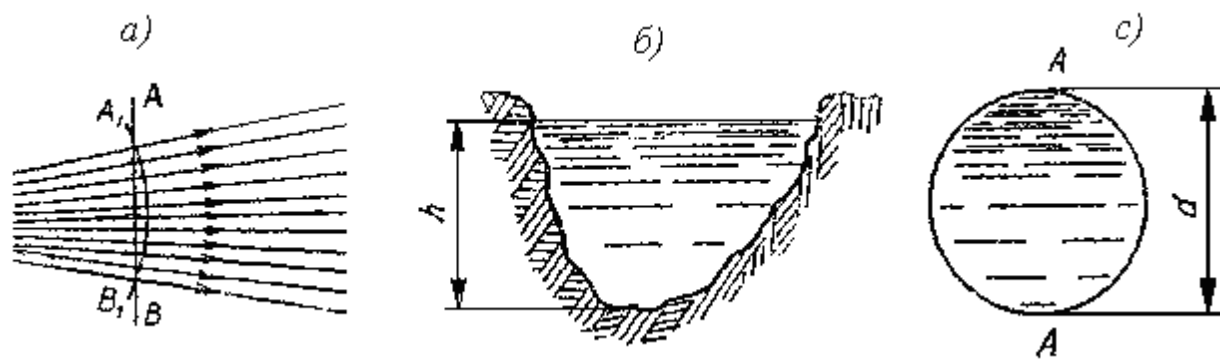
5- Mavzu: Hidrodinamika. Suyuqliklar kineimatikasi va dinamikasi asoslari.



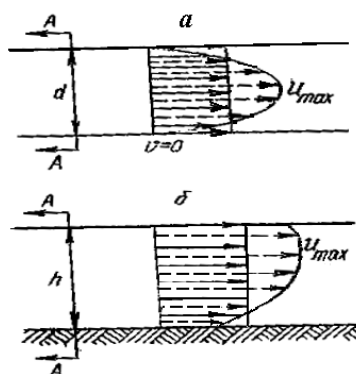
1-rasm. Oqim chizig'ini tushunti rishga oid chizma.



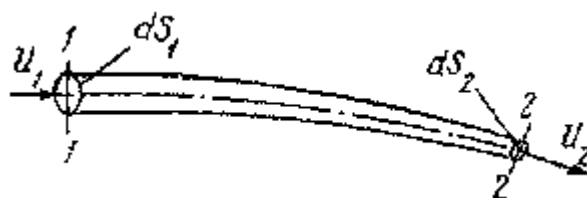
2- rasm. Oqim naychasi. Elementar oqimcha va oqim.



3- rasm. Harakat kesimiga oid chizma.

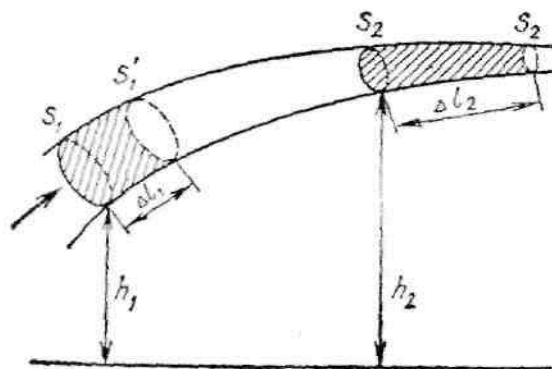


4-rasm. Suyuqlik sarfi va o'rtacha tezlikka doir chizma.



5- rasm. Elementar oqimcha uchun uzilmaslik tenglamasini chiqarishga oid chizma.

6. MAVZU: BERNULLI TENGLAMASI.



1-rasm.

$$\frac{m\mathcal{G}_1^2}{2} + mgh_1 + p_1\Delta V = \frac{m\mathcal{G}_2^2}{2} + mgh_2 + p_2\Delta V$$

$$\frac{\rho\mathcal{G}_1^2}{2} + \rho gh_1 + p_1 = \frac{\rho\mathcal{G}_2^2}{2} + \rho gh_2 + p_2$$

$$\frac{\rho\mathcal{G}^2}{2} + \rho gh + p = \text{const} \quad p = \text{const} - \frac{\rho\mathcal{G}^2}{2} - \rho gh$$

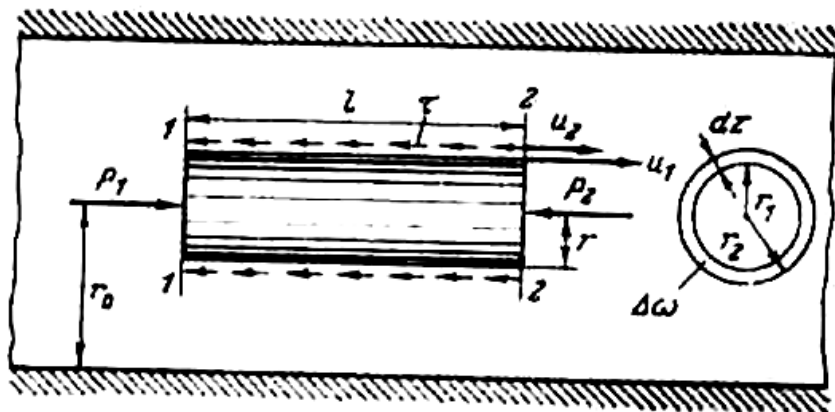
$$[p] = \frac{[F]}{[S]} = \frac{N}{m^2} = Pa$$

$$\frac{\mathcal{G}_1^2}{2g} + h_1 + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{\mathcal{G}_2^2}{2g} + h_2 + \frac{p_2}{\rho g}$$

$$\frac{\alpha_1\mathcal{G}_1^2}{2g} + h_1 + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{\alpha_2\mathcal{G}_2^2}{2g} + h_2 + \frac{p_2}{\rho g} + h_{by}$$

$$h_{by} = h_\tau + h_\mu \quad J_r = \frac{h_{by}}{l}$$

7. Mavzu: SUYUQLIKLARDA ENERGIYANING YUQOTILISHI. ISHQALANISHDA YUQOTILGAN ENERGIYA(PUAZEYL FORMULASI).



1-rasm

$$Q = \frac{1}{2} \pi r_0^2 \frac{P_1 - P_2}{4\mu l} r_0^2 = \frac{P_1 - P_2}{8\mu l} \pi r_0^4$$

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{8\mu l} \pi \frac{d^4}{16} = \frac{P_1 - P_2}{128\mu l} \pi d^4$$

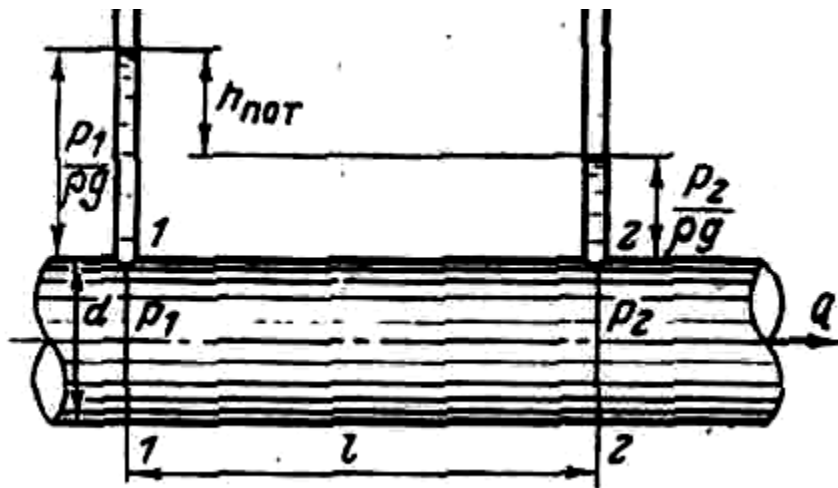
$$\mu \frac{P_1 - P_2}{128Ql} \pi d^4 = \frac{\rho g h_{a.é}}{128Ql} \pi d^4 = C \frac{h_{a.é}}{Q}$$

$$g = \frac{P_1 - P_2}{8\mu l} r_0^2 = 0,5U_{\max}$$

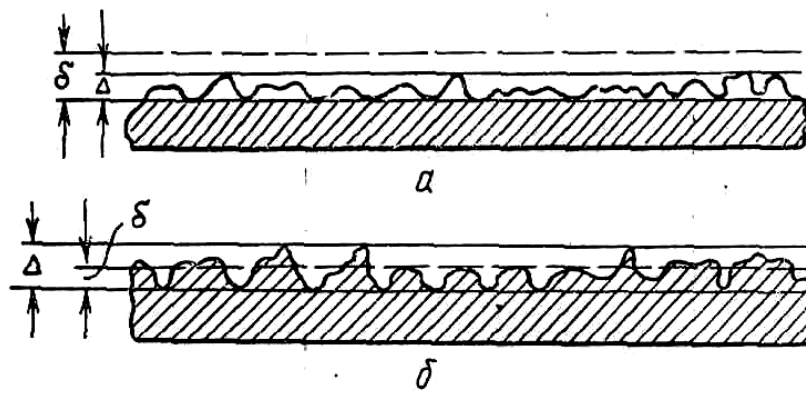
$$U_{\max} = \frac{P_1 - P_2}{4\mu l} r_0^2$$

8. Mavzu: Darsi – Veysbax tenglamasi

$$\frac{P_1}{\rho g} - \frac{P_2}{\rho g} = \frac{32\nu\rho l}{\rho g d^2} g = \frac{32 \cdot \nu \cdot l}{g d^2} g$$



1-rasm

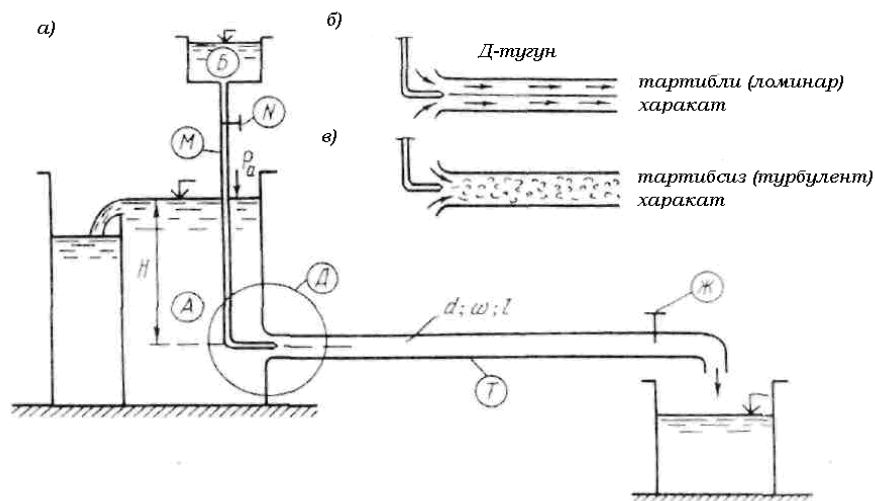


2 rasm

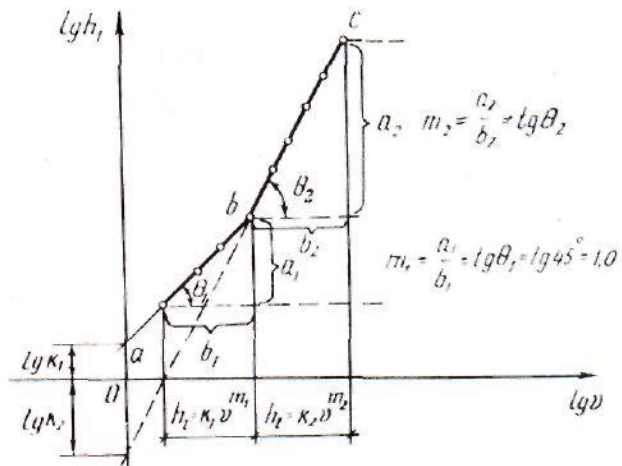
$$\lambda = \frac{0,25}{\left(1g \frac{\varepsilon}{3,7}\right)^2}$$

$$\lambda = \frac{1}{\left(1,74 + 21g \frac{1}{\varepsilon}\right)^2}$$

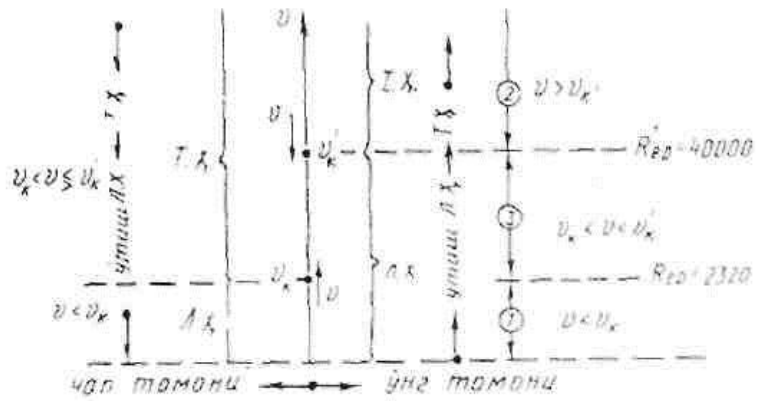
9. MAVZU: Reynolds tajribasi. Suyuqlikning laminar va turbulent xarakat tartibi.



1 -rasm,

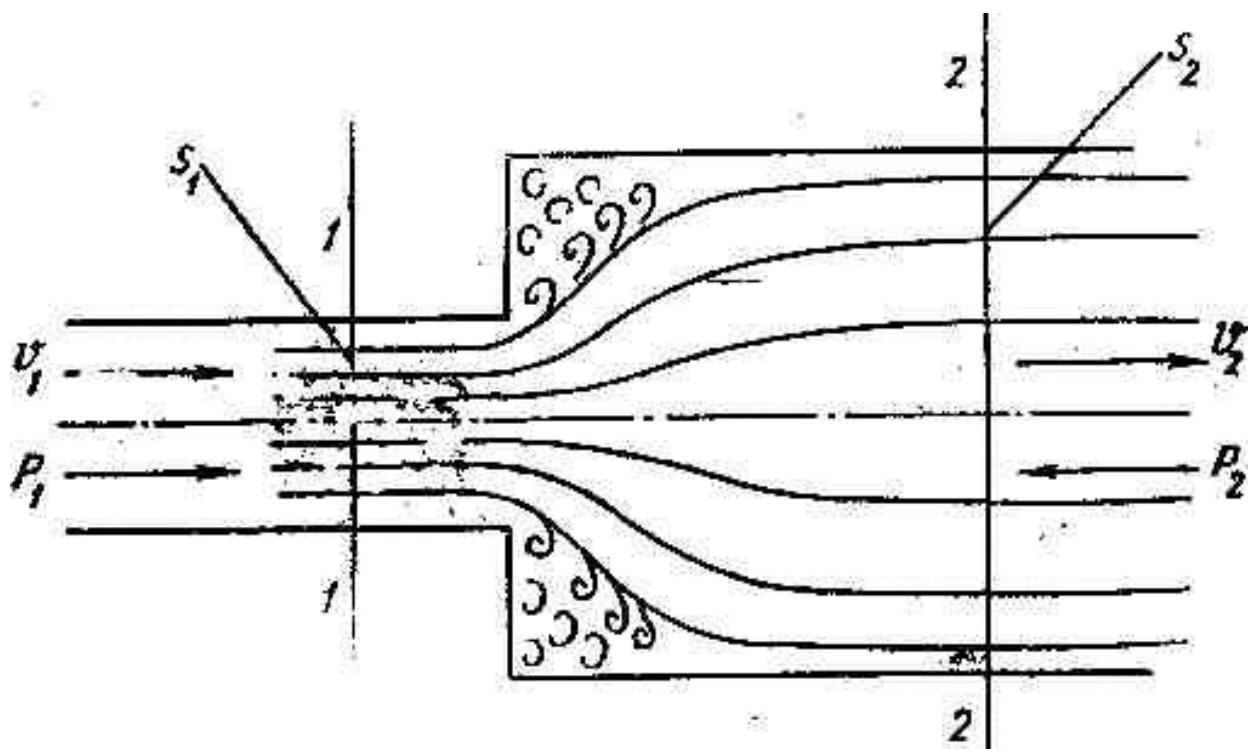


2-rasm.

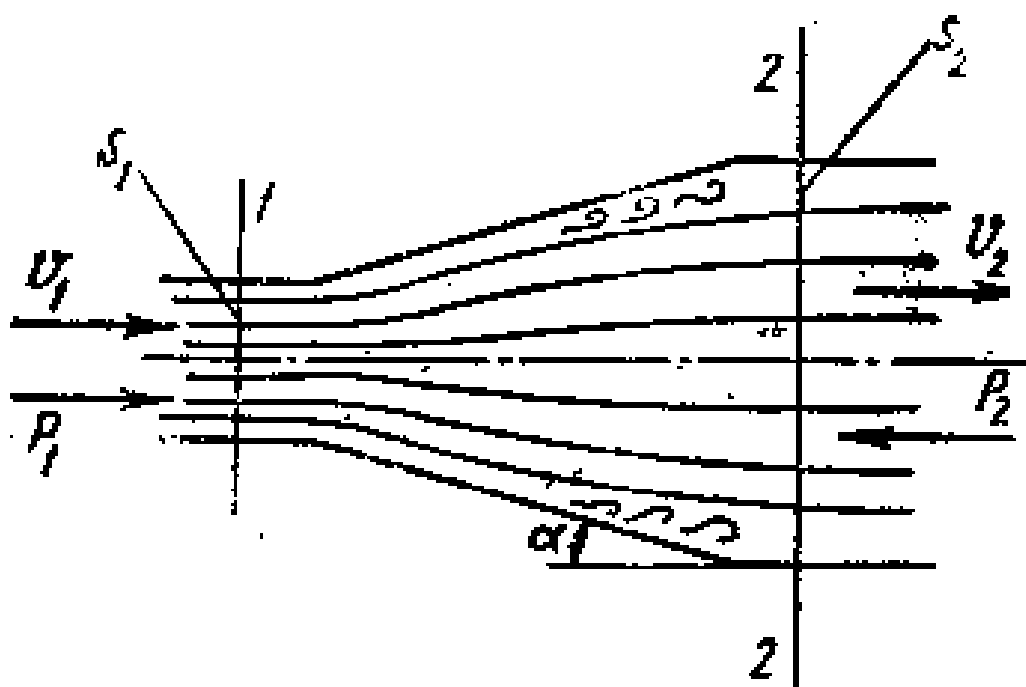


3-rasm

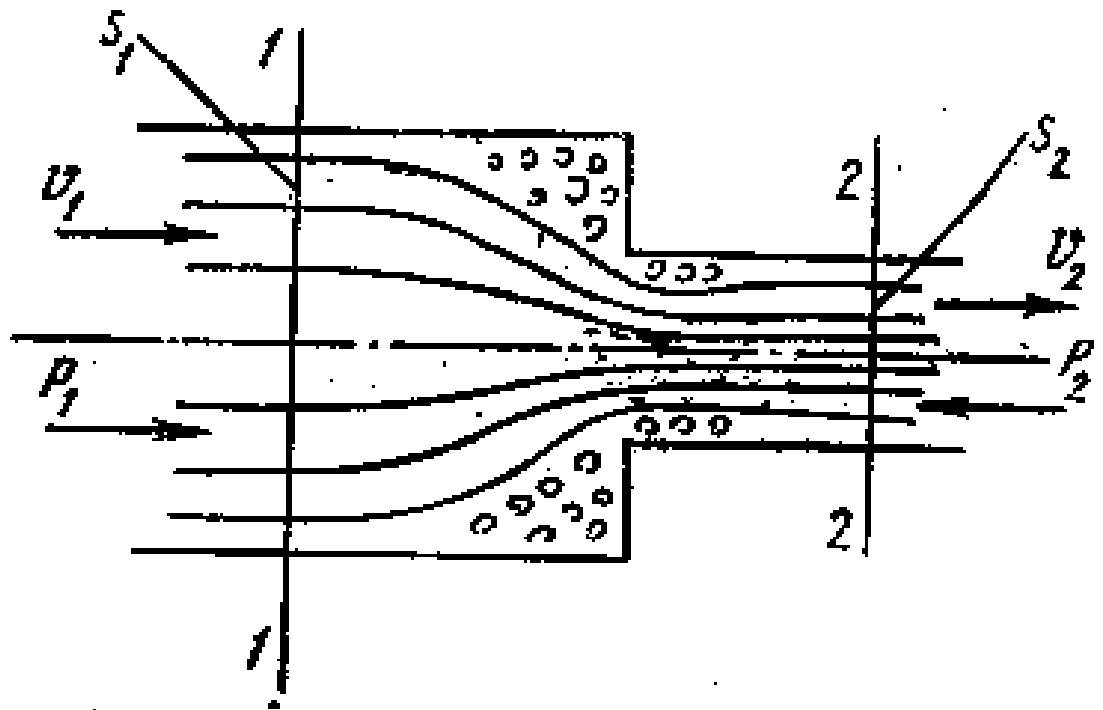
10. Mavzu: Mahalliy qarshiliklar



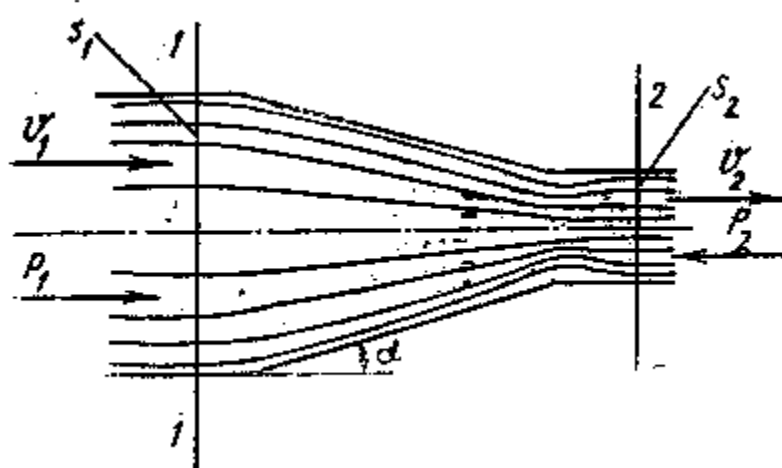
1-rasm. Keskin kengayish.



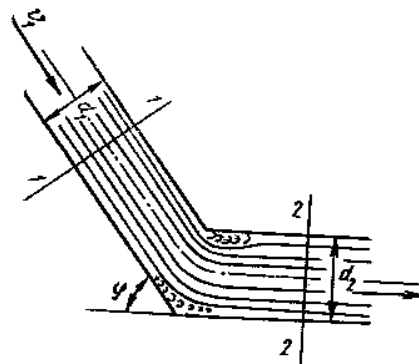
2-rasm. Tekis kengayish.



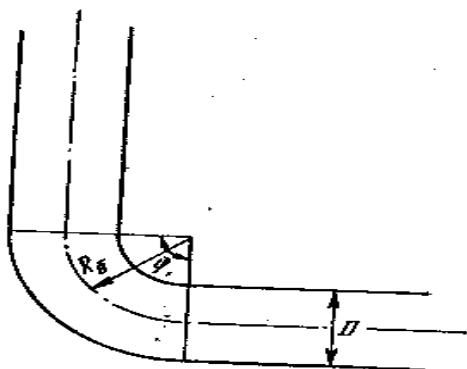
3-rasm. Keskin torayish.



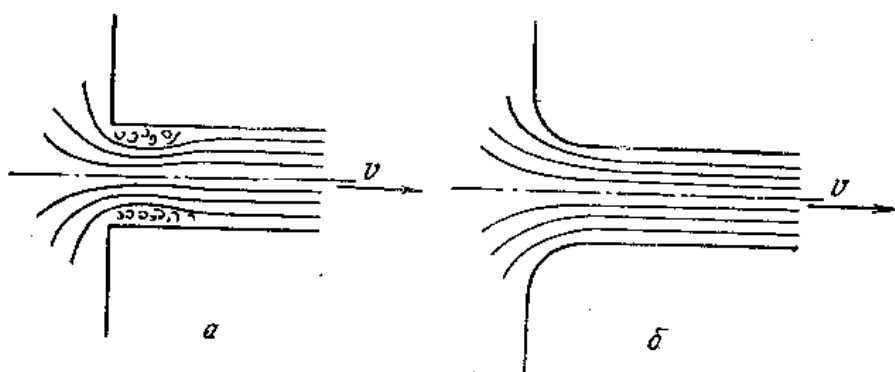
4-rasm. Tekis torayish.



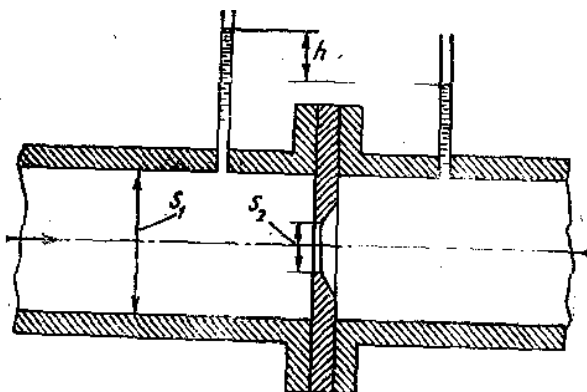
5-rasm. Tirsak.



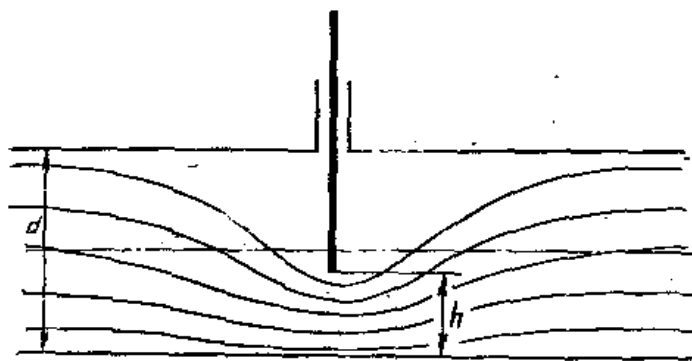
6-rasm. Burilish.



7-rasm. Trubaga kirish.

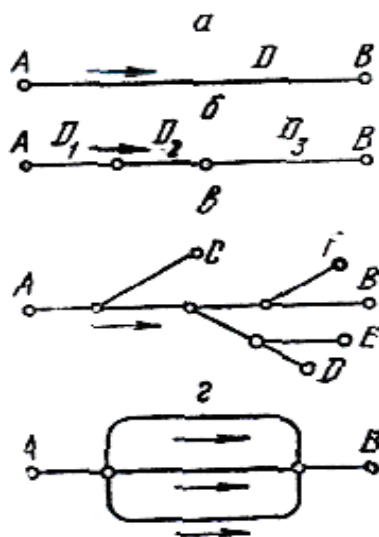


8-rasm. Diafragma.

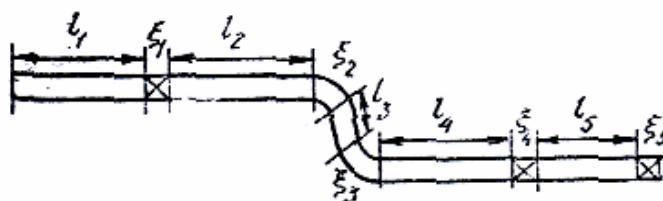


9-rasm. Berkitgich.

11. Mavzu: Quvurlarni gidravlik hisoblash. Oddiy (sodda) quvurlarni (trubalarni) hisoblash.



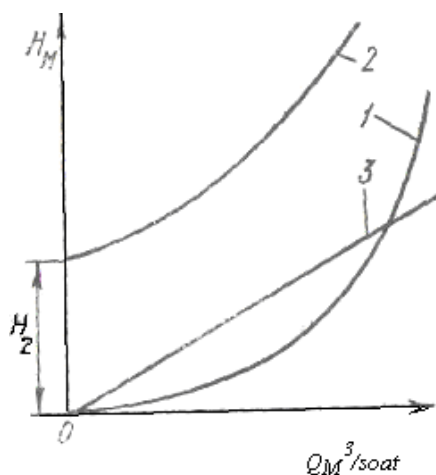
1-rasm Trubalar klassifikatsiyasiga doir chizma.



2-rasm. Sodda trubaning sxemasi.

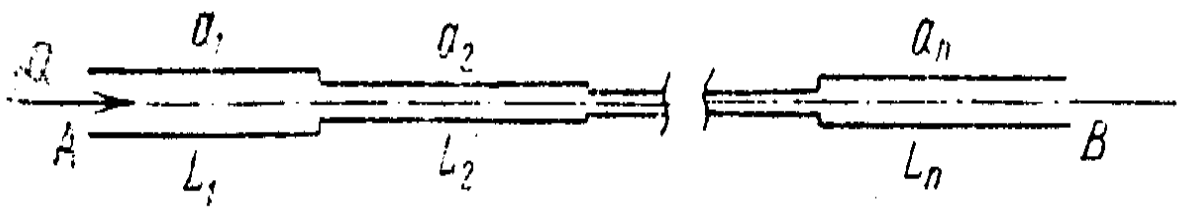
**1-jadval. Trubalarni hisoblash uchun umumlashgan parametrlar
(kvadratik qarshilik qonuni uchun)**

Truban ing ichki diamet ri, D, mm	Turubaning absolyut g'adir-budirligi						$\dot{A}_i \frac{\tilde{N}^6}{\dot{I}^5}$
	$\Delta=0,2$ mm		$\Delta=0,5$ mm		$\Delta=1,0$ mm		
	$K^2 \frac{\dot{I}^6}{\tilde{n}^2}$	$\dot{A}_a \frac{\tilde{N}^2}{\dot{I}^6}$	$\hat{E}^2 \frac{\dot{I}^6}{\tilde{n}^2}$	$\dot{A}_a \frac{C^2}{\dot{I}^6}$	$K^2 \frac{M^6}{c}$	$\dot{A}_L \frac{c^2}{\dot{I}^6}$	
50	0,0001 32	7570	0,0001 00	10000	0,0000776	12900	13200
75	0,0011 3	886	0,0008 63	1160	0,000686	1460	2610
100	0,0051 6	194	0,0039 7	252	0,00319	313	826
125	0,0160	62,6	0,125	800	0,0105	95,2	338
150	0,0434	23,1	0,0341	29,3	0,0276	36,2	163
200	0,197	5,08	0,155	6,45	0,128	7,81	51,5
250	0,643	1,58	0,504	1,98	0,416	2,40	21,1
300	1,65	0,607	1,41	0,709	1,09	0,917	10,2
400	7,41	0,135	5,98	0,167	4,97	0,201	3,28
500	23,7	0,0422	19,3	0,0518	16,1	0,0620	1,32

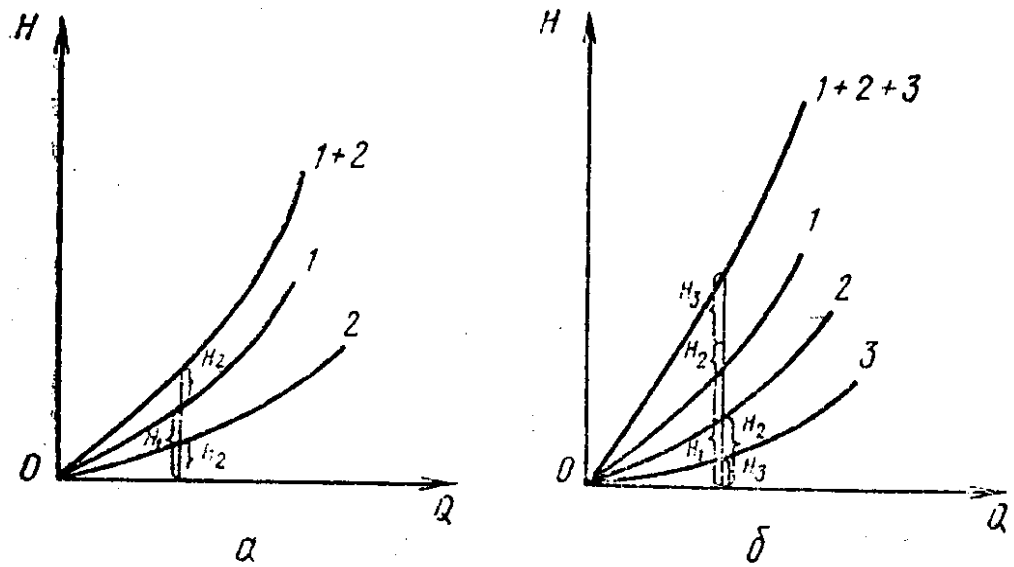


3-rasm. Trubaning xarakteristikasi.

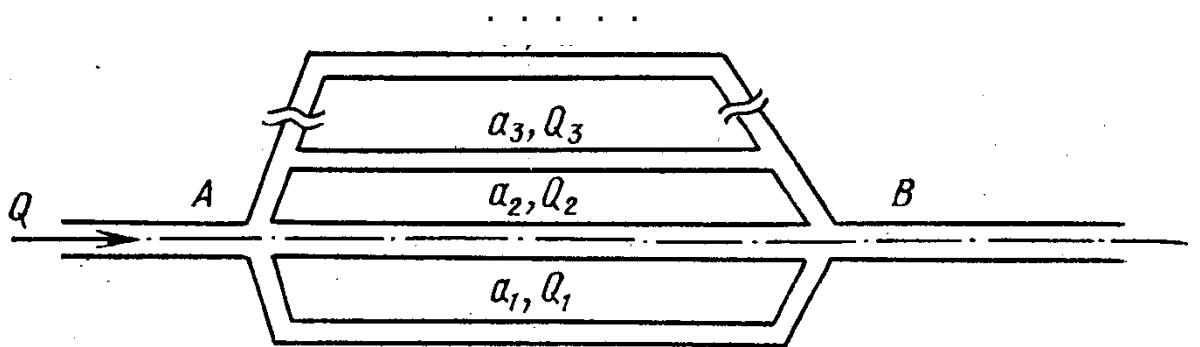
12 - Mavzu: MURAKKAB QUVURLARNI GIDRAVLIK HISOBLASH.



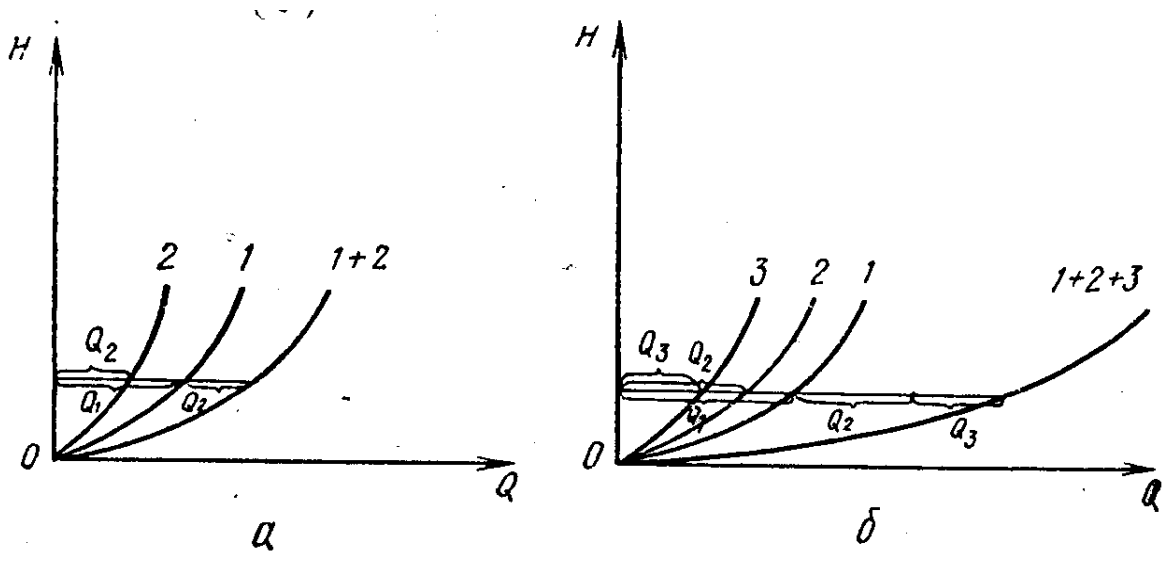
1- rasm. Trubalarni ketma – ket ulash sxemasi.



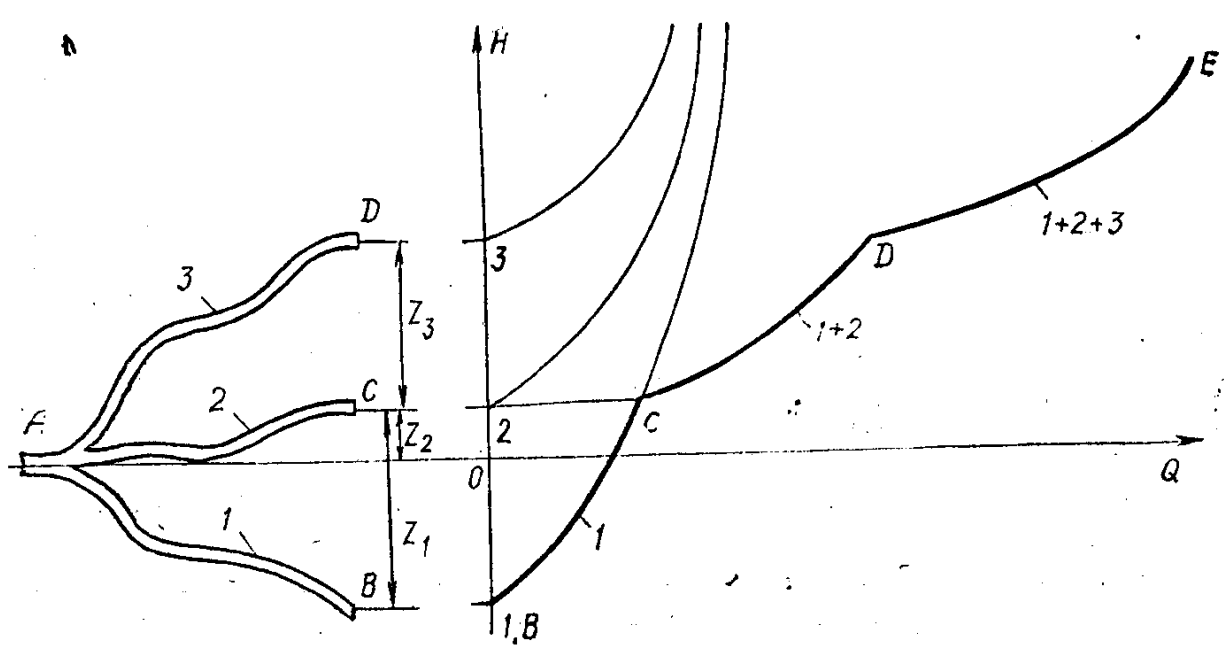
2 – rasm. Ketma ket ulangan trubalarning karakteristikasi



3- rasm. Trubalarni parallel ulash sxemasi.



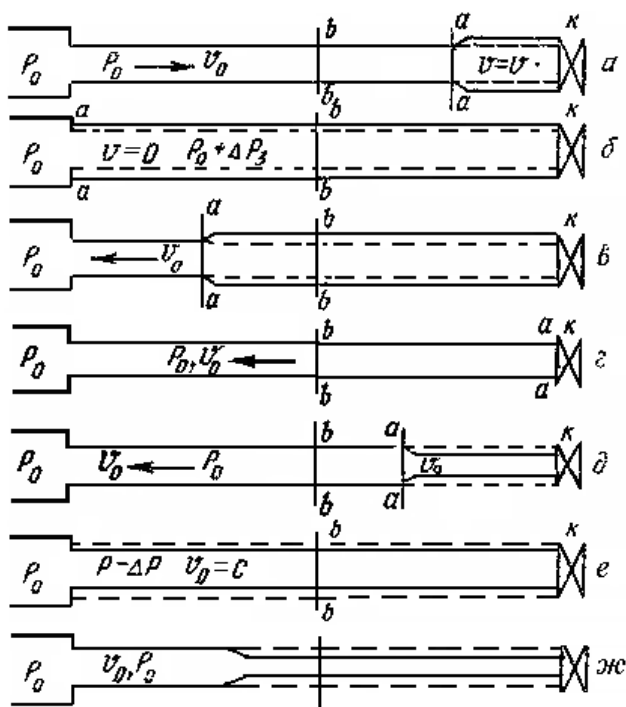
4-rasm Parallel ulangan trubalarning karakteristikasi.



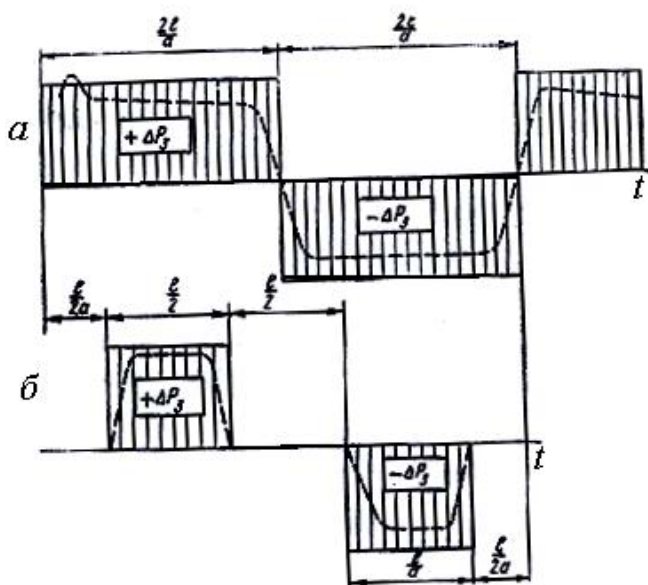
5-rasm. Trubalarning tarmoqlangan bo'lishi.

6- rasm. Tarmoqlarga bo'lingan trubaning karakteristikasi.

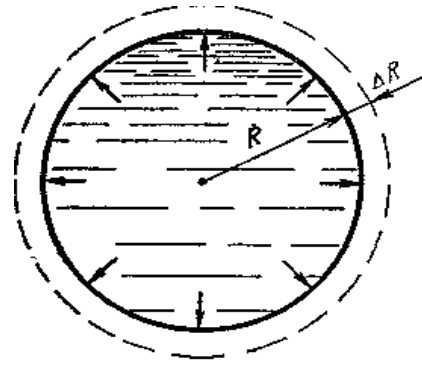
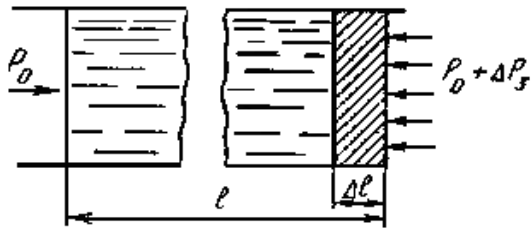
13. Mavzu: Quvurlarda gidravlik zarba.



1-rasm Gidravlik zarba hodisasini tushuntirishga doir chizma.

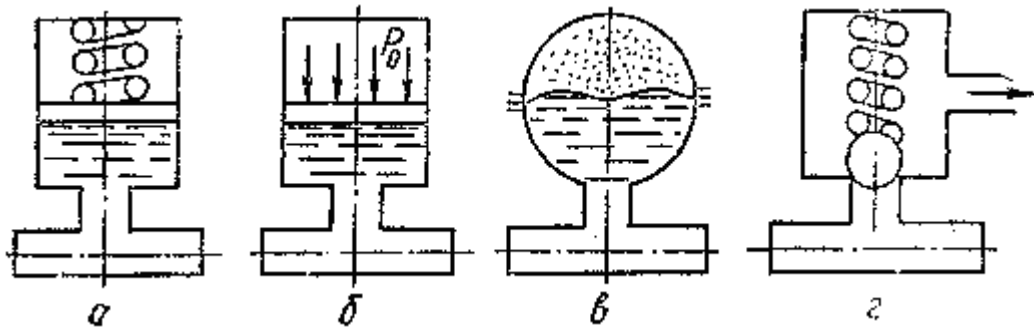


2-rasm . Gidravlik zarbada bosimning vaqt davomida o'zgarishi.

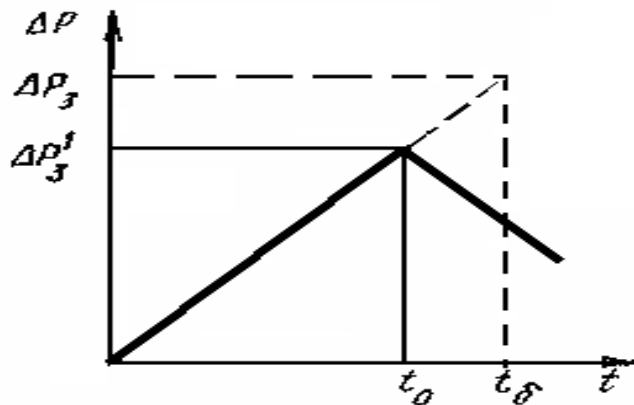


3-rasm. Gidravlik zarba uchun N. YE Jukovskiy formulasini siqarishga doir

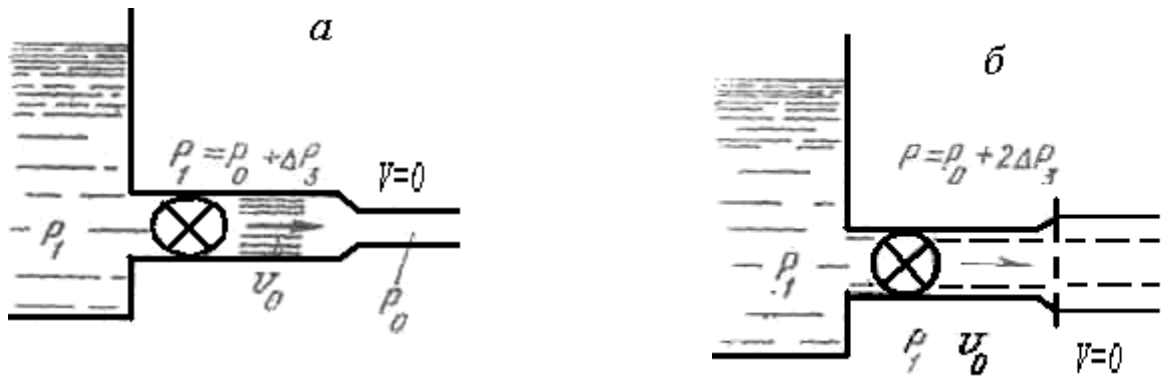
4-rasm. Gdravlik zarba vaqtida turba devorning cho‘zilishi



5-rasm. Turli so‘ndirgichlar.

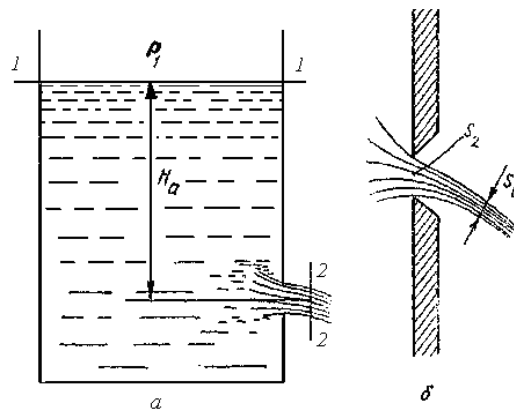


6-rasm.. To‘g‘ri va noto‘g‘ri zarbada bosimning ortishi.

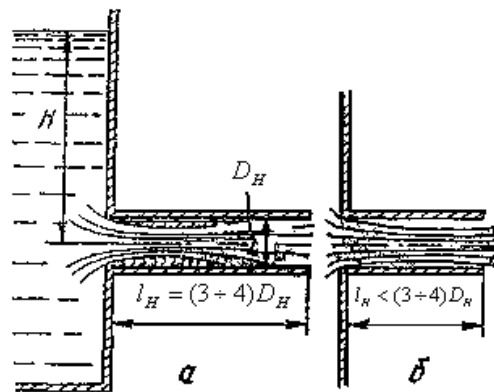


7-rasm. Noto'g'ri gidravlik zarbani tushuntirishga doir chizma.

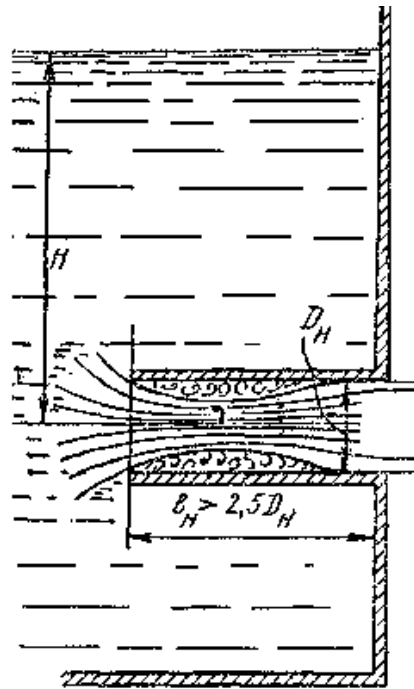
14. Mavzu: Suyuqliklarning kichik teshikdan va quvurchalar (naychalar)dan oqib o'tishi.



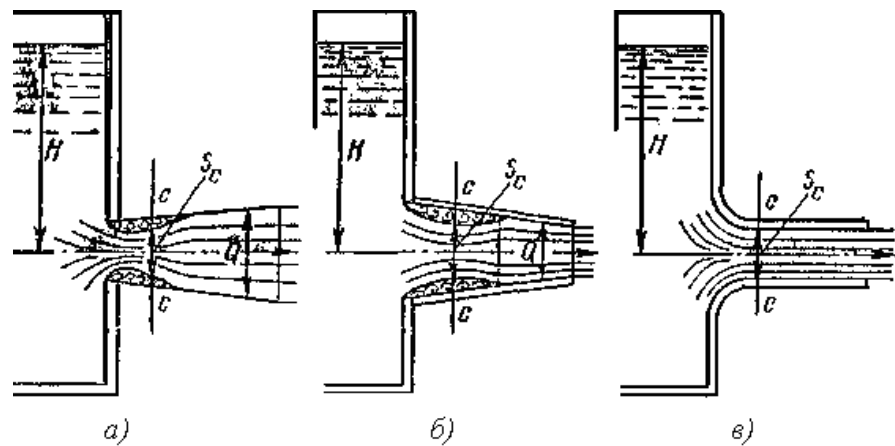
1-rasm. Suyuqlikning teshiklardan oqib ketishiga doir chizma.



2-rasm. Naychadan oqish.



3-rasm. Ichki silindirik naycha.



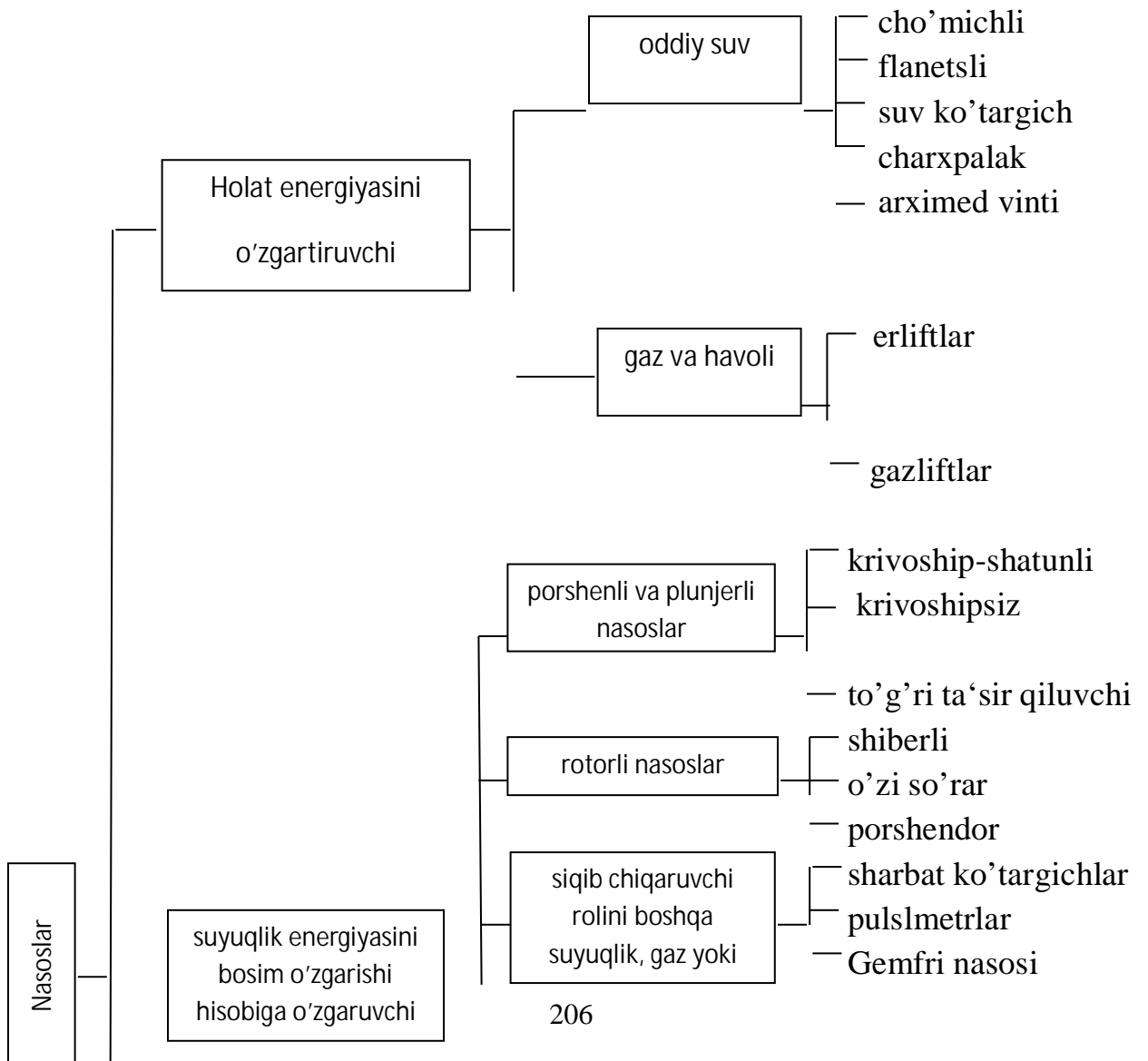
4-rasm *a* — konussimon kengayuvchi naycha, *á* — konussimoi torayuvchi naycha, *â* — konoidal naycha.

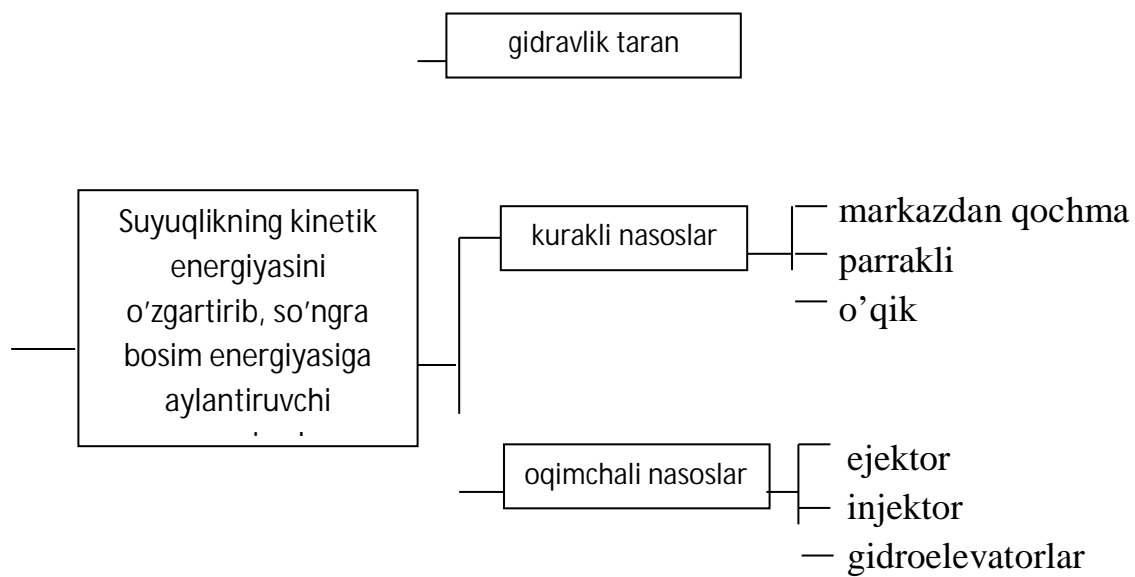
1-jadval, Har xil shakldagi naychalar va Dumaloq teshik uchun siqilish, tezlik va sarf koeffitsiyentlari.

T.R №	Naychalar turi va teshiklar	Rasmlar	ε	φ	m	ξ
1.	Yupqa devordagi dumaloq teshik	77	0,64	0,97	0,62	0,06
2.	Tashqi silindirik naycha	78	1	0,82	0,82	0,5
3.	Ichki silindirik naycha	79	1	0,71	0,71	1,0
4.	Konussimon kenga kengayuvchi naycha $\theta = 7^\circ$ bo'lganda	80-a	1	0,45	0,45	3÷4

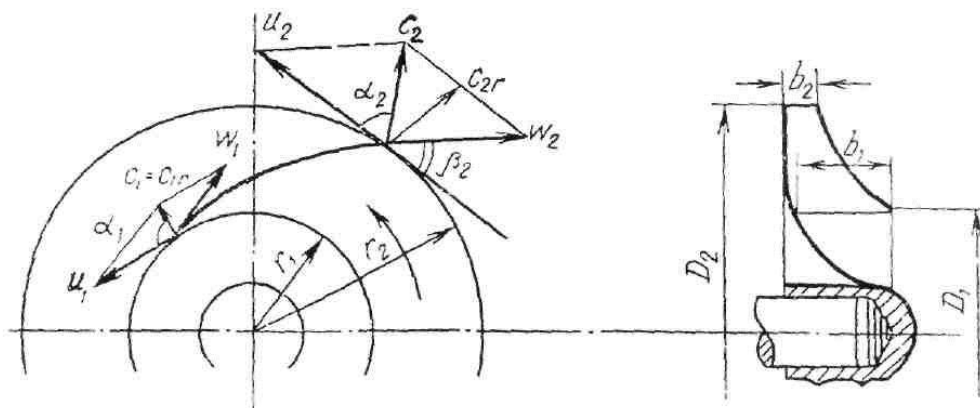
5.	Konussimon torayuvchi naycha $\theta = 13^{\circ}24'$ bo'lganda	80- <i>a</i>	0,982	0,963	0,946	0,09
6.	Konoidal naycha	80- <i>n</i>	1	0,97	0,97	0,04

15. MAVZU: GIDROMASHINALAR. NASOSLAR

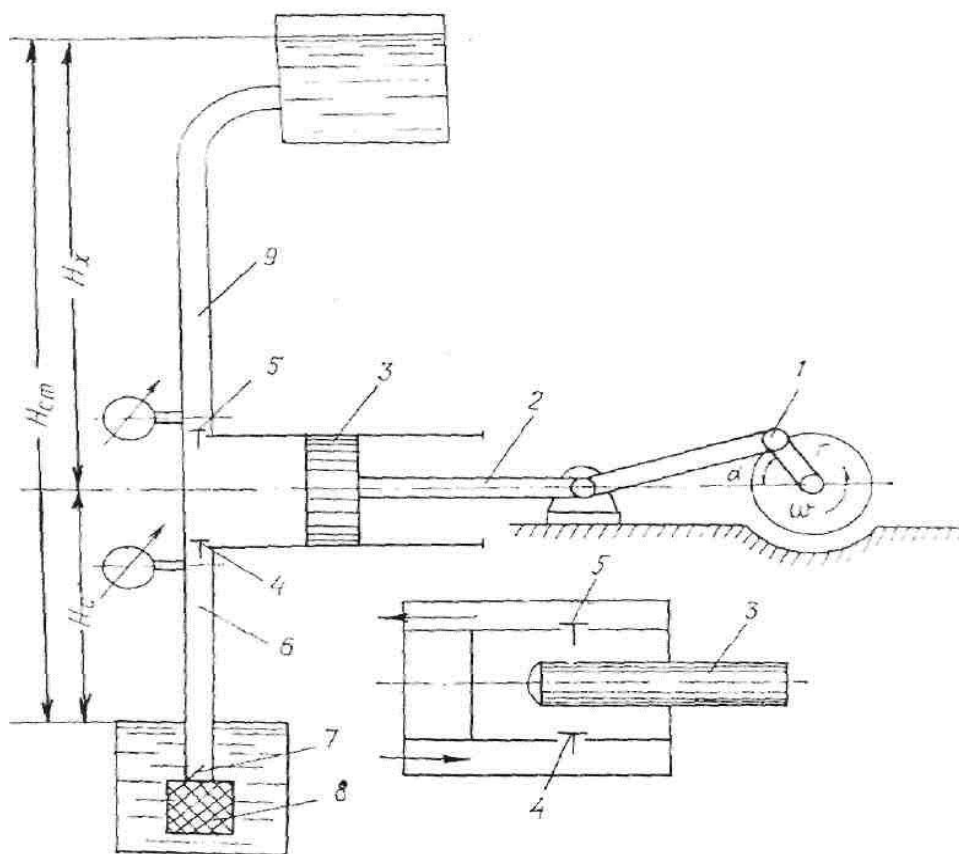




1-rasm. Nasoslarning klassifikatsiyasi

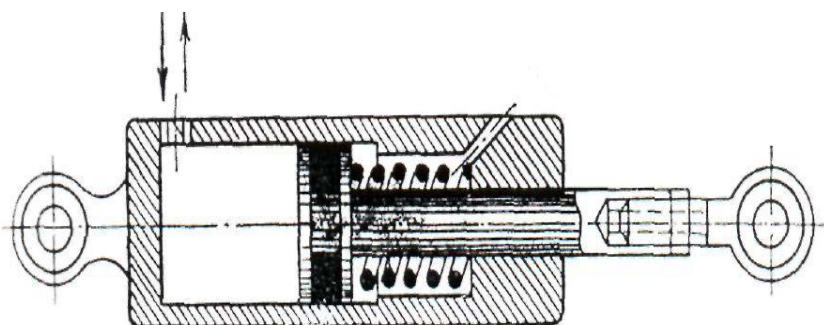


2-rasm. Ish g'ildirigidan olingan nazariy bosimga doir sxema



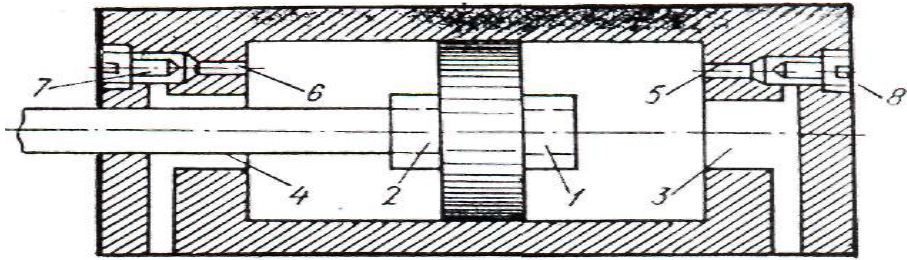
3-rasm. Bir tomonlama ishlaydigan krivoship-shatunli nasos:

16. MAVZU: Hidro-pnevmoyuritmalar bo'limi. Kirish. Hidropnevmoyuritgichlarning mashinasozlikda, texnikaning rivojlanishida tutgan o'rni. Hajmiy gidroyuritgichlar.(Gidrodvigatellar)

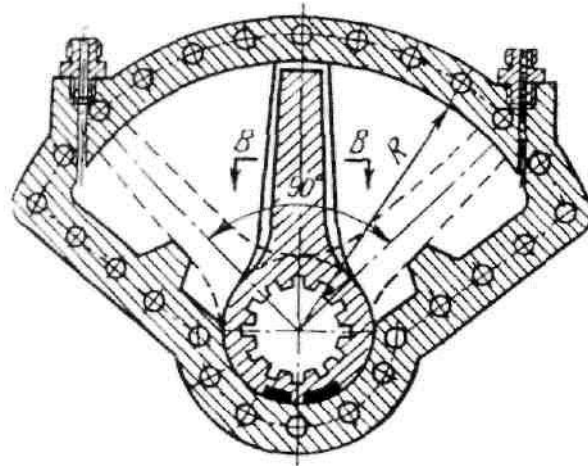


1-rasm. Bir harakatli kuch gidrodvigateli.

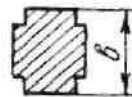
Silindrdagi qolgan suyuqlik 7 va 8 drossellar bilan ta'minlangan 5 va 6 kanallardan chiqib ketadi. Drossellarning o'lchamlari porshenning chekka qopqoqlarga yaqinlashish sharoitiga mos ravishda hisoblangan bo'ladi.



2-rasm. Ikki harakatli kuch gidrodvigatel.

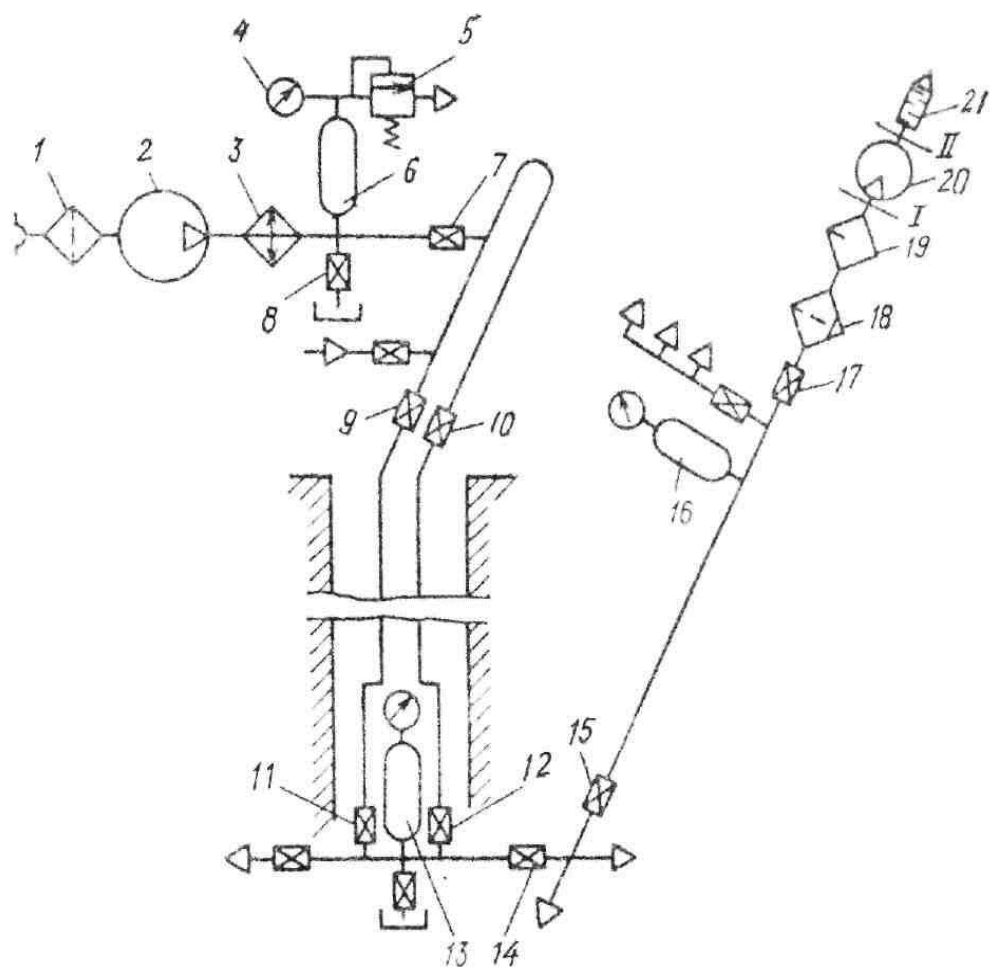


B-B kesim



3- rasm. Burilma gidrodvigateli

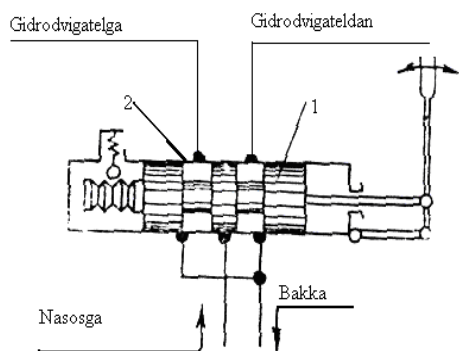
17. MAVZU: PNEVMOYURITGICHLAR, UNING ASOSIY QISMLARI VA FARQLI XUSUSIYATLARI



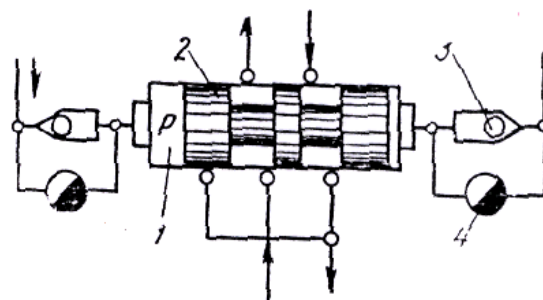
1-rasm: Shaxta pnevmoyuritmalar.

1-filtr, 2-porshenli kompressor, 3-xolodilnik, 4-monometr, 5-saqlagich klapan, 6-havo yig'gich resiver, 7-to'siq (zadvijka), 8-jumrak, 9-to'siq (zadvijka), 10,11,12,13,14,15,17 to'siqlar (zadvijka), 16-havo yig'gich, 18-filtr-namajratgich, 19-yog'sachratgich, 20-pnevmodvigatel, 21-shovqin so'ndirgich.

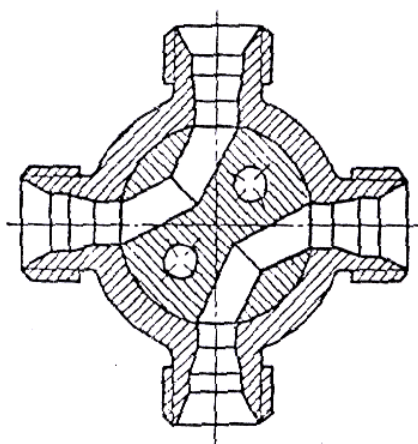
18. MAVZU: TAQSIMLASH, TEKSHIRISH VA SOZLASH USKUNALARI.



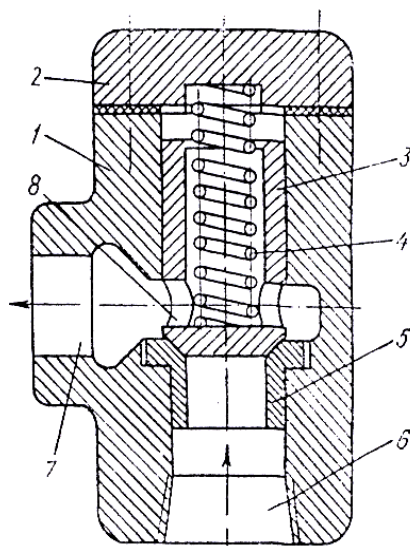
1-rasm. Zolotnikli taqsimlagichlar



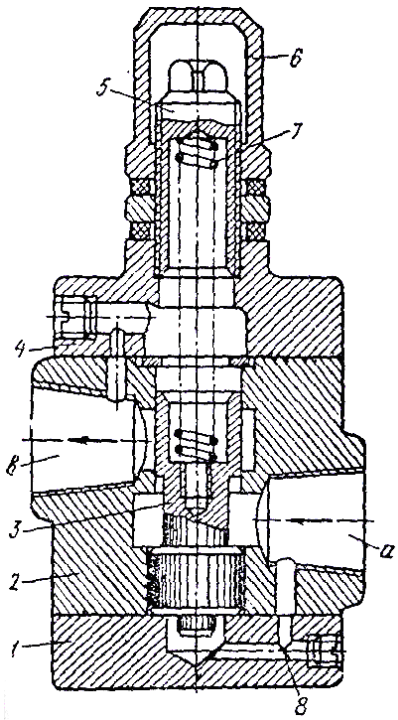
2- rasm. Reversiv zolotnikli G-72 turdagi taqsimlagich



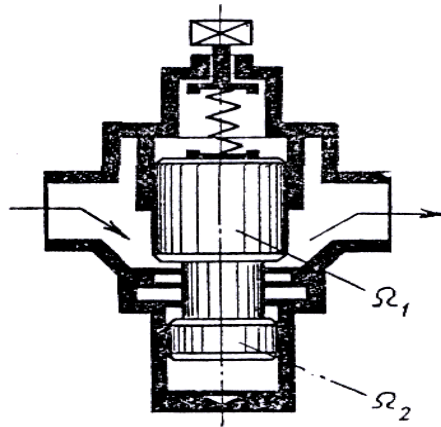
3-rasm. Kranli taqsimlagich



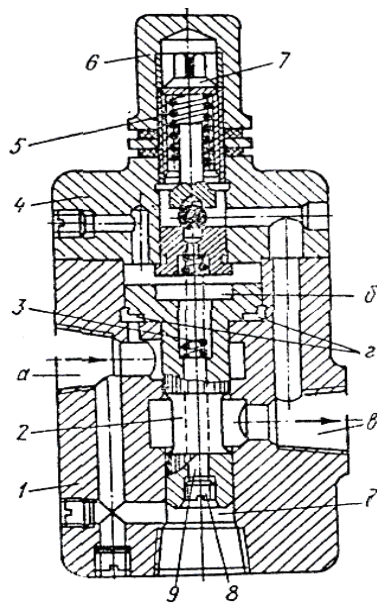
4-rasm. G-51 turdagi tirkak klapan.



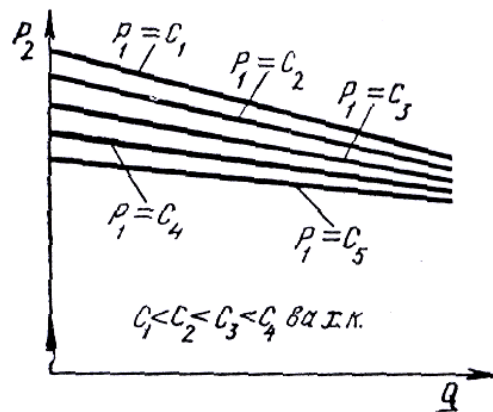
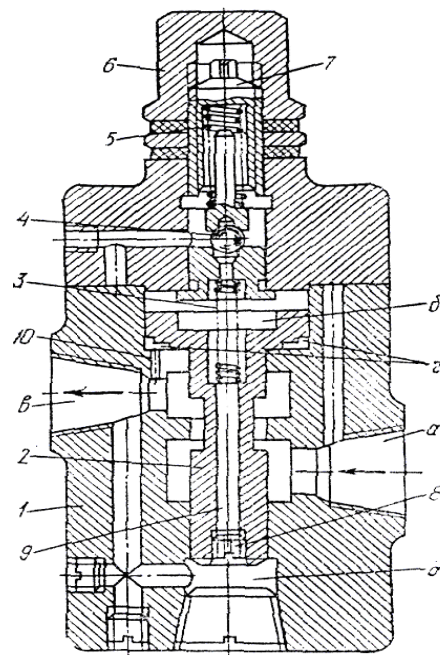
5-rasm. G-54 turdagi plunjerli klapan.



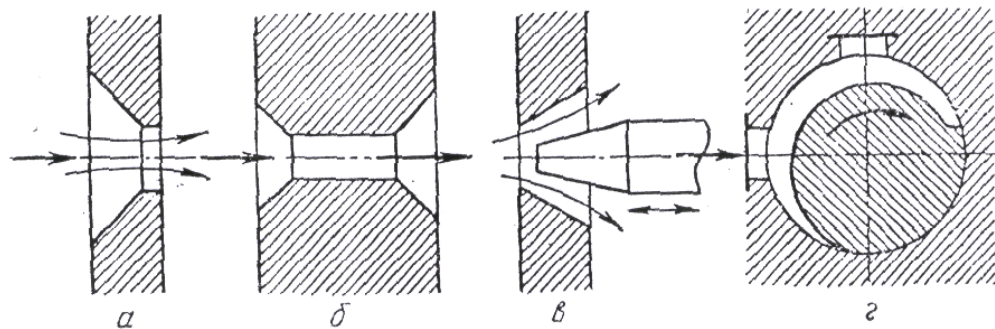
6-rasm Differensial klapan



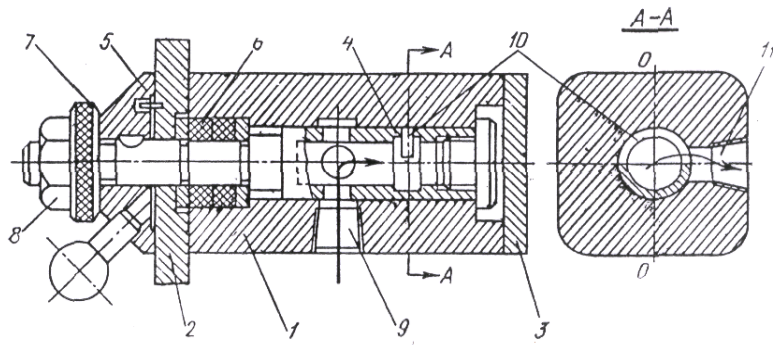
7-rasmda G-52 turdagi servoharakatli klapan



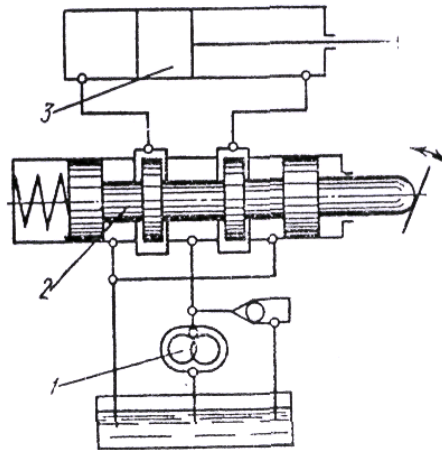
9-rasm. Reduksion klapan xarakteristikasi.



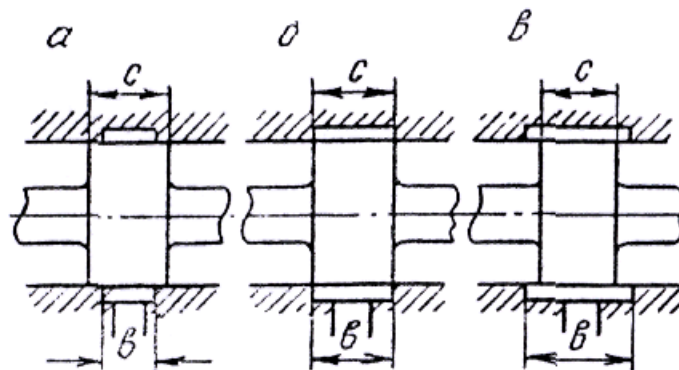
10- rasm. Drossellar.



11- rasm G-77 turdagi boshqariladigan drossell qurilmasi.



12-rasm. Zolotnikli boshqariluvchi drossell qurilmasi.



13-rasm. Zolotnik belbog'ining tuynuk enini berkitish sxemasi.

**“GIDRAVLIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI”
FANIDAN
AMALIY MASHG’ULOTLARI ISHLANMASI**

AMALIY MASHG'ULOT 1

GIDRAVLIKA. GIDRAVLIKA ASOSLARI, SUYUQLIKLARNING XOSSALARI VA GIDROMEXANIKANING ASOSIY QONUNLARIGA DOIR MASALALAR YECHISH

Suyuqliklarning fizik xossalari. Bu xossalarning temperatura va bosimga bog'liqligi.

Solishtirma og'irlik. Hajm birligidagi modda og'irligi suyuqliklarnint solishtirma og'irligi deb ataladi va grekcha γ harfi bilan belgilanadi. Yuqorida aytilgan ta'rifga asosan:

$$\gamma = \frac{G}{V}, \quad (1.1)$$

bu yerda V —suyuqlik hajmi; G — og'irligi.

Solishtirma og'irlikning o'lchov birligi CI sistemasida:

$$[\gamma] = \frac{G}{V} = \frac{N}{m^3},$$

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

$$1kg/m^3 = 9,80665 \text{ N/m}^3$$

Solishtirma og'irlik hajmi avvaldan ma'lum bo'lgan idishdagi suyuqliklarning og'irligini o'lchash usuli bilan yoki areometrlar yordami bilan aniqlanadi.

Solishtirma og'irlik bosimga va temperaturaga bog'liq bo'lib, ular o'rtasidagi munosabat ideal gazlar uchun quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\frac{P}{\gamma} = RT \quad (1.2)$$

bu yerda p - bosim, T — absolyut temperatura, R — gaz doimiysi

$$\left(R_{havo} = 287 \frac{J}{kg \cdot grad}; R_{metan} = 518 \frac{J}{kg \cdot grad} \right).$$

Suyuqlik solishtirma og'irligining $4^\circ C$ dagi suvning solishtirma og'irligiga nisbati uning nisbiy solishtirma og'irligi bo'ladi. Masalan, mineral moyning nisbiy solishtirma og'irligi 0,9 ga teng:

$$\frac{\gamma_{moy}}{\gamma_{suv}} = 0,9; \quad \gamma_{moy} = \gamma_{suv} \cdot 0,9.$$

Solishtirma hajm. Suyuqlikning og'irlik birligiga to'g'ri kelgan hajmi suyuqliklarning solishtirma hajmi deyiladi va hajmni og'irlikka bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$\mathcal{G} = \frac{V}{G} \quad (1.3)$$

(1.3) va (1.4) formulalardan ko'rinib turibdiki,

$$\gamma \cdot \mathcal{G} = 1 \quad \text{yoki} \quad \mathcal{G} = \frac{1}{\gamma}$$

Solishtirma hajmning o'lchov birligi SI sistemasida:

$$[\mathcal{G}] = \left[\frac{V}{G} \right] = \frac{m^3}{N}$$

Solishtirma hajm ham solishtirma og'irlik kabi bosim va temperaturaga bog'liq:

$$p\mathcal{G} = RT \quad (1.5)$$

Zichlik. Suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri kelgan tinch holatdagi massasi suyuqlikning zichligi deb ataladi:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1.6)$$

bu yerda M —suyuqlikning massasi.

Zichlikning o'lchov birligi quyidagicha:

$$[\rho] = \frac{[M]}{[V]} = \frac{N \cdot s^2}{m^4}$$

Ba'zan nisbiy zichlik tushunchasi kiritiladi. Suyuqlik zichligining suvning 4⁰C temperaturadagi zichliga nisbati uning nisbiy zichligi bo'ladi. (1.6) va (1.4) lardan ko'rinib turibdiki, zichlik bilan solishtirma og'irlik o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad (1.7)$$

U holda nisbiy zichlik solishtirma og'irlik orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\rho_{nisb} = \frac{M_{suyuq}}{M_{suv}} = \frac{G_{suyuq}}{G_{suv}} = \gamma_{nisb} \quad (1.8)$$

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

(1.9)

bu yerda t — temperatura (birligi $^{\circ}\text{C}$); β_t — hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti; r_{20} —suyuqlikning 20°C dagi zichligi. Suvning zichligi bu qonundan mustasno bo'lib, uning zichligi eng katta qiymatiga 4°C (aniqrog'i $3,98^{\circ}\text{C}$) da ega bo'ladi. Uning temperaturasi bundan oshsa ham, kamaysa ham zichligi kamayib boradi.

Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi. Zichlik issiqlik o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. Demak, issiqlik o'zgarishi bilan hajm ham o'zgaradi.

Suyuqliklarning bu xususiyatlaridan gidravlik mashinalarni hisoblashda va turli masalalarni hal qilishda foydalaniladi.

Suyuqliklarning bu xususiyatlaridan foydalanib, suyuqlik termometrlari va boshqa turli o'lchov asboblari yaratilgan.

Suyuqliklarning hajmiy kengayishini ifodalash uchun hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti degan tushuncha kiritilib, u β_t bilan belgilanadi. Birlik hajmdagi suyuqlikning temperaturasi 1°C ga oshgandagi kengaygan miqdoriga uning hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\beta_t = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (1.10)$$

bu yerda $\Delta V = V - V_0$ - qizdirilgandan keyingi va boshlang'ich hajmlar ayirmasi;

$\Delta t = t - t_0$ — temperaturalar ayirmasi; $[\beta_t] = \frac{1}{\text{grad}}$; β_t — juda kichik qiymat

bo'lib, u $t = 20^{\circ}\text{C}$ da suv uchun $\beta_t = 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{grad}}$; mineral moylar uchun

simob uchun $\beta_t = 18 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{grad}}$ ga teng.

1.1-jadval. Suvning hajmiy kengayish temperatura koeffitsienti

Bosim Mn/m ²	t, °C				
	1-10	10-20	40-50	60-70	90-100
0,1	0,000014	0,000150	0,000422	0,000556	0,000719
9,8	0,000043	0,000165	0,000422	0,000548	0,000714
19,6	0,000072	0,000183	0,000426	0,000539	-
49,0	0,000149	0,000236	0,000429	0,000523	0,000661
88,3	0,000229	0,000296	0,000437	0,000512	0,000621

Suyuqliklarning siqilishi. Texnikada va tabiatda bosim juda katta bo'lgan hollar uchraydi. Bunda suyuqlikning umumiy hajmi katta bo'lsa, hajmning o'zgarishi sezilarli miqdorga ega bo'ladi va u hisobga olinadi.

Suyuqliklarning siqilishini hisoblashda hajmiy siqilishi koeffitsienti degan tushuncha kiritiladi va u β_p bilan belgilanadi (ba'zida β_v bilan belgilanadi). Bosimni bir birlikka oshirganda suyuqlikning hajm birligida kamaygan miqdori hajmiy siqilish koeffitsienti deyiladi va u quyidagii formula bilan hisoblanadi:

$$\beta_p = -\frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta p} \quad (1.11)$$

Bu yerda $\Delta p = p - p_0$ -o'zgargan va boshlang'ich bosimlar ayirmasi β_p ham β_t kabi kichik miqdor bo'lib (t=20°C da suv uchun $\beta_p = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MN}$, mineral moylar uchun $\beta_p = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{MN}$), ko'p hollarda hisobga olinmaydi.

1.2-j a d v a l.

Suvning hajmiy siqilish koeffitsienti

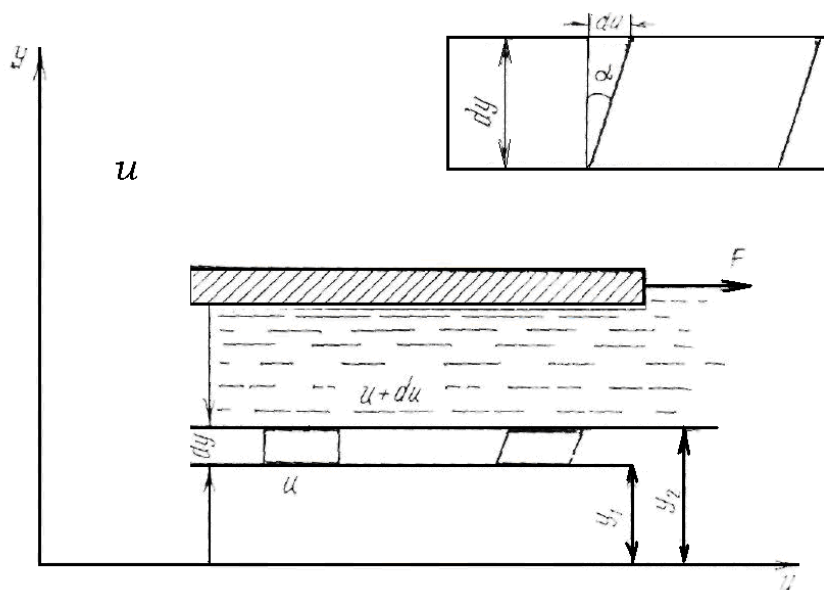
	Bosim, MN/m ²
--	--------------------------

	0,5	1,0	2,0	3,9	7,8
0	0,00000540	0,00000537	0,00000531	0,00000523	0,00000515
5	0,00000529	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000493
10	0,00000523	0,00000518	0,00000508	0,00000498	0,00000481
15	0,00000518	0,00000510	0,00000503	0,00000488	0,00000470
20	0,00000515	0,00000505	0,00000495	0,00000481	0,00000460

Qovushoqlik, suyuqliklarda ichki ishqalanish haqida

Nyuton gipotezasi

Qovushoqlik hodisasi suyuqliklar harakatlanayotganda namoyon bo'ladi va zarrachalarining harakatlanishiga qarshilik ko'rsatadi. Qovushoqlik qancha yuqori bo'lsa, bu qarshilikni yengish uchun sarflanadigan kuch ham shuncha katta bo'ladi. Qovushoqlik darajasi qovushoqlik koeffitsienti deb ataluvchi kattalik bilan ifodalanadi va u ikki xil bo'ladi. Aniqlanish usuliga qarab ular dinamik va kinematik qovushoqlik koeffitsientlari deb ataladi. Suyuqlikni yuzasi katta bo'lgan idishga solib, uning yuziga biror plastinka qoysak va bu plastinkani ma'lum bir kuch bilan torta boshlasak, suyuqlik zarrachalari plastinka sirtiga yopishishi natijasida harakatga keladi (1-rasm). Agar plastinkaning G' kuch ta'sirida olgan tezligi u bo'lsa, u bilan yonma-yon turgan zarrachalar ham u tezlikka ega bo'ladi.



1.1-rasm. Suyuqlikdagi ichki ishqalanish haqidagi Nyuton gipotezasiga oid chizma.

Suyuqlikning qalinligi boyicha bir qancha yupqa qatlamlar bor deb faraz qilsak, har bir qatlamda zarrachalar tezligi har xil bo'lib, u plastinkadan pastki devorga tomon kamayib boradi. Harakat ixtiyoriy qatlamga uning ustida joylashgan boshqa qatlam zarrachalari orqali beriladi. Bu harakat suyuqlik qatlamlarining deformatsiyalanishiga olib keladi.

Agar suyuqlik ichida pastki sirti idishning asosidan y_1 , masofada, ustki sirti esa y_2 masofada bo'lgan suyuqlik qatlamini ko'z oldimizga keltirsak, yuqorida aytilgan sabablarga ko'ra uning pastki sirtida tezlik i_1 yuqori sirtida esa i_2 bo'ladi. Shunday qilib, olingan qatlamning qalinligi Δy boyicha suyuqlik tezligi $u_2 - u_1 = \Delta u$ miqdorga o'zgaradi (ya'ni qatlamning yuqorigi sirti pastki sirtiga nisbatan siljiydi va qatlam 1.1-rasmda ko'rsatilganidek deformatsiyalanadi). Siljish

burchagi α deb belgilasak, siljish kattaligi $tg\alpha = \frac{\Delta u}{\Delta y}$ bo'ladi. Qatlam qalinligini

cheksiz kichraytirib, differentsial belgilashga o'tsak, u holda yuqoridagi nisbat

tezlik gradienti $\frac{du}{dy}$ ni beradi.

Suyuqlik sirtidagi plastinkaga qoyilgan kuch qancha katta bo'lsa, siljish shuncha ko'p bo'ladi. Bu esa qoyilgan kuch bilan tezlik gradienti orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. Shunday kilib, suyuqliklardagi ichki ishqalanish kuchi tezlik gradientiga bog'liq.

1686 yili I.Nyuton ana shu bog'lanishni chiziqli bog'lanishdan iborat degan gipotezani oldinga surdi. Bu gipotezaga asosan, suyuqlikning ikki harakatlanuvchi qatlamlari orasidagi ishqalanish kuchi G qatlamlarning tegib turgan sirti S ga va tezlik gradienti $\frac{du}{dy}$ ga proporsional, ya'ni

$$F = \pm \mu \cdot S \frac{du}{dy} \quad (1.12)$$

Proporsionallik koeffitsienti μ dinamik qovushoqlik koeffitsienti deb qabul qilingan. Hisoblash ishlarini osonlashtirish uchun ishqalanish kuchining birlik yuzaga to'g'ri kelgan kattaligiga yoki gidravlikada urinma zo'riqish (ishqalanish kuchidan hosil bo'lgan zo'riqish) deb atalgan kattalikka o'tish zarur bo'ladi. Bu kattalik grekcha τ harfi bilan belgilanadi:

$$\tau = \frac{F}{S} = \pm \mu \frac{du}{dy} \quad (1.13)$$

bundan musbat va manfiy ishora tezlik gradientining yo'nalishiga qarab tanlanadi.

(1.15) formuladan ko'rinadiki, ishkalanish kuchidan xosil bo'lgan zo'riqish tezlik gradienti (yoki tezlikning normal hosilasi)ga to'g'ri proporsionaldir. Qovushoqlik koeffitsientining birligi SI sistemasida quyidagicha bo'ladi:

$$[\mu] = \frac{t}{\frac{du}{dy}} = \frac{Ns}{m^2}$$

Gidravlikada ko'pchilik hisoblash ishlarida μ ning ρ ga nisbati bilan ifodalanuvchi va kinematik qovushoqlik koeffitsienti deb ataluvchi kattalikdan foydalanish qulaydir. Bu miqdor grekcha ν harfi bilan belgilanadi:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \cdot \left[\frac{M^2}{s} \right] \quad (1.14)$$

(1.14) formula Nyutonning suyuqlikdagi ishqalanish haqidagi qonunini ifodalaydi. Bu qonunga boysunadigan suyuqliklar nyutoniy suyuqliklar deyiladi. Amalda uchraydigan va gidravlikada ko'rib chiqiladigan suyuqliklarning ko'pchilik qismi nyutoniy suyuqliklar jumlasiga kiradi. Nyuton qonuniga boysunmaydigan suyuqliklar n'yutoniy mas suyuqliklar deyiladi. Ularga kolloid eritmalar, moyli boyoqlar, smolalar, past temperaturada ishlatiladigan surkov moylari va boshqalar kiradi. Nyutoniy mas suyuqliklarning harakat qonunlari reologiyada - moddalarning oquvchanligi va plastikligi haqidagi umumiy ta'limotda ko'rib chiqiladi.

3.Paskal qonuni. Hidrostatika qonuni bo'lib bu qonun shunday ta'riflanadi: Tinch holatdagi suyuqlikning istalgan nuqtasiga qo'yilgan tashqi bosim suyuqlikning barcha nuqtalariga o'zgarishsiz uzatiladi. Fransuz olimi Blez Paskal bu qonuni 1663 yili e'lon qildi.

Bosimni suyuqlik yordamida uzatish qonunidan texnika gidravlik mashinalarda foydalaniladi, bu mashinalar ichida eng ko'p tarqalgan gidravlik pressdir.

Arximed qonuni ham gidrostatika (gaz va suyuqliklar statikasi) qonuni bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi: Suvga botirilgan jismga suv tomonidan

itaruvchi (ko'taruvchi) kuch ta'sir etadi, bu kuch pastdan yuqoriga verti kal yo'nalgan bo'lib, u kuch jism siqib chiqargan suyuqlikning og'irligiga teng .

$$F_A = \rho_c dV_j$$

$$F_A = G \quad \text{so'zadi}$$

$$F_A > G \quad \text{qalqib chiqadi}$$

$$F_A < G \quad \text{cho'kadi}$$

Bu yerda ρ_c -suyuqlikning zichligi; V_j - jism hajmi; $G = mg$.

1.1.Masala. Zichligi $\rho_1 = 900$ kg/m³ bo'lgan 10 liter hajimli suyuqlikka zichligi $\rho_2 = 870$ kg/m³ va hajmi 20 liter bo'lgan suyuqlik aralashtirilgan bo'lsa hosil bo'lgan suyuqlikni zichligini aniqlang.

Yechish:

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{900 \cdot 0.01 + 870 \cdot 0.02}{0.01 + 0.02} = 880 \quad \text{kg/m}^3.$$

1.2. Masala: Suvning temperaturasi 5⁰C dan 15 ⁰C oshganda 8000 literli suv hajmi 6 literga oshgan bo'lsa, suvning hajmiy kengayish temperatura koefessinti β_t ni aniqlang.

Yechish:

Suyuqlikni hajmiy kengayish temperature koefestining (1.10) munosabat orqali aniqlaymiz.

$$\beta_t = \frac{V_{t_2} - V_{t_1}}{V_{t_1}(t_2 - t_1)} = \frac{8006 - 8000}{8000(15 - 5)} = \frac{6}{8000 \cdot 10} = 0,000075^\circ C^{-1}$$

Masalalar : №1.1-1.8 [A .9]; 1-bob № 1-10 [A .10].

Foydalanilgan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.
- 10.В.В.Вакина, И.Д. Денисенко, А.Л.Столяров Машино-стрителная Гидравлика. // Л :“Вища школа”, 1986-208 с .
- 11.Я. Н. Флексер Практикум по гидравлике // М:Колос-1969, 255с

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

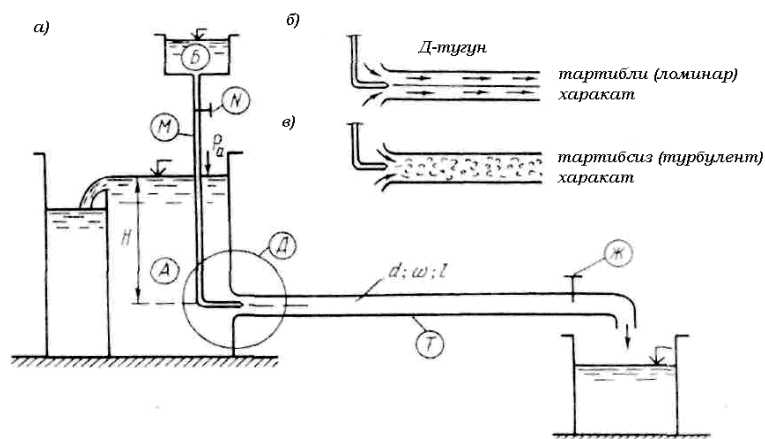
Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

AMALIY MASHG‘ULOT 2

LAMINAR VA TURBULENT HARAKATLARGA OID MASALALAR YECHISH

Tabiatdagi barcha suyuqlik harakati asosan turbulent holatda bo‘ladi. Suyuqlik oqimining laminar va turbulent harakatini birinchi marta rus olimi D. I. Mendeleev 1880 yilda aytib o‘tgan. Keyinchalik D. I. Mendeleevning fikrini ingliz fizigi O. Reynolds tajribada 1883 yili tasdiqladi. O. Reynolds birinchi bo‘lib shu harakat tartiblarining xossalarini tajribada tushuntirib berdi. Suyuqlikning harakat tartibini aniqlovchi shartning fizik xarakteristikalarini nazariy va tajribaviy usullar yordamida ishlab chiqdi.



2.1 –rasm.

O. Reynolds tajribalari. O. Reynolds suyuqlikning harakat tartibini tajribada o'rganish uchun maxsus qurilma ishlab chiqqan va bu qurilma O. Reynolds qurilmasi deb ataldi (2.1a- rasm). Qurilmada A idishga T quvur ulangan bo'lib, bu quvur shishadan*) yasalgan, uning oxirida J jo'mrak o'rnatilgan. A idishning ustida kichkina B idishcha joylashgan, bu idishdan M naychasi yordamida T quvurning kirish qismi orqali boyoq yuboriladi, boyoqning solishtirma og'irligi suvning solishtirma og'irligi bilan bir xil. T quvurning oxiridagi J jo'mrakni ochish va yopish bilan T quvurda oqimning harakat v tezligi va Q suyuqlik sarfi o'zgartiriladi. Endi tajriba o'tkazish usuliga o'tsak, u quyidagicha: shishadan yasalgan T quvurda harakat qilayotgan suyuqlik oqimiga M naycha orqali boyoq yuboraylik. Bu paytda boyoq T quvurda harakatlanayotgan suyuqlik oqimi ichida, shu suyuqlik bilan aralashmasdan oqim zarrachalarining harakatlanayotgan chizig'idek alohida harakatlansa (2.1b- rasm), bunday harakat laminar harakat deb ataladi. Boyoq shu suyuqlik bilan aralashib, oqim ichidagi boyoq chizig'i ko'rinmay ketsa, bunday harakat turbulent harakat deb ataladi (2.1v- rasm). Agar shisha quvurdagi J jo'mrakni asta ochsak, A idishdan suyuqlik oqib chiqa boshlaydi. T quvurda uning ko'ndalang kesimi boyicha qandaydir o'rtacha v tezlik paydo bo'ladi, bu paytda suv sarfiga va quvurning ko'ndalang kesimiga tegishli A idishda suv sathi o'zgarmas, ya'ni $N=\text{const}$ bo'lishi kerak.

Bundan ko'rinadiki, boyoq atrofdagi suyuqliklar bilan aralashmagan holda harakat qilyapti. Boshlanishda shunday xayolga kelamizki, shu boyoqdan hosil bo'lgan oqim chizig'i (elementar oqim naychasi) xuddi shu T quvurning ichida qotib qolgandek tuyuladi (2.1 b- rasm). Bunday harakat laminar harakat deb ataladi. Agar shu tartibda T quvurdagi suyuqlik ichida boyoqdan tag'in bir necha

elementar oqim naychalarini tashkil etsak, unda ular bo'lak-bo'lak elementar oqim naychasi shaklida atrofdagi suyuqlik massalari bilan aralashmasdan, alohida harakat qiladi. Shunday qilib T shisha quvurda hamma suyuqlik bo'lak-bo'lak va qavatma-qavat holda bir-biri bilan va atrofdagi boshqa suyuqliklar bilan aralashmasdan o'z holicha harakat qilaveradi, unda oqim chizig'i to'g'ri chizikli shaklda bo'lib, uzunligi boyicha o'zgarmaydi. Agar J jumrakni yana ozgina ochsak, unda v tezlik va Q suv sarfi ko'payadi. Boshlanishda sifat jihatidan bu hodisa hech o'zgarmaydi. Oldingidek bo'lgan oqim naychasi atrofdagi suyuqliklar bilan aralashmasdan o'z holicha harakat qilaveradi. Ammo shu jo'mrakni ochishda davom ettirib boraversak, birdan qandaydir bir elementar vaqt ichida boyalgan oqim naychasi qiyshaya boshlaydi, shunda oqim chizig'i ilon izi bo'lib qoladi. Elementar oqim naychasi esa tebrana boshlaydi. Bu hodisa faqat fazoda ixtiyoriy nuqtadagi vektor tezligining vaqt o'tishi bilan to'xtamasdan o'zgargani sababli roy berishi mumkin. Shu tezliklar beto'xtov o'zgarishlarining kuchayishi natijasida boyalgan elementar oqim naychasi atrofidagi suyuqlik massasi bilan aralasha boshlaydi va oqim chiziqlari juda ham kichik vaqt ichida o'z shaklini yo'qotib, butun T quvurdagi oqimning ko'ndalang kesimi boyicha mayda girdobchalar ko'rinishiga aylanib ketadilar va tartibli va tartibsiz ravishda harakatlana boshlaydilar (2.1 v-rasm). Bunday harakat turbulent harakat deb ataladi.

Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, suyuqlik oqimining harakati paytida yo'qotilgan napor harakat tartibining tezliklariga bog'liq ekan. Bunday tajribalar natijalarini chizmada ko'rsatish maqsadida quyidagi bog'lanish grafigini qarab chiqamiz (2.2 - rasm):

$$\lg h_f = f(\lg \vartheta) \quad (2.1)$$

2.2-rasmda ordinata o'qiga, $\lg h_f$ abstsissa o'qiga lgv miqdorlarini qoyib chiqsak, chizmada bir-biri bilan kesishuvchi ikkita to'g'ri chiziq hosil bo'ladi. Bunday to'g'ri chiziqlarning tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\lg h_f = \lg k + m \lg \vartheta \quad (2.2)$$

Bu yerda $m = tg\theta$; θ — ab va bs to'g'ri chiziqlarning abstsissa o'qi bilan tashkil etgan burchak. (2.2) tenglamadan

$$h_f = k\vartheta^m \quad (2.3)$$

bu yerda k — o'zanning o'lchamlarini va suyuqlikning harakat turlarini ifodalovchi koeffitsient; t — daraja ko'rsatkich, suyuqlik oqimining o'rtacha

tezligini yo'qotilgan napor (solishtirma energiya)ga ta'sirini ifodalaydi. $\lg h_f = f(\lg \vartheta)$ grafiklan (2.2-rasm) quyidagi xulosani olamiz:

3) ab to'g'ri chiziq suyuqlikning laminar harakatini ifodalaydi; ab to'g'ri chiziq abstsissa o'qi bilan $\theta_1 = 45^\circ$ burchakni tashkil etadi. U holda $m = \operatorname{tg} \theta_1 = \operatorname{tg} 45^\circ = 1,0$ ga teng; laminar harakatda o'zanning uzunligi boyicha h_1 yo'qotilgan napor oqim tezligining birinni darajali ko'rsatkichiga to'g'ri proporsional, ya'ni $h_1 = k_1 \vartheta^m$ bu yerda $t=1$

4) bc to'g'ri chizig'i suyuqlikning turbulent harakatini ifodalaydi; bc to'g'ri chizig'i absissa o'qi bilan $\theta_2 (\theta_2 > 45^\circ)$ burchakni tashkil etadi; (2.3) formulada $t \gg 1$; turbulent harakatda oqimning uzunligi boyina yo'qotilgan napor h_1 ϑ tezlikning t daraja ko'rsatkichiga to'g'ri proporsional, ya'ni $h_1 = k_2 \vartheta^m$ bu yerda $t = 1,75 \div 2,0$.

O.Reynolds soni va uning kritik miqdori. Yuqorida ko'rsatilganidek, suyuqlikning harakat tartibi undagi oqimning uzunligi boyicha yo'qotilgan napor (energiya)ga ta'sir etadi. Tajribalardan ma'lumki, suyuqlikning harakat tartiblari suyuqlikning μ qovushoqligiga, uning ρ zichligiga, oqimning ko'ndalang kesimi boyicha o'rtacha ϑ tezligiga va o'zanning geometrik o'lchamlari l ga bog'liq. Bu yerda l o'zanning geometrik o'lchamlari deb, o'zanning (yoki oqimning) biror xarakterli geometrik elementi, masalan, doiraviy quvur uchun — uning D diametri, ochiq o'zan uchun suyuqlik oqimining h chuqurligi yoki uning R gidravlik radiusi qabul qilingan. Oqimning harakat tartibini xarakterlovchi, o'lcham birligiga ega bo'lmagan, to'rtta μ, ρ, ϑ, l parametrdan tashkil etilgan kompleks son aniqlangan. Shu to'rtta parametrning bir-biriga bog'liqligidan shunday o'lcham birligiga ega bo'lmagan hamda suyuqlik harakati qonunidagi biror ma'noni tushuntiradigan bir kompleks son tuzish kerak. Bunday kompleks son quyidagicha yoziladi.

$$\frac{\vartheta l}{\mu / \rho} \quad (2.4)$$

bunda $\frac{\mu}{\rho} = \nu$ — kinematik qovushoqlik koeffitsienti, uni (2.14) tenglamaga qoysak, u holda kompleks son quyidagi kurinishda bo'ladi

$$\frac{\nu l}{\vartheta} \quad (2.5)$$

Yuqorida bajarilgai tajribalar va tajriba o'tkazilgan qurilma hamda (2.5) kompleks son O. Reynolds tomonidan ixtiro etilgan. Shuninguchun u son O. Reynolds soni deyiladi va O. Reynolds nomining birinchi ikki harfi bilan belgilanadi

$$\text{Re} = \frac{gl}{\nu} \quad (2.6)$$

bu yerda l o'rniga qanday miqdor olinganiga qarab Re belgiga tegishli indeks qoyiladi. Masalan, l o'rniga quvurda uning D diametri qabul etilsa

$$\text{Re}_D = \frac{gD}{\nu} \quad (2.7)$$

agar gidravlik radius $R = \frac{\omega}{\chi}$ qabul etilsa

$$\text{Re}_R = \frac{gR}{\nu} \quad (2.8)$$

ochiq o'zanlarda suvning h chuqurligi qabul etilsa

$$\text{Re}_h = \frac{gh}{\nu} \quad (2.9)$$

va hokazo.

Shuni eslatib o'tish kerakki, faqat quvurdagi suyuqlik oqimi harakatini gidravlik hisoblashda O. Reynolds sonining Re belgisida D indeksi qoyilmasdan yozilishi mumkin.

$$\text{Re} = \frac{gD}{\nu} \quad (2.10)$$

Quvurdan boshqa har xil o'zanlar uchun Re belgisida tegishli indekslar qoyiladi. Suyuqlikning harakatini doiraviy gidravlik silliq quvurlarda o'rganish natijasida o'rnatilgan O. Reynolds sonining qiymati $\text{Re} \leq 2320$ bo'lsa, u holda suyuqlik harakati mutlaqo laminar harakat bo'ladi. Ochiq o'zanlar uchun esa O. Reynolds soni $\text{Re} \leq 580$ bo'lganda suyuqlik oqimining harakati laminar bo'ladi. Buni isbotlash uchun quvurning D diametrini uning R gidravlik radiusi bilan almashtirsak kifoY. masalan,

$$\text{Re}_D = \frac{gD}{\nu} = \frac{g(4R)}{\nu} = 4 \frac{gR}{\nu} = 4 \text{Re}_R$$

$$\text{Re}_D = 4 \text{Re}_R = 2320 \quad \text{unda} \quad \text{Re}_R = \frac{1}{4} \text{Re}_D = \frac{2320}{4} = 580 \quad \text{Bu} \quad \text{Re}_D=2320 \quad \text{soni}$$

O.Reynoldsning kritik soni deb ataladi va $(\text{Re}_D)_{kp}$ shartli belgi bilan belgilanadi

$$(\text{Re}_D)_{kr} = \frac{g_{kr} D}{\nu} \quad (2.11)$$

Shu kritik holga tegishli oqimning o'rtana tezligi kritik tezlik deb ataladi

$$v_{kr} = \frac{(Re_D)_{kr} \cdot v}{D} \quad (2.12)$$

Yangi tushuncha kiritamiz:

1. agar $Re_D < (Re_D)_{kr} = 2320$ bo'lsa, harakat laminar bo'lishi shart;
2. agar $Re_D > (Re_D)_{kr} = 2320$ bo'lsa, harakat turbulent bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan gidrodinamikaning asosiy tenglamalari, chunonchi uzluksizlik tenglamasi, D.Bernulli tenglamasi, tekis ilgarilanma harakatning asosiy tenglamasi suyuqlik oqimining laminar va turbulent harakatlari uchun barobar qo'llanilaveradi. Ammo, D.Bernulli tenglamasidagi h_f to'liq yo'qotilgan napor esa, laminar harakat uchun boshqa, turbulent harakat uchun boshqa formulalar orqali aniqlanadi, chunki har xil harakat tartibi uchun oqimning o'rtacha tezliklarining daraja ko'rsatkichlari har xil bo'ladi. Masalan, yuqorida tushuntirilganidek, laminar harakat uchun t daraja ko'rsatkichi faqat 1,0 ga teng, ya'ni $t = 1$ (2.2-rasm, ab chiziq); turbulent harakat uchun shu daraja ko'rsatkich $t = 1,75 \div 2,0$ (2.2-rasm, bc chiziq). Amaliy gidravlikada O.Reynolds sonining shu 2320 kritik qiymati asos deb qabul qilingan.

2.1 Masala: Deametri $d = 100$ mm bo'lgan quvir orqali, yog' haydalmoqda. Yog' sarfi $q = 10$ l/s bo'lsa, oqim rejimini aniqlang? Yog'ning kinematik qovushoqligi $\nu = 0,726$ sm²/s.

Yechish: Oqim tezligini quydagi munosabat orqali aniqlaymiz:

$$0 \quad 10000 \quad \text{sm/s.}$$

Reynolds sonini aniqlaymiz (2.7) munosabat orqali aniqlaymiz.

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{127 \cdot 10}{0,726} = 1750.$$

1750 < 2320 bo'lganligi uchun oqim tartibi laminar ekan.

2.2 Masala: Temperaturasi 20°C bo'lgan, ИС-30 markali industrial yog' diametric d=22 mm bo'lgan quvir orqali nasosdan gidrosilindirga haydalmoqda. Nasosning sarfi 105 l /min. Oqim tezligini va harakat rejimini aniqlang?

Yechish: Quvir orqali yog'ning harakat tezligini quydagi munosabat orqali aniqlaymiz.

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 105 \cdot 10^3}{3.14 \cdot 2,2^2 \cdot 60} = 461 \frac{sm}{s}.$$

t= 20°C da yog'ning kinematic qovushoqligi $\nu = 150 \text{ mm}^2/\text{s} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

Reynolds soni

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{461 \cdot 2,2}{1,5} = 676 < 2300.$$

demak harakat rejimi laminar ekan.

Masalalar: 3.8-3.18 [A .9]; 4 bob 4.1-4.12 [A .10]

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar "Gidravlika va gidravlik mashinalar" fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

AMALIY MASHG'ULOT 3

BERNULLI TENGLAMASI, PUAZEYL VA DARSI-VEYSBAX FORMULALARI. GIDRAVLIK ZARBAGA OID MASALALAR YECHISH.

Ideal suyuqlikning oqim tezligi va bosimi orasidagi bog'lanishni aniqlaylik. Buning uchun ideal suyuqlik barqaror oqimi ichida ko'ndalang kesimi yetarlicha kichik bo'lgan oqim nayini xayolan ajrataylik (3.1- rasm). Oqim nayining S_1 kesimidagi suyuqlik tezligi va bosimini mos ravishda \mathcal{G}_1 va r_1 bilan, S_2 kesimidagilarni esa v_2 va r_2 harflari bilan belgilaylik.

S_1 va S_2 kesimlar markazlarining biror gorizontol satxdan balandliklari mos ravishda h_1 va h_2 bo'lsin. S_1 va S_2 kesimlar bilan chegaralangan oqim nayi ichidagi suyuqlik massasining Δt vaqt davomidagi to'liq energiyasining o'zgarishini aniqlaylik. Shu vaqt davomida suyuqlikning tekshirilayotgan massasi oqim nayi bo'ylab o'ng tomonga siljib qoladi va Δt vaqtning oxirida S_1' va S_2' kesimlar bilan chegaralangan hajmni egallaydi. 3.1-rasmdan ko'rinishicha, tekshirilayotgan suyuqlik massasining S_1' va S_2' kesimlar orasidagi qismi energiya o'zgarishiga hech qanday hissa qo'shmayotganligi uchun Δt vaqt davomidagi o'zgarishni quyidagicha tasavvur qilish mumkin: S_1 va S_1' kesimlar orasidagi m massali suyuqlik

$$W_1 = \frac{m\mathcal{G}_1^2}{2} + mgh_1$$

to'liq energiyaga ega bo'lgan vaziyatdan S_2 va S_2' kesimlar orasidagi hajmni egallagan

$$W_2 = \frac{m\mathcal{G}_2^2}{2} + mgh_2$$

to'liq energiyali vaziyatga o'tib qolgandek bo'ladi. Natijada tekshirilayotgan suyuqlik massasining S_1 va S_2 kesimlar bilan chegaralangan vaziyatdan S_1' va S_2' kesimlar bilan chegaralangan vaziyatga ko'chishi tufayli uning to'liq energiyasi

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \left(\frac{m\mathcal{G}_2^2}{2} + mgh_2 \right) - \left(\frac{m\mathcal{G}_1^2}{2} + mgh_1 \right) \quad (3.1)$$

miqdorga o'zgaradi. Energiyaning bu o'zgarishi, mexanik energiyaning saqlanish qonuniga asosan, tashqi kuchlarning bajargan ishiga teng bo'lishi lozim. Mazkur holda ish bajaradigan tashqi kuchlar — oqim nayining tekshirilayotgan qismiga suyuqlik tomonidan ta'sir etuvchi bosim kuchlaridir. Oqim nayining yon devorlariga ta'sir etuvchi bosim kuchlari suyuqlik zarralarining harakati yo'nalishiga perpendikulyar bo'lganligi uchun ular hech qanday ish bajarmaydi. Shuning uchun S_1 va S_2 kesimlar orqali ta'sir etuvchi $F_1=p_1S_1$ va $F_2=p_2S_2$ kuchlarga ish bajaradi. Δt vaqt davomida S_1 kesimdagi suyuqlik zarralari $\Delta l_1 = \vartheta_1 \Delta t$ masofaga siljiganligi tufayli F_1 kuch bajargan ishning qiymati

$$\Delta A_1 = F_1 \Delta l_1 = p_1 S_1 \vartheta_1 \Delta t$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bu ish musbat, chunki bosim kuchi suyuqlik zarralarining ko'chish yo'nalishida ta'sir etadi. G_2 kuch va suyuqlik zarralarining ko'chish yo'nalishlari teskari bo'lganligi tufayli u bajargan ish manfiy, ya'ni

$$\Delta A_2 = -F_2 \Delta l_2 = -p_2 S_2 \vartheta_2 \Delta t$$

Natijada tashqi kuchlarning to'liq ishi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta A = \Delta A_1 + \Delta A_2 = p_1 S_1 \vartheta_1 \Delta t - p_2 S_2 \vartheta_2 \Delta t \quad (3.2)$$

6.1-rasmdan ko'rinishicha, $S_1 \vartheta_1 \Delta t$ — oqim nayiga Δt vaqt davomida S_1 kesim orqali kirayotgan suyuqlik hajmi, $S_2 \vartheta_2 \Delta t$ esa S_2 kesimdan chiqayotgan suyuqlikning hajmi. Ikkinchi tomondan, uzilmaslik tenglamasiga asosan, $S_1 \vartheta_1 = S_2 \vartheta_2$. Shuning uchun

$$S_1 \vartheta_1 \Delta t = S_2 \vartheta_2 \Delta t = \Delta V$$

Natijada (3.2) ni quyidagicha yoza olamiz:

$$\Delta A = p_1 \Delta V - p_2 \Delta V \quad (3.3)$$

Yukorida qayd qilganimizdek, ideal suyuqlikning statsionar oqimida $\Delta W = \Delta A$ shart bajarilishi lozim. Binobarin, (3.1) va (3.3) ifodalarni birlashtirib quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$\frac{m \vartheta_1^2}{2} + mgh_1 + p_1 \Delta V = \frac{m \vartheta_2^2}{2} + mgh_2 + p_2 \Delta V$$

Bu tenglikning ikkala tomonini ΔV ga bo'lib yuborsak va $\frac{m}{\Delta V} = \rho$ suyuqlik zichligi ekanligini hisobga olsak

$$\frac{\rho g_1^2}{2} + \rho g h_1 + p_1 = \frac{\rho g_2^2}{2} + \rho g h_2 + p_2 \quad (3.4)$$

munosabat vujudga keladi.

S_1 va S_2 kesimlarni ixtiyoriy ravishda tanlagan edik. Shuning uchun (3.4) munosabat oqim nayining ixtiyoriy kesimlariga ham taaalluqlidir.

Demak, statsionar oqayotgan ideal suyuqlikning ixtiyoriy oqim chizig'i boylab

$$\frac{\rho g^2}{2} + \rho g h + p = const \quad (3.5)$$

shart bajariladi. (3.5) ifodani Bernulli tenglamasi deb ataladi. Daniil Bernulli (3.5) tenglamani 1738 yilda hosil qilgan.

Bernulli tenglamasidagi qo'shiluvchi hadlarning fizik ma'nosi bilan tanishaylik:

1. r - harakatlanuvchi suyuqlik ichidagi bosimni anglatadi. Uni statik bosim deb ataladi. (3.5) ga asosan statik bosim

$$p = const - \frac{\rho g^2}{2} - \rho g h \quad (3.6)$$

munosabat bilan aniqlanadi. Agar mazkur ifodada $g = 0$, $h = 0$ deb olsak, $r=p_0=const$ bo'ladi. Bundan Bernulli tenglamasidagi konstantaning ma'nosi kelib chiqadi: u tinch turgan suyuqlikning sanoq boshi tarzida qabul qilingan sathidagi (nolinchi sathdagi) bosimidir. U holda (3.6) ga asosan, oqim tezligi ortsa yoki oqim nayini nolinchi sathga nisbatan balandroq ko'tarilsa, statik bosimning qiymati ortadi, degan xulosaga kelimiz.

2. $\frac{\rho g^2}{2}$ — dinamik bosim. U suyuqlik ichidagi bosim suyuqlikning harakatlanishi tufayli qandaydir miqdorga kamayishini xarakterlaydi.

3. $\rho g h$ — gidravlik bosim. U oqim nayi h balandlikka ko'tarilgan taqdirda statik bosimning qanchaga kamayishini ifodalaydi.

Bularni hisobga olib Bernulli tenglamasining mohiyatini quyidagicha ta'riflash mumkin: ideal suyuqlikning statsionar oqishidagi to'liq bosim — dinamik, gidravlik va statik bosimlarning yig'indisidan iborat bo'lib, uning qiymati oqim nayining barcha kesimlari uchun birday bo'ladi.

Bosinning SI'dagi o'lchov birligi sifatida 1 m² yuzga perpendikulyar ravishda ta'sir etayotgan 1N kuchning bosimi qabul qilinib, unga paskal (Pa) deb nom berilgan:

$$[p] = \frac{[F]}{[S]} = \frac{N}{m^2} = Pa \quad (3.7)$$

Real suyuqliklar oqimi uchun bernulli tenglamasi. Bernullining ideal suyuqlik oqimchasi uchun chiqarilgan tenglamasini trubadagi real suyuqlik oqimiga tatbiq etish mumkin bo'lishi uchun unga qanday o'zgarishlar kiritish lozimligini qaraylik.

Birinchi o'zgartirish shundan iboratki, ideal suyuqlik kichkina oqimchasi uchun Bernulli tenglamasini chiqarishda kichkina oqimcha ko'ndalang kesimining hamma nuqtalarida tezlik V bir xil deb qabul qilingan edi.

Aslida real suyuqlik oqimida tezlik oqim ko'ndalang kesimining turli nuqtalarida turlicha bo'ladi va hisobga o'rtacha tezlik kiritiladi ($g_{o'rt}$). Oqim solishtirma energiyasining o'rtacha tezlik boyicha hisoblab topilgan qiymati uning haqiqiy qiymatidan bir qadar kichik bo'ladi. Shuni e'tiborga olib, ideal suyuqlik oqimi uchun yozilgan Bernulli (3.4') tenglamasiga Koriolis koeffitsienti deb ataluvchi tuzatish koeffitsienti $\alpha > 1$ kiritiladi.

Kiritiladigan ikkinchi o'zgartirish shundan iboratki, u real suyuqlik harakatlanayotganda energiyaning bir qismi suyuqlik harakatiga ko'rsatiladigan turli qarshiliklarni yonishga sarflanishi bilan bog'liq. Shuning uchun Bernulli tenglamasi (3.4)ga bosim isroflarini hisobga oluvchi tuzatish hadi h_{by} -kiritiladi. Yuqorida zikr qilingan tuzatishlarni hisobga olgan holda real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasini quyidagicha yozish mumkin: buning uchun avval (3.4) ni ikkala tomonini ρg ga bo'lib yuborib quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\frac{g_1^2}{2g} + h_1 + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{g_2^2}{2g} + h_2 + \frac{p_2}{\rho g} \quad (3.4')$$

$$\frac{\alpha_1 g_1^2}{2g} + h_1 + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{\alpha_2 g_2^2}{2g} + h_2 + \frac{p_2}{\rho g} + h_{by} \quad (3.5)$$

(3.5)da $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ tajriba yo'li bilan aniqlanadigan tuzatish koeffitsienti. Doiraviy kesimli trubada suyuqlikning laminar oqim rejimi uchun $\alpha = 2$; turbulent oqim rejimi uchun esa $\alpha = 1,04 \div 1,13$; h_{by} -bosimni to'la isrofi. Bu kattalik chizig'iy isroflar h -bilan mahalliy qarshiliklarni yengishga ketgan isroflar h_{μ} -dan tarkib topadi.

$$h_{by} = h_{\tau} + h_{\mu} \quad (3.6)$$

$$J_r = \frac{h_{by}}{l} \quad (3.7)$$

Nisbat gidravlik qiyalik bo'lib bosim chizig'ining uzunlik birligiga to'g'ri kelgan pasayishini xarakterlaydi. (3.5)dan h_{by} -ni qiymatini (3.7) ga qoysak

$$J_r = \frac{h_{by}}{l} = \frac{\left(\frac{\alpha_1 \varrho_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + h_1\right) - \left(\frac{\alpha_2 \varrho_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + h_2\right)}{l} \quad (3.8)$$

Agar bosim chizig'i egri chiziq bo'lsa, u holda gidravlik qiyalik differentsial ko'rinishda quyidagicha yoziladi.

$$J_r = \frac{dh_{by}}{dl} \quad (3.9)$$

P'ezometrik qiyalik deb, p'ezometrik chiziqning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan pasayishiga aytiladi. O'rtacha p'ezometrik qiyalik quyidagicha aniqlanadi:

$$J_r = \frac{\left(\frac{P_1}{\rho g} + h_1\right) - \left(\frac{P_2}{\rho g} + h_2\right)}{l} \quad (3.10)$$

3. Laminar harakatda silindrik trubadagi suyuqlik sarfi quyidagi munosabat [orqali aniqlanadi.

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{128\mu l} \pi d^4 \quad (3.11)$$

(3.11) dan μ -ni aniqlasak va $P_1 - P_2 = \rho g h_{b,y}$ ga tengligini e'tiborga olsak

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{128Q \cdot l} \pi d^4 = \frac{\rho g h_{b,y}}{128Ql} \pi d^4 = C \frac{h_{b,y}}{Q} \quad (3.12)$$

Bu yerda $C = \frac{\rho g \pi d^4}{128l}$ berilgan truba uchun o'zgarmas kattalikdir. (3.12)

formulani birinchi marotaba Meditsina fanlari doktori fransuz olimi Puazeyl tomonidan 1840 yilda aniqlangan bo'lib Puazeyl formulasi deb yuritiladi.

Uzunligi l va diametri d bo'lgan truba bosimni yo'qotilishi $h_{b,y}$ quyidagi munosabat orqali aniqlanadi.

$$h_{b,y} = \frac{64 l g^2}{Re d 2g} \quad (3.13)$$

(3.13) ifodadagi $\frac{64}{Re} = \lambda$ bilan belgilab olamiz.

U holda (3.13) ni quyidagicha yozamiz.

$$h_{b,y} = \lambda \frac{l g^2}{d 2g} \quad (3.14)$$

(3.14) formulaga Darsi-Veysbax formulasi deyiladi. Bu formulani nemis olimi Y. Veysbax 1845 yilda fransuz injeneri A. Darsi 1857 yilda keltirib chiqargan. λ - ga gidravlik ishqalanish koeffitsiyenti yoki Darsi koeffitsiyenti deyiladi.

(3.14) formula universal formula bo'lib uni yordamida laminar va turbulent oqimlarda truba yozunligi bo'ylab oqim isrofini (bosim yo'qotilishini) aniqlash mumkin.

4. Trubalarda gidravlik zarba hodisasi deformatsiyalanuvchi trubalardan kam siqiluvchi suyuqlikning tezligi yoki bosimi keskin o'zgarganida hosil bo'ladigan tebranma harakatdan iboratdir. Bu hodisa tez sodir bo'lib, bosimning keskin ortishi va kamayishi bilan xarakterlanadi.

Gidravlik zarba yuzaga kelgan joyda suyuqlik butunlay to'xtagandagi bosim o'zgarishi $\Delta\rho$ ning kattaligi rus olimi N.YE. Jukovskiy chiqargan formula bo'yicha aniqlanadi.

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot c \quad (3.15)$$

Bu yerda ρ - suyuqlikning zichligi $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$;

g - suyuqlikning zadvijka o'rnatilgunga qadar bo'lgan tezligi $\left(\frac{m}{s}\right)$

c - zarbiy to'lqinning tarqalish tezligi $\left(\frac{m}{s}\right)$

$$C = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho R}{\delta \cdot E}}} \quad (3.16)$$

Bu yerda K - suyuqlikning elastiklik moduli $\left(\frac{H}{m^2}\right)$;

R - truba radiusi (m);

δ - truba qalinligi (m);

E - trubaning elastiklik moduli $\left(\frac{H}{m^2}\right)$;

Suv uchun $c = 1435m/s$

Benzen uchun $c = 1116m/s$

Yog'lar uchun $c = 1400m/s$.

3.1 Masala: Uzunligi $L= 100$ metr va deametri $d= 100$ mm bo'lgan quvir orqali, yog' haydalmogda. Yog' sarfi $q= 10$ l/s bo'lsa, oqim rejimini va quviqda bosim yo'qotilishini aniqlang? Yog'ning kinimatik qovushoqligi $\nu=0,726$ sm²/s.

Yechish: Oqim tezligini quydagi munosabat orqali aniqlaymiz:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{10000}{0,785 \cdot 10^2} = 127 \text{ sm/s.}$$

Reynolds sonini aniqlaymiz (2.7) munosabat orqali aniqlaymiz.

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{127 \cdot 10}{0,726} = 1750.$$

1750 < 2320 bo'lganligi uchun oqim tartibi laminar ekan.

Agar $\lambda= 64/Re$ bo'lsa, bosim yo'qotilishini (3.14) munosabat orqali quydagicha aniqlaymiz.

$$h_{b,y} = \lambda \frac{l}{d} \frac{g^2}{2g} = \frac{64\nu}{vd} \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} = \frac{32\nu lv}{d^2 g} = \frac{32 \cdot 0,726 \cdot 10000 \cdot 127}{10^2 \cdot 981} = 300 \text{ sm} = 3 \text{ m.}$$

Asosiy darsliklar va o‘quv qo‘llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O‘qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O‘zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O‘qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

AMALIY MASHG‘ULOT 4

GIDRAVLIKA MASHINALARI. NASOSLAR. GIDROELEVATOR. GIDRAVLIK UZATMALAR DOIR MASALALAR YECHISH.

1. Nasos vaqt birligida soʻrgan suyuqlik hajmi Q uning soʻrishi yoki sarfi deb ataladi. Soʻrish m^3/s , l/s va boshqa birliklarda oʻlchanadi.

Markazdan qochma nasoslarning sarfi quyidagi formula boyicha hisoblanadi:

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

yoki

$$Q = w_2(\pi d_2 - \delta z)b_2 \sin \beta_2 \quad (4.1)$$

bu yerda w_1 va w_2 — ish gʻildiragiga kirish va chiqishdagi nisbiy tezliklar(4.2-rasm);

d_1, d_2 — ish gʻildiragining ichki va tashqi diametrlari;

δ — nasos kuraklarining qalinligi; z — kuraklar soni;

b_1, b_2 -kuraklarning kirish va chiqishdagi eni; β_1, β_2 — kuraklarning kirish va chiqishdagi egrilik burchaklari (4.3-rasm)

Sodda amaliy porshenli nasosning sarfi ushbuga teng:

$$Q = FL \frac{n}{60} \quad (4.2)$$

bu yerda G' — porshen koʻndalang kesimining yuzi; L — porshenning yurishi (bir borib kelishda bir tomonga yurgan yoʻlining uzunligi);

n - porshenning bir minutda borib kelish soniya (yoki krivoship shatunli mexanizmning aylanish soni) (4.4-rasm) Koʻp amaliy porshenli nasosning sarfi

$$Q = FL \frac{n}{60} i$$

bu yerda i — nasos silindrlarining soni.

Ikki amaliy bir porshenli nasosning sarfi

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

bu yerda f — shtok koʻndalang kesimining yuzi.

Boshqa turdagi nasoslarning sarfi to'g'risida tegishli nasos ustida to'xtalganda gapiriladi,

2. Nasosdan o'gayotgan suyuqlikning birlik og'irlikdagi miqdoriga berilgan energiya (boshqacha aytganda nasosdan o'tayotgan suyuqlik oqimi olgan solishtirma energiyasiga) nasosning bosimi deb ataladi va suyuqlik ustunining metrleri hisobida o'lchanadi.

Bosim ikki xil usulda aniqlanadi:

1. Nasos qurilmasining o'lchov asboblari ko'rsatuvi boyicha (nasos ishlab turganda);

2. Suyuqlikka nasos qurilmasi kismlarida berilgan solishtirma energiyalar yig'indisi boyicha.

Birinchi usulda bosim quyidagicha hisoblanadi. Avval nasosga kirishdagi energiya hisoblanadi:

$$e_1 = H_s + H_0 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2q}$$

bu yerda H_s , p_1 , g_1 — so'rish balandligi, bosimi va tezligi.

So'ngra nasosdan chiqishdagi energiyani hisoblanadi.

$$e_2 = H_s + H_0 + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g}$$

bu yerda H_0 — kirishdagi vakuumetr bilan chiqishdagi manometrlar o'rnatilgan sathlar farqi; p_x , g_x — haydash bosimi va tezligi.

Oxirida chiqish va kirishdagi solishtirma energiyalar farqini hisoblab, nasosdan o'tayotganda suyuqlik olgan energiya topiladi. Bu farq nasosning bosimiga teng buladi:

$$H = e_2 - e_1 = \left(H_s + H_0 + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g} \right) - \left(H_s + H_0 + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{g_s^2}{2g} \right) = H_0 + \frac{p_x - p_s}{\gamma} + \frac{g_x^2 - g_s^2}{2g}. \quad (4.5)$$

So'rish bosimini vakuumetr ko'rsatkichi boyicha topish mumkin:

$$p_s = p_a - p_{vak}$$

Haydash bosimini esa manometr ko'rsatuvidan aniqladi:

$$p_x = p_a + p_M$$

Bu munosabatlardan foydalanib va vakuummetrik hamda manometrik bosimlarni tegishli bosim miqdorlari orqali ifodalab

$$H_{vak} = \frac{p_{vak}}{\gamma}; \quad H_M = \frac{p_M}{\gamma}$$

nasosning bosimi uchun quyidagi munosabatni olamiz:

$$H = H_M H_{vak} + H_0 + \frac{g_x^2 - g_s^2}{2g}$$

Ko'pincha, tezlik bosimlarining ayirmasi kichik miqdor bo'lgani uchun ularni hisoblashlarda nazarga olinmaydi.

Ikkinchi usul bilan bosimni hisoblash uchun avval ta'minlovchi idishdagi suyuqlik sathidagi kesim (1-1) va nasosga kirishdagi kesim (2-2) uchun Bernulli tenglamasi yoziladi:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_s}{\gamma} + \frac{g_s^2}{2g} + h_s$$

So'ngra nasosdan chiqishdagi kesim (3-3) va suyuqlikning eng yukori ko'tarilgan sathidagi kesim (4-4) uchun Bernulli tenglamasi yoziladi:

$$z_3 + \frac{p_x}{\gamma} + \frac{g_x^2}{2g} = z_4 + \frac{p_4}{\gamma} + \frac{g_4^2}{2g} + h_x$$

bu tengliklarda: z_1, z_2, z_3, z_4 — tegishli kesimlarning geometrik balandligi; h_s, h_x - so'rish va haydash trubalaridagi gidravlik qarshiliklar. Eng yuqori kesim (4-4) qabul qiluvchi idishdagi suyuqlik sathida desak, idishlarning kesimi trubalar kesimiga qaraganda katta bo'lgani uchun g_1 va g_4 larni g_s va g_x larga nisbatan kichik miqdor deb tashlab yuboramiz. Oxirgi ikki tenglamaga $z_2 - z_1 = H_1$, $z_4 - z_3 = H_2$ belgilashlarni kiritib, ulardan so'rish va haydash bosimlarini topamiz:

$$\frac{p_s}{\gamma} = \frac{p_1}{\gamma} - H_1 - \frac{g_s^2}{2g} - h_s$$

$$\frac{p_x}{\gamma} = \frac{p_4}{\gamma} + H_2 - \frac{g_x^2}{2g} + h_x$$

Olingan miqdorlarni (4.5) tenglamaga qoyib, ushbu tenglikni olamiz:

$$H = \frac{P_4 - P_1}{\gamma} + H_0 + H_2 + H_1 + h_s + h_x$$

Nasos qurilmasidan (4.3-rasm) dan ko'rinadiki $H_0 + H_2 = H_x$, $H_1 = H_s$
Bunga asosan

$$H_0 + H_2 + H_1 = H_x + H_s = H_{sm}$$

Ta'minlovchi va qabul qiluvchi idishlarda bosim, odatda, atmosfera bosimiga teng bo'ladi: ($r_1 = r_a$; $r_4 = r_a$). Shunga asosan bosim uchun yozilgan oxirgi tenglama quyidagi ko'rinishga keladi

$$H = H_{sm} + h_c + h_x \quad (4.7)$$

ochiq idishlarda nasosning bosimi suyuqlikni ko'tarish hamda so'rish va haydash trubalaridagi qarshilikni yengishga sarflanadi.

Bu yo'qotishlar uch xil turga bo'linadi: gidravlik, mexanik va hajmiy.

1. Gidravlik yo'qotishlar - nasosdagi gidravlik qarshiliklar (gidravlik ishqalanish, nasosga kirish va chiqishda, uyurmalar hosil bo'lishida va h.) ni yengishga sarflanadigan energiyadir. Bu yo'qotishlarni gidravlik FIK hisobga oladi;

$$\eta_r = \frac{H}{H + \Sigma h_{\omega nas}}$$

Bunda $\Sigma h_{\omega nac}$ — nasosdagi yo'qotishlar yig'indisi. Gidravlik FIK nasos ish g'ildiragi va kurakchalari, umuman nasosning tayyorlanish sifatiga bog'liq.

2. Mexanik yo'qotishlar - nasosning podshipnik va moydonlaridagi ishqalanishga, krivoship - shatunli mexanizmlarga sarflangan quvvat yo'qotishlari bo'lib, uni mexanik FIK hisobga oladi:

$$\eta_M = \frac{N_I}{N_B}$$

bu yerda N_I — nasosning indikator quvvati bo'lib, nasos validagi quvvat va mexanik yo'qotishlarga sarflangan quvvatlarning ayirmasiga teng.

Mexanik FIK podshipnik, moydon va ishqalanish roy beradigan boshqa qismlarning tayyorlanish sifatini va moslanganligini xarakterlaydi.

3. Hajmiy yo'qotishlar - suyuqlikning nasosdagi zichlagichlar, klapanlar orqali sirqib ketishi va nasos ish kameralarini etarli to'ldirmasligi natijasida royobga keladi.

Hajmiy FIK η_v - quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta_v = \frac{Q}{Q + \Delta Q}$$

bunda ΔQ — nasosdagi suyuqlikning hajmiy yo'qotishlari.

Hajmiy FIK nasosning germetiklik darajasini va ishlash sharoitini xarakterlaydi.

To'liq FIK yuqoridagi uch FIK larning ko'paytmasiga teng:

$$\eta = \eta_r \eta_v \cdot \eta_M \quad (4.8)$$

Porshenli nasoslarda $\eta = 0,7 \div 0,9$ markazdan qochma nasoslarda esa $\eta = 0,6 - 0,8$.

Nasos dvigateliga kerakli quvvat N_{dv} ushbu formula bilan aniqlanadi

$$N_{dv} = \frac{N_B}{\eta_{uzat}} a$$

bu yerda η_{uzat} — uzatish FIK; a — dvigatelning tasodifiy o'ta zo'riqishiga qarshi zapas koeffitsientidir, u dvigatel quvvatiga qarab $1,1 \div 1,5$ chegarasida bo'ladi.

Gidrouzatmalarni hisoblash printsiplari. Kurakli gidrouzatmalarning, xususan, gidromufta va gidrotransformatorlarning vazifasi harakat momentini uzatishdan iborat bo'lgani uchun ularda asosiy parametrlar bo'lib momentlar va aylanish sonlari xizmat qiladi.

Yetaklanuvchi val momenti M_2 ning yetakchi val momenti M_1 ga nisbati transformatsiya koeffitsienti deb ataladi.

$$K = \frac{M_2}{M_1} \quad (4.9)$$

Gidromuftalarda transformatsiya koeffitsienti 1 ga teng bo'ladi. Aylanishlar sonlarining nisbati uzatishlar soni deb ataladi:

$$i = \frac{n_2}{n_1} \quad (4.10)$$

To'g'ri uzatuvchi transformatorlar uchun $i < 5$; gidroyuritmaning to'liq FIK quyidagicha hisoblanadi:

$$\eta = \eta_{teks} \cdot \eta_{gidr} \cdot \eta_{Motor} \cdot \eta_{Mnas} \quad (4.11)$$

To'g'ri uzatuvchi gidrotransformatorning FIK $\eta = 0,9$, teskari uzatuvchiliki esa $\eta = 0,65$ ga yetadi.

Gidromuftalarning FIK yuqoriroq bo'lib, $\eta = 0,98$ ga yetadi. Momentlar nisbatida mexanik yo'qotishdan boshqa barcha yo'qotishlar hisobga olingani uchun

$$\eta_r = \frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{n_2}{n_1} = K_i \quad (4.11^1)$$

Gidrodinamik uzatmalarda energiya uzatishni uning bir qismini suyuqlikning oqib ketishi bilan bog'liq bo'lgan gidravlik karshiliklarni yengishga sarflamasdan amalga oshirib bo'lmaydi, masalan gidromuftada yetakchi va yetaklanuvchi vallarning aylanish sonlari teng bo'lmaydi.

Gidromuftalarda transformatsiya koeffitsienti birga teng ($K=1$) bo'lgani sababli (4.11¹) dan quyidagini olamiz:

$$\eta_r = i \quad (4.12)$$

Yetakchi va yetaklanuvchi vallar aylanish sonlari ayirmasining yetakchi val aylanish soniga nisbati gidromuftaning sirpanishi deyiladi va S bilan belgilanadi:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - \frac{n_2}{n_1} = 1 - i = 1 - \eta_r \quad (4.12)$$

Gidroyuritmaning nasos g'ildirigidan chiqishdagi harakat miqdori momentini topamiz:

$$M_{2K} = \frac{\gamma Q}{g} \cdot u_2 s_{u_2}$$

kuraklar oralig'iga kirishda esa

$$M_{1K} = \frac{\gamma Q}{g} \cdot u_1 s_{u_1}$$

Bundan tashqi kuchlarning burovchi momentini topamiz:

$$M_K = M_{2K} - M_{1K} = \frac{\gamma Q}{g} (u_2 s_{u_2} - u_1 s_{u_1}) \quad (4.13)$$

Shuningdek, turbina uchun burovchi moment quyidagicha aniqlanadi:

$$M_T = M_{1T} - M_{2T} = \frac{\gamma Q}{g} (u_1 s_{u_1} - u_2 s_{u_2}) \quad (4.14)$$

bu yerda Q — nasos va turbina g'ildiraklaridan o'tuvchi suyuqlik sarfi; u_2 va u_1 — turbina va nasos g'ildiraklarining tashqi va ichki radiuslari; $s_{u_2} = s_2 \cos \alpha_2$ va $s_{u_1} = s_1 \cos \alpha_1$ — absolyut tezliklarning aylanma tezlik yo'nalishidagi proektsiyalari.

Agar suyuqlikning nasos g'ildirigidan olgan energiya miqdori (bu yerda H_t — nasos hosil qilgan nazariy bosim) ga teng bo'lsa, u turbina g'ildirigiga ham shuncha energiya beradi. Bu esa vaqt birligida bajarilgan ishga teng

$$A = M \omega$$

bu yerda ω — etakchi val aylanishining burchak tezligi.

Bundan ko'rinadiki,

$$\gamma Q H_T = M \omega$$

ekanligini nazarga olsak, (4.11) va (4.12) lardan bosim uchun tenglamalar olamiz:

$$H_{TK} = \frac{u_2 S_2 \cos \alpha_2 - u_1 S_1 \cdot \cos \alpha_1}{g} \quad (4.13)$$

va

$$H_{T.turb.} = \frac{u_1 S_1 \cos \alpha_1 - u_2 S_2 \cdot \cos \alpha_2}{g} \quad (4.14)$$

Tekis radial kurakli nasoslar uchun nazariy bosim quyidagicha ifodalanadi:

$$H_{TK} = \frac{u_2^2 - u_1^2}{g} \quad (4.15)$$

Yo'naltiruvchi apparati harakatchan gidrotransformatorlar universal gidroyuritgich bo'ladi. Agar yo'naltiruvchi apparat to'xtab tursa, u gidrotransformator vazifasini bajaradi. Agar yo'naltiruvchi apparat aylansa, bunday gidroyuritma gidromufta vazifasini bajaradi.

Ish suyuqligi markazdan qochma nasos g'ildiragidan energiya olib, turbina kuraklari orasidagi kanaldan o'tayotganda bu energiyani turbina g'ildiragiga beradi.

Gidromuftaning FIK nasos hamda turbina g'ildiragining bosimi va sarfi orqali taxminan aniqlanishi mumkin.

Nasos g'ildiragidagi sarf va bosim Q_1 va H_1 bo'lsin. U holda:

$$\eta_{ichki} = \frac{Q_2 \cdot H_2}{Q_1 \cdot H_1} \cong \eta_{ayl} \cdot \eta_r$$

bunda $Q_2 = Q_1 - \Delta Q$, $H_2 = H_1 - \Delta H$ ekanligi nazarda tutilgan bo'lib, ΔQ — nasos g'ildiragidan turbina g'ildiragiga o'tishidagi sarf yo'kotilishi; ΔH — bir g'ildirakdan ikkinchisiga o'tishidagi bosimning yo'qotilishi.

Gidromuftaning to'liq FIK i quyidagiga teng:

$$\eta = \eta_{ichki} \cdot \eta_{mex}$$

bu yerda η_{mex} — mexanik FIK.

Gidrotransformatorning to'liq FIK turbina g'ildiragi vali (etakchi val) dagi quvvat N_T ning nasos g'ildiragi vali (etaklanuvchi val)dagi; quvvat N_H ga nisbati sifatida ifodalanadi:

$$\eta = \frac{N_T}{N_H}$$

Gidrotransformatorning yetakchi valiga berilgan quvvat quyidagicha aniqlanadi:

$$N_H = \frac{\gamma Q H_H}{1000 \eta_H \cdot \eta_a}, kVt$$

bu yerda H_H — nasos g'ildiragida hosil bo'lgan bosim;

η_a — yo'naltiruvchi apparatning FIK; η_H — nasos g'ildiragining to'liq FIK.

Turbika valida hosil bo'lgan quvvat:

$$N_T = \frac{\gamma Q H_H}{1000} \eta_T$$

bu yerda: η_T —turbina g'ildiragining to'liq FIK.

Quvvatlarining nisbati gidrotransformatorning to'liq FIKni beradi;

$$\eta = \frac{N_T}{N_H} = \eta_a \cdot \eta_H \cdot \eta_T$$

bu yerda

$$\eta_H = \eta_{XH} \cdot \eta_{GH} \cdot \eta_{MH}$$

$$\eta_T = \eta_{XT} \cdot \eta_{GT} \cdot \eta_{MT}$$

Hajmiy gidrouzatmalar hajmiy nasoslar bilan truboprovodlar birgalikda ishlagandagi kabi hisoblanadi.

Gidrouzatmalarning qo'llanilish sohalari. Ko'pincha, mashinalar orasida mexanik energiyani uzatish zarurati tug'ilganda ularning xarakteristikalari mos kelmaydi, natijada mashinalar tejamsiz rejimda, zo'riqib yoki to'la yuklanmasdan ishlaydi. Gidrouzatmalardan foydalanish yo'li bilan mashinalarning xarakteristikalarini moslab ishlatishga erishish mumkin. Lekin bu holda uzatma murakkablashadi va energiya sarflanishi ko'payadi.

Shuning uchun gidravlik uzatish orqali xarakteristikalarni moslash bilan bog'liq bo'lgan qo'shimcha yo'qotishlar ungacha bo'lgan umumiy yo'qotishlarga nisbatan kam bo'lsa, gidrouzatmalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, aylanishlar sonini ravon o'zgartirish zarur bo'lganda va kuch uzatishni avtomatlashtirishda gidrouzatmalardan foydalanish qulaydir.

Gidrouzatmalardan dvigatellarni xavfli zo'riqishdan saqlashda va turli mashinalarda aylanishlar sonini o'zgartirishda foydalaniladi. Sozlanmaydigan gidromuftalar burovchi momentlarni ravon uzatish yo'li bilan mashinalarni xavfli zo'riqishdan saqlashda ishlatiladi. Sozlanadigan gidromuftalar esa saqlagich vazifasini bajarishdan tashqari, turli mashinalarning aylanish sonini sozlashga ham yordam beradi.

Ular ayniqsa o'zgaruvchan tokda ishlaydigan, sozlanmaydigan elektr dvigatellaridan harakat oluvchi mashinalarning aylanish sonini o'zgartirishda qo'l keladi.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O‘qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O‘zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O‘qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

AMALIY MASHG‘ULOT 5

ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK, KONVEKTIV ISSIQLIK ALMASHINUVI VA O‘XSHASHLIK NAZARIYASI OID MASALALAR YECHISH.

Furye qonuni. Ixtiyoriy sirtan vaqt birligi ichida o'tadigan issiqlik miqdori Q issiqlik oqimi deyiladi. Issiqlik oqimining vektori doimo temperaturaning pasayish tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Issiqlik almashinuv intensivligi miqdoriy jihatdan issiqlik oqimining zichligi q bilan xarakterlanadi.

Sirt birligi F dan vaqt birligi τ da o'tadigan issiqlik miqdori *issiqlik oqimining zichligi yoki solishtirma issiqlik oqimi* deyiladi:

$$q = \frac{dQ}{Fd\tau} \quad (5.1)$$

Issiqlik doimo ko'proq qizdirilgan zarralardan kamroq qizdirilgan zarralarga uzatilishi sababli issiqlik oqimi zichligi q ning vektori doimo temperaturaning pasayishi tomoniga yo'nalgan bo'ladi.

Fransuz olimi Furye qattiq jismlardagi issiqlik o'tkazuvchanlik protsesslarini o'rganib, issiqlik oqimining zichligi temperatura gradiyentiga proporsional ekanligini aniqladi:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dn} = -\lambda \text{grad}t \quad (5.2)$$

(5.2) nisbat issiqlik o'tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalaydi va Furye qonuni deyiladi.

(5.2) nisbatning o'ng qismidagi minus ishora issiqlik oqimi bilan temperatura gradiyentining vektorlari qarama-qarshi tomonga yo'nalganligini bildiradi.

(5.2) ifodadagi proporsionallik koeffitsiyenti λ moddaning fizikaviy parametri bo'lib, *issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti* deyiladi. U moddaning qay darajada issiqlik o'tkazishini ko'rsatadi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining o'lchamliligi (5.2) ifodadan aniqlanadi:

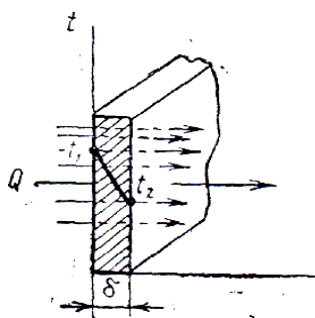
$$[\lambda] = \left[q \frac{dn}{dt} \right] = \left[\frac{W \cdot m}{m^2 \cdot \text{grad}} \right] = \left[\frac{W}{m \cdot \text{grad}} \right]. \quad (5.3)$$

Demak, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining qiymati son jihatdan temperatura farqi 1°C bo'lganda devorning birlik qatlamidan o'tadigan solishtirma issiqlik oqimiga teng. λ qanchalik katta bo'lsa, modda issiqlikni shunchalik yaxshi o'tkazuvchan bo'ladi.

Metallar issiqlikni yaxshi o'tkazadi, quruq harakatsiz havo issiqlikni yomon o'tkazadi. Yengil g'ovak materiallar issiqlikni yomon o'tkazadi, chunki ularning g'ovaklari havo bilan to'lgan bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $0,2 \text{ W/(m} \cdot \text{grad)}$ dan kichik bo'lgan materiallar *issiqlik izolyatsiya materiallari* deyiladi. Suvning issiqlik o'tkazuvchanligi yomon, lekin ho'l materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti uning quruq holatidagi issiqlik o'tkazuvchanligiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, suv issiqlikni havoga qaraganda 20-25 marta yaxshi o'tkazadi. Shu sababli jism g'ovaklarining suv bilan to'lishi uning issiqlik izolyatsiya xossalarini keskin kamaytirib yuboradi.

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ ning qiymati har qaysi jism uchun tajribadan topiladi. Natijalar jadval (5.1-jadval) qilib yoziladi va ulardan hisoblashlarda foydalaniladi.

Yassi bir qatlamli devor. 5.2-rasmda bir jinsli materialdan (g'isht, metall, yog'och yoki isitilgan boshqa materialdan) ishlangan, qalinligi δ bo'lgan yassi bir qatlamli devor ko'rsatilgan. Materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ temperaturaga bog'liq emas, deb qabul qilamiz. Devorning tashqi sirtlarida temperaturalar o'zgarmas $t_1 > t_2$ holda saqlab turiladi; temperatura faqat devor sirtiga perpendikulyar bo'lgan o'q x yo'nalishidagina o'zgaradi, ya'ni temperatura maydoni bir o'lchamli, temperatura gradiyenti esa dt/dx ga teng. Teplotexnikaga oid spravochniklardagi jadval va grafiklarda temperatura, odatda, Selsiy graduslarida berilgan bo'ladi. Shuning uchun ushbu bu erda ham temperatura Selsiy graduslarida ko'rsatilgan.



5.2-rasm. Yassi bir qatlamli devor.

Devor orqali o'tadigan issiqlik oqimining zichligini topamiz va temperaturaning devor qalinligi bo'yicha o'zgarish xarakterini aniqlaymiz.

Devor ichida ikkita izotermik sirt bilan chegaralangan, qalinligi dx bo'lgan elementar qatlamni ajratamiz. Bu qatlam uchun Furrye tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx} \quad (5.4)$$

O'zgaruvchilarni bir-biriga bo'lib, quyidagini olamiz.

$$dt = -\frac{q}{\lambda} dx$$

Bu tenglamani integrallasak,

$$t = -\frac{q}{\lambda} x + C$$

Integrallash doimiysi C chegaraviy shartlardan aniqlanadi: $x = 0$ bo'lganda $t = t_1$. Bundan $C = t_1$, binobarin, tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$t = -\frac{q}{\lambda} x + t_1 \quad (5.5)$$

Bu tenglamadan ko'rib chiqilayotgan devor orqali o'tuvchi issiqlik oqimining zichligini aniqlash mumkin. (5.6) tenglamaga $x = \delta$ qiymatni qo'ysak $t_1 = t_2$ bo'ladi, bundan

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t \quad (5.6)$$

Yassi devorda issiqlik oqimining zichligi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti λ ga, temperaturalar farqi ($t_1 - t_2$) ga to'g'ri proporsional va devor qalinligi δ ga teskari proporsional bo'ladi. Shuni iazarda tutish kerakki, issiqlik oqimi temperaturaning absolyut qiymati bilan emas, balki ularning farqi - *issiqlik bosimi* $t_1 - t_2 = \Delta t$ bilan aniqlanadi. (5.6) tenglama yassi devorning issiqlik o'tkazuvchanligini hisoblash formulasidir. U to'rtta kattalikni: q , λ , δ va Δt ni o'zaro bog'laydi:

$$\lambda = \frac{q\delta}{\Delta t} ; \quad \Delta t = \frac{q\delta}{\lambda} ; \quad \delta = \frac{\lambda\Delta t}{q} ;$$

Istalgan uchta kattalikning qiymatini bilgan holda to'rtinchisini hamma vaqt topish mumkin. λ / δ nisbat *devorning issiqlik o'tkazuvchanligi* deyiladi; uning o'lchamligi [$W/(m^2 grad)$].

Agar (5.6) tenglikni boshqacha ko‘rinishda yozsak, quyidagicha bo‘ladi:

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\delta / \lambda} \quad (5.7)$$

Devor qalinligining issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentiga nisbati δ / λ devorning termik qarshiligi deyiladi.

(5.7) tenglikdan ko‘rinib turibdiki, nisbiy issiqlik oqimi temperaturalar farqiga to‘g‘ri proporsional va devorning termik qarshiligiga teskari proporsional. Haqiqatan ham (5.7) tenglamada kasrning maxraji, ya’ni δ / λ qanchalik katta bo‘lsa, issiqlik oqimining zichligi q shunchalik kichik bo‘ladi. Demak, devorning qalinligi δ ortishi yoki issiqlik o‘tkazuvchanligi kamayishi bilan issiqlik oqimining zichligi q kamayadi.

(5.6) formuladan issiqlik oqimining zichligini topib, devorning yassi sirti F orqali τ vaqt ichida uzatilgan umumiy issiqlik miqdori Q ning joullarda ifodalangan qiymatini topish mumkin:

$$Q = qF\tau = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t F \tau \quad (5.9)$$

Agar (5.7) formulaga (5.8) formuladan q ning qiymatini keltirib qo‘ysak, temperatura

egri chizig‘ining tenglamasini olish mumkin:

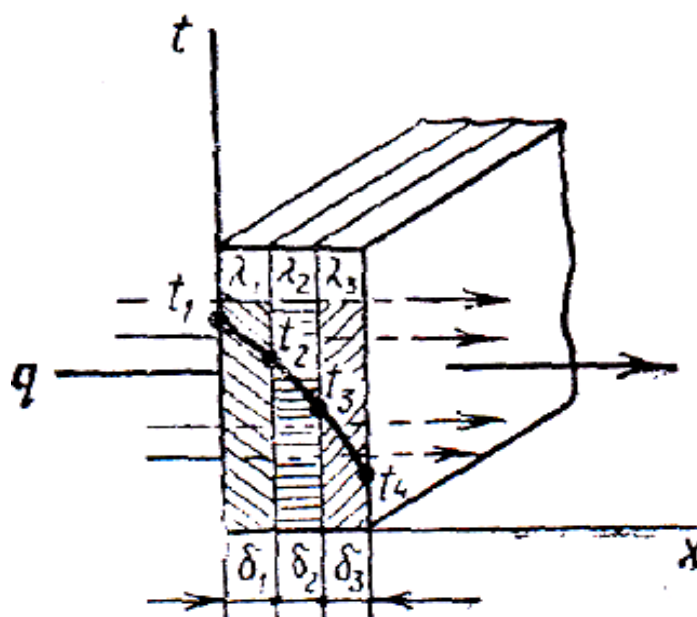
$$t = t_1 - \frac{(t_1 - t_2)x}{\delta} \quad (5.10)$$

Bu tenglama *to‘g‘ri chiziq tenglamasi* deyiladi. Shunday qilib, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentining qiymati o‘zgarmas bo‘lganda temperatura bir jinsli devor qalinligi bo‘ylab chizig‘iy o‘zgaradi. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti temperaturaga bog‘liq bo‘lgan hollarda u o‘zgaruvchan kattalik hisoblanadi va hisoblash formulalari birmuncha murakkab bo‘ladi.

Yassi ko‘p qatlamli devor. Amalda issiqlik o‘tkazuvchanligi turlicha bo‘lgan materiallardan yasalgan bir necha qatlamli yassi devor orqali issiqlik uzatish protsessining ahamiyati ancha muhim. Masalan, bug‘ qozonining tashqi tomonidan shlaklar bilan, ichki tomonidan esa quyqa bilan qoplangan metall devori uch qatlamli devor bo‘ladi.

Yassi uch qatlamli devor (5.3-rasm) orqali issiqlik o‘tkazuvchanlik yo‘li bilan issiqlik uzatilish protsessini ko‘rib chiqamiz. Bunday devorning barcha qatlamlari

bir-biriga zich yopishib turadi. Qatlamlarning qalinligi δ_1 , δ_2 va δ_3 bilan, har qaysi materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti esa tegishlicha λ_1 , λ_2 va λ_3 bilan belgilangan. Tashqi sirtlarning temperaturalar t_1 va t_4 ham ma'lum. t_2 va t_3 temperaturalar noma'lum.



5.3-rasm. Yassi uch qatlamli devor.

Ko'p qatlamli devor orqali issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik uzatish protsessi statsionar rejimda ko'rib chiqiladi, shu sababli devorning har qaysi qatlami orqali o'tadigan solishtirma issiqlik oqimi q kattaligi jihatdan o'zgarmas va barcha qatlamlar uchun bir xil bo'ladi, lekin u o'z yo'lida har qaysi devor qatlamining mahalliy termik qarshiligi δ/λ ni yengib o'tadi. Shu sababli har qaysi devor qatlami uchun (3) formula asosida quyidagicha yozish mumkin:

$$q = \left(\frac{\lambda_1}{\delta_1}\right)(t_1 - t_2), \quad q = \left(\frac{\lambda_2}{\delta_2}\right)(t_2 - t_3), \quad q = \left(\frac{\lambda_3}{\delta_3}\right)(t_3 - t_4),$$

Bu tengliklardan har qaysi qatlamda temperaturaning o'zgarishini aniklasa bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} t_1 - t_2 &= q \frac{\delta_1}{\lambda_1}, \\ t_2 - t_3 &= q \frac{\delta_2}{\lambda_2}, \\ t_3 - t_4 &= q \frac{\delta_3}{\lambda_3}, \end{aligned} \right\} \quad (5.11)$$

(5.10) tenglikning chap va o'ng tomonini bir-biriga qo'shib, to'liq temperatura bosimini hosil qilamiz; u har qaysi qatlamda temperaturaning o'zgarishlari yig'indisidan iborat bo'ladi:

$$t_1 - t_4 = q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} \right)$$

Bu nisbatdan ko'p qatlamli devor orqali o'tadigan solishtirma issiqlik oqimi q ning kattaligini aniqlash mumkin:

$$q = \frac{t_1 - t_4}{\delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3} \quad (5.12)$$

(5.12) tenglamadan ko'p qatlamli devorning umumiy termik qarshiligi har qaysi qatlam termik qarshiliklarining yig'indisiga teng, degan xulosa kelib chiqadi;

$$R = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}$$

n qatlamli devor uchun (5.11) formula quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$$

(5.10) va (5.11) formulalar asosida noma'lum temperaturalar t_2 va t_3 ning qiymatlarini topish mumkin:

$$\left. \begin{aligned} t_2 &= t_1 - q \frac{\delta_1}{\lambda_1} \\ t_3 &= t_2 - q \frac{\delta_2}{\lambda_2} = t_1 - q \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} \right) \\ t_3 &= t_4 + q \frac{\delta_3}{\lambda_3} \end{aligned} \right\} \quad (5.13)$$

$\lambda = \text{const}$ bo'lganda devorning har qaysi qatlamida temperaturaning taqsimlanishi chizig'iy qonunga bo'ysunadi, bu (5.11) tenglikdan ko'rinib turibdi. **Umuman** ko'p qatlamli devor uchun temperatura egri chizig'i siniq chiziq ko'rinishida bo'ladi (5.3-rasmdagi $t_1 t_4$ chiziq).

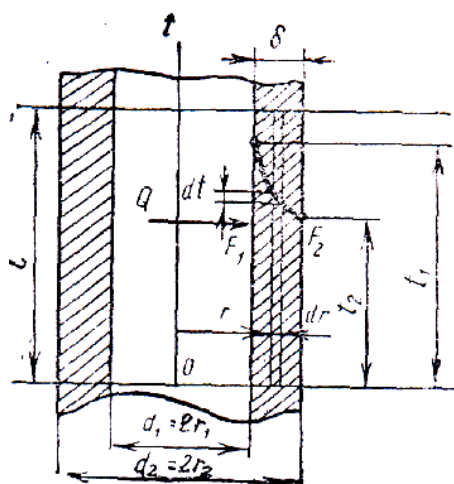
Ko'p qatlamli devor uchun olingan formulalardan qatlamlar orasida issiqlik kontakti yaxshi bo'lgandagina foydalanish mumkin. Agar qatlamlar orasida kichkina havo zazori paydo bo'lganda ham termik qarshilik sezilarli darajada ortadi, chunki havoning issiqlik o'tkazuvchanligi juda kichikdir:

$$[\lambda_{\text{havo}} = 0,023 \text{ W}/(m.\text{grad})].$$

Agar bunday qatlam bo'lishi muqarrar bo'lsa, u holda hisoblashlarda bu qatlam ko'p qatlamli devorning qatlamlaridan biri sifatida qaraladi.

Silindrik devor. Issiqlik mashinalari va issiqlik almashinuv apparatlari devorlarining sirtlari, ko'pincha, konsentrik joylashgan ikkita silindrik sirt (trubalar, apparatlarning korpuslari, dvigatellarning silindrlari va shunga o'xshashlar) bilan chegaralangan bo'ladi. Silindrik devorda ham issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlikning uzatilishi yassi devordagi issiqlik uzatilishi qonunlari bo'yicha amalga oshadi. Bu yerda farq faqat shundaki, yassi devorda sirtlarning yuzasi bir xil bo'ladi, silindrik devorda esa ichki sirtning yuzasi tashqi sirtning yuzasidan doimo kichik bo'ladi. Silindrning devori qanchalik qalin bo'lsa, ya'ni tashqi va ichki diametrlari orasidagi farq qanchalik katta bo'lsa, tashqi va ichki sirt yuzalarining farqi ham shunchalik katta bo'ladi.

5.4-rasmda uzunligi l bo'lgan truba bo'lagi ko'rsatilgan. Trubaning tashqi va ichki sirtlari F_1 va F_2 ning temperaturalari tegishlicha t_1 va t_2 . Temperatura radial yo'nalishda kamayadi.



5.4-rasm. Silindrik bir qatlamli devor

Issiqlik oqimi Q ichkaridan tashqariga tomon truba sirtiga normal bo'yicha (uning kesimlari radiuslari bo'ylab) yo'nalgan. Uning qiymati devorning barcha qatlamlari uchun bir xilligncha qoladi. Trubaning tashqi va ichki diametrlari tegishlicha d_1 va d_2 ga teng.

Yassi devor uchun chiqarilgan Furrye formulasidan (5.6) foydalanish uchun devor ichida radiusi r va qalinligi dr bo'lgan elementar silindrik qatlam ajratamiz. U holda ajratilgan shu qatlamni yassi devor sifatida qarash mumkin. Uning τ vaqt ichida Q miqdor issiqligi o'tadigan chekka sirtlarini uning yuzasiga teng, ular orasidagi temperaturalar farqi dt ni esa cheksiz kichik deyish mumkin.

Elementar qatlam uchun (5.6) formula quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$Q = -\lambda \frac{dt}{dr} F \tau$$

Trubaning uzunligini l bilan belgilaymiz, u holda Furrye formulasida F qiymatni $2\pi rl$ ifoda bilan almashtirish mumkin. $l = 1\text{m}$ va $\tau = 1\text{sek}$, deb qabul qilib, truba uzunligining 1 metriga nisbatan olingan solishtirma issiqlik oqimi q' ni topamiz;

$$q' = -\lambda \frac{dt}{dr} 2\pi r. \quad (5.13)$$

(5.13) tenglikni integrallab va qator o'zgartirishlar kiritib, silindrik devordan o'tuvchi issiqlik oqimini (truba uzunligining 1m ga nisbatan) aniqlash formulasini olamiz:

$$q' = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}} \quad (5.14)$$

Trubaning uzunlik birligiga nisbatan olingan issiqlik oqimi q' issiqlik oqimining chizig'iy zichligi deyiladi.

(5.14) tenglikning o'ng qismidagi kasrning mahraji xchizig'y termik qarshilik deyiladi va R_λ bilan belgilanadi:

$$R_\lambda = \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1} \quad (5.15)$$

(5.15) formuladan ko'rinib turibdiki, silindrik devor uchun termik qarshilik R_λ ni aniqlash ancha murakkab. Shu sababli tarkibiy hisoblash uchun silindrik devorning termik qarshiligi yassi devorning ancha oddiy formulasi bilan aniqlanadi:

$$R'_\lambda = \delta / \lambda \quad (5.16)$$

Diametrlar nisbati d_1 / d_2 qanchalik kichik bo'lsa, termik qarshilikni soddalashtirilgan formula (5.16) bo'yicha hisoblashdagi hato shunchalik kam bo'ladi. $d_2 / d_1 = 2$ bo'lganda (5.16) formula hatosi 4% ga teng bo'lishi, $d_2 / d_1 = 1,5$ da esa hato 1,4% gacha kamayishi aniqlangan.

Odatda trubali issiqlik almashinish apparatlarida truba diametrlarining nisbati 1,5 dan katta bo'lmaydi. Shuning uchun bunday hollarda issiqlik o'tkazuvchanlikni hisoblashda yassi devor formulalaridan foydalanish mumkin.

Issiqlik berishni amalda hisoblashda Nyuton qonunidan foydalaniladi:

$$Q = \alpha F(t_s - t_{dev}) \quad (5.17)$$

ya'ni suyuqlikdan devorga yoki devordan suyuqlikka o'tadigan issiqlik oqimi Q issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan sirt F ga va temperatura bosimi $(t_s - t_{dev})$ ga proporsional bo'ladi, bu yerda t_{dev} devor sirtining temperaturasi, t_s esa devor sirtini yuvib o'tadigan muhitning temperaturasi. Suyuqlik bilan jism sirti orasidagi issiqlik almashinuvining konkret shart-sharoitlarini hisobga oluvchi proporsionallik koeffitsiyenti α *issiqlik berish koeffitsiyenti* deyiladi.

(5.17) formulada $F = 1m^2$ va $\tau = 1$ sek. deb qabul qilsak, bir kvadrat metr yuzadan o'tadigan issiqlik oqimining vatt hisobidagi zichligini olamiz:

$$q = \alpha (t_s - t_{dev}) \quad (5.18)$$

yoki

$$q = \frac{(t_c - t_{dev})}{1/\alpha}$$

Issiqlik berish koeffitsiyentiga teskari bo'lgan $1/\alpha$ kattalik *issiqlik berish termik qarshiligi* deyiladi.

(5.18) tenglamani issiqlik berish koeffitsiyentiga nisbatan yechsak quyidagini olamiz:

$$\alpha = \frac{q}{(t_c - t_{dev})} \quad (5.19)$$

(5.19) tenglikka ko‘ra, issiqlik berish koeffitsiyenti α issiqlik oqimining zichligi q ning jism sirtining temperaturasi va tevarak muhit temperaturasi orasidagi farqqa nisbatidan iborat.

Temperatura bosimi 1° ga teng bo‘lganda ($t_s - t_{dev} = 1^\circ$), issiqlik berish koeffitsiyenti son jihatdan issiqlik oqimining zichligiga teng bo‘ladi $\alpha = q$.

Issiqlik berish ancha murakkab protsess. Issiqlik berish koeffitsiyenti α juda ko‘p faktorlarga bog‘lik; ulardan asosiylari quyidagilar:

- a) suyuqlik oqimining vujudga kelish sabablari;
- b) suyuqlikning oqish rejimi (laminar yoki turbulent);
- v) suyuqlikning fizikaviy xossalari;
- g) issiqlik beruvchi sirtning shakli va o‘lchamlari.

Vujudga kelish sabablariga qarab suyuqlikning harakati erkin va majburiy harakatlarga bo‘linadi.

Nusselt soni, qattiq jism bilan suyuqlik chegarasidagi issiqlik almashinuvini xarakterlaydi;

$$Nu \equiv \frac{\alpha \cdot l_0}{\lambda} \quad (5.20)$$

bu yerda λ — o‘ziga xos chizig‘iy o‘lchami l_0 bo‘lgan qattiq jismni yuvib o‘tadigan issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti; α — issiqlik berish koeffitsiyenti.

Reynol’ds soni, inersiya kuchlari bilan qovushoqlik nisbatini xarakterlaydi;

$$Re \equiv \frac{v_0 \cdot l_0}{\nu} \quad (5.21)$$

bu yerda ν —suyuqlikning kinematik qovushoqligi; l_0 —jismning o‘ziga xos chizig‘iy o‘lchami (masalan, truba uchun diametr); v_0 — suyuqlikning o‘ziga xos tezligi.

Pekle soni, issiqlikning konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan tarqalish tezliklari nisbatini xarakterlaydi;

$$Pe \equiv \frac{v_0 \cdot l_0}{a} \quad (5.22)$$

bu yerda a — suyuqlikning temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti. ($a = \lambda / c\rho$)

Eyler soni, bosim kuchlari bilan inersiya kuchlarining nisbatini xarakterlaydi:

$$Eu \equiv \frac{p}{\rho \cdot g_0^2} \quad (5.23)$$

bu yerda r — bosim.

Grasgof soni, zichliklarning farqi tufayli suyuqlikda paydo bo'ladigan ko'tarish kuchlarining qovushoqlik kuchlariga nisbatini xarakterlaydi;

$$Gr \equiv \frac{g\beta(t_{oes} - t_c)l_0^3}{\nu^2} \quad (5.24)$$

bu yerda β —suyuqlik hajmiy kengayishining termodinamikaviy koeffitsiyenti, 1/grad (temperatura 1 gradusga o'zgarganida suyuqlik hajmining nisbiy o'zgarishi).

$$\beta = \frac{1}{g} \left(\frac{d\rho}{dt} \right)$$

bu yerda ν — suyuqlikning solishtirma hajmi.

Arximed soni, ikki fazali muhitdagi erkin harakatlanishda (masalan, suyuqlikda bug' pufakchalarining yoki bir suyuqlikda ikkinchi suyuqlik tomchisining harakatlanishi) foydalaniladi:

$$Ar \equiv \frac{gl_0^3 \cdot \rho_0 - \rho}{\rho} \quad (5.25)$$

bu yerda ρ_0 va ρ — turli fazalarning zichliklari.

Prandtl soni, suyuqlikning fizikaviy xossalarini xarakterlaydi:

$$Pr \equiv \frac{\nu}{\alpha} \quad (5.26)$$

Suyuqliklarning Prandtl soni temperaturaga juda bog'liq bo'ladi. Masalan, temperatura 0 dan 180° S gacha ko'tarilganda (to'yinish chizig'ida) suv uchun

Prandtl soni 13,7 dan 1 gacha o'zgaradi. Issiqlikni juda yaxshi o'tkazadigan suyuq metallar uchun $Pr \approx 0,005 - 0,05$ bo'ladi. Gazlar uchun Prandtl soni deyarli o'zgarmas va birga yaqin bo'ladi.

Ma'lumki,

$$Pe = Re \cdot Pr.$$

Agar o'lchamsiz sonlarga masalaning faqat *bog'liq o'zgaruvchilari* kiradigan bo'lsa, ular *aniqlanadigan o'lchamsiz* sonlar deyiladi. Agar o'lchamsiz sonlar ushbu masalaning faqat *o'zgarmas kattaliklari* va *erkin o'zgaruvchilaridan* iborat bo'lsa, u holda ular *aniqlovchi* sonlar deyiladi.

Quyidagi shartlar bajarilgandagina fizikaviy protsesslar o'xshash bo'ladi:

1. Protssslarning fizikaviy tabiati bir xil bo'lishi va yozilish shakli jihatdan bir xil bo'lgan differensial tenglamalar bilan tavsiflanishi kerak.

2. Muhitning shakli va o'lchamlarini, uning fizikaviy xossalarini xarakterlovchi shartlar, shuningdek, chegara va boshlang'ich shartlar ulardagi o'zgarmas kattaliklarning son qiymatlaridan tashqari hammasida bir xil bo'lishi kerak.

3. Ikkita protsessning o'lchamsiz bir xil sonlarining son qiymatlari bir xil bo'lishi lozim.

Yuqorida aytib o'tilganidek, masalani o'lchamsiz holga keltirish aniqlanadigan va aniqlovchi o'lchamsiz sonlarni topishga imkon beradi. Masalan, konvektiv issiqlik almashinuvi haqidagi masalaga o'xshashlik metodini tatbiq etish natijasida aniqlanadigan Nusselt sonni aniqlovchi o'lchamsiz sonlarga quyidagicha bog'liq bo'ladi:

$$Nu = f(X, Y, Z, Pe, Re, Gr) \quad (5.27)$$

bu yerda X, Y, Z — issiqlik almashinish sirti koordinatalarining o'lchamsiz qiymatlari; Pe, Re, Gg — Pekle, Reynolds va Gragof sonlari.

Bunday bog'liqlik *kriterial tenglama* deyiladi.

Agar bir necha fizikaviy protsesslar ko'rib chiqilayotgan va 1, 2 hamda 3 shartlar bajarilgan bo'lsa, ya'ni bu protsesslar o'xshash bo'lsa, u holda ular uchun kriterial tenglamalar bir xil bo'ladi. Bu protssslardan biri tajriba ustanovkasida o'rganilayotgan bo'lsa, kriterial tenglamadagi funksiyalarning turini yetarli darajada aniqlik bilan topish va shunga o'xshash boshqa barcha protssslarni hisoblashda undan foydalanish mumkin. Masalan, havoning trubada turbulent

stabillashgan harakatidagi issiqlik almashinuvini tajribada o'rganish asosida quyidagi kriterial bog'liqlik aniqlanadi:

$$Nu = 0,018 Re^{0,8} . \quad (5.28)$$

Bu bog'liqlikdan texnikaviy hisoblashlarda keng ko'lamda foydalaniladi.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.

2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

AMALIY MASHG‘ULOT 6

ERKIN VA MAJBURIY KONVEKSIYADAGI ISSIQLIK BERILISHI, NURLANISH ISSIQLIK ALMASHINUVIGA OID MASALALAR YECHISH.

M.A.Mixeyev tabiiy konveksiyada issiqlik almashinuviga doir ko‘p tajriba materiallarini analiz qildi va issiqlik almashinuvining turli hollarida issiqlik berilishini topishga imkon beradigan bir qator tenglamalarni taklif etdi. Dastlab quyidagi

$$\text{Nu}_m = c(\text{Gr} \cdot \text{Pr})_m^n \quad (6.1)$$

tenglamadan Nusselt soni (issiqlik almashinish sirti bo‘yicha olingan o‘rtacha qiymat) aniqlanadi.

Indeks m o‘lchamsiz sonlarga kiruvchi fizikaviy konstantalar t_m temperaturada olinishi ko‘rsatadi; bu temperatura jism sirtining temperaturasi t_j bilan suyuqlik sirtining temperaturasi t_s orasidagi o‘rtacha arifmetik qiymat sifatida aniqlanadi:

$$t_m = \frac{t_j - t_s}{2}$$

c va n konstantalar argument (Gr, Pr) ning o‘zgarish intervaliga bog‘liq.

Ularning qiymatlari 6.1-jadvalga berilgan

$(\text{Gr} \cdot \text{Pr})_m$	$10^{-3} - 5 \cdot 10^2$	$10^{-3} - 2 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7 - 10^{13}$
c	1,18	0,54	0,135

Issiqlik almashinish sirti uchun o‘rtacha olingan issiqlpk berish koeffitsiyentini aniqlaymiz:

$$\alpha = \frac{Nu_m \lambda_m}{l_0} \quad (6.2)$$

bunda issiqlik almashinish sirtining Nussel't va Grasgof sonlariga kiradigan o'ziga xos geometrik o'lchami l_0 issiqlik almashinish sirtining geometrik shakliga va uning fazodagi holatiga qarab tanlanadi. Masalan, sharlar va gorizental trubalar uchun l_0 sifatiga ularning diametri d , vertikal plita va trubalar uchun esa ularning balandligi h qabul qilinadi. Ma'lumki $n = 1/3$ bo'lganda tenglamada a ning qiymati l_0 ni tanlashga bog'liq bo'lmaydi, chunki Gr soniga l_0^3 Nu soniga esa l_0 kiradi.

Majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi majburiy harakatlanishda issiqlik berilishi intensivligi, asosan muhitning (suyuqlik yoki gazning) harakatlanish xarakteri bilab aniqlanadi. Amalda, ko'pincha turbulent harakati uchraydi, bunda issiqlik berish koeffitsiyenti a laminar harakatdagiga qaraganda ancha katta bo'ladi.

Re soni kattalashganda, ya'ni turbulentlik intensivligi ortganda suyuqlik bilan devor orasida issiqlik almashinuvi kuchayadi.

Issiqlik almashinuvi muhit yuvib o'tayotgan sirtning shakliga ham ko'p jihatdan bog'liq bo'ladi. Oddiy va yaxshi oqib o'tadigan shaklli sistamalardan muhit oqimi xech qayerda yuvib o'tilayotgan sirdan ajralmaydi. Bunday oqish uzulmay oqish deyiladi.

Agar sistemaning sirtida keskin o'zgaradigan egri -bugriliklar yoki kattalashib boradigan kanallar, keskin burilishlar va shunga o'xshashlar bo'lsa, u holda ba'zi joylarda oqim sirdan ajraladi. Bunda oqimning uzulish zonasida pasayish sohalari vujudga kelib, ularda oqish sekinlashadi va issiqlik almashinish intensivligi pasayadi.

Muhitning majburiy oqishida issiqlik almashinuv intensivligining ortishiga tabiiy konvektiv ham ta'sir etadi, tabiiy konveksiya suyuqlik bilan u yuvib o'tayotgan devor temperaturalarining farqiga ham, suyuqlik hajmining ayrim qismlari orasidagi temperaturalar farqiga ham bog'liq bo'ladi.

Laminar oqishda turubalardagi issiqlik almashinuvi. Gorizantal joylashgan majburiy laminar harakatlanishida issiqlik almashinuvini hisoblash uchun M.A.Mixeyev formulasi qo'llaniladi.

$$Nu_s = 0,17 Re_s^{0,33} Pr_s^{0,43} Gr_s^{0,1} (Pr_s / Pr_{dev})^{0,25} \varepsilon_l \quad (6.3)$$

bu yerda ε_l -turuba uzunligi l ning uning diametri d ga nisbatan hisobga oluvchi tuzatma. ε_l ning l/d kattalikka bog'liq ravishdagi qiymatlari 6.2-jadvalda keltirilgan.

6.2-jadval

l/d	1	2	5	10	15	20	30	40	50 va undan katta
ε_l	1,90	1,70	1,44	1,28	1,18	1,13	1,05	1,02	1,0

"s" indeksi fizikaviy konstantalar suyuqlikning o'rtacha temperaturasi t_s ga taalluqli ekanligini, "dev" indeks esa fizikaviy konstantalar devor temperaturasi t_{dev} da olinganligini bildiradi. Xarakterli o'lcham sifatida truba diametri d olinadi.

Suyuqlikning o'rtacha temperaturasi t_c esa t_1 va t_2 qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymati sifatida aniqlanadi:

$$t_c = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

bu yerda t_1 va t_2 -suyuqlikning trubaga kirishdagi va undan chiqishdagi temperaturalari. Formula majburiy laminar oqish uchun

$Re > 2300, 2 \leq Pr \leq 12$ va $6,7 \cdot 10^4 < Gr < 3,6 \cdot 10^6$ qiymatlardagina to'g'ri keladi.

Trubalar vertikal joylashgan issiqlik almashinuviga tabiiy konveksiyaning ta'sirini taqribiy hisobga olish maqsadida hisoblashga quydagi ikki tuzatmadan biri kiritiladi:

a) muhitning majburiy va erkin harakatlanish yo'nalishlari bir xil bo'lgan hol uchun formuladan olingan Nu qiymati ~15% ga kamaytiriladi;

b) suyuqlik (muxit) ning erkin harakatlanishi majburiy harakatlanishiga qarama-qarshi yo'nalgan hol uchun qo'yidagi formulani taklif etadi:

$$Nu = 0,021 Re_s^{0,8} Pr_s^{0,43} \left(\frac{Pr_s}{Pr_{deg}} \right)^{0,25} \varepsilon_l \quad (6.4)$$

bunda ε_1 -truba uzunligi l ning uning diametri d ga nisbatini hisobga oluvchi tuzatma.

Tuzatma ε_l ning l/d nisbatga va Re soniga bog'liq holdagi qiymatlari 6.3-jadvalga keltirilgan

Re_s	$l/d=1$	$l/d=2$	$l/d=5$	$l/d=10$	$l/d=15$	$l/d=20$	$l/d=30$	$l/d=40$	$l/d=50$ va undan ko'p
$1 \cdot 10^4$	1,65	1,50	1,31	1,23	Tt	1,3	1,07	1,03	1,0
$2 \cdot 10^4$	1,51	1,40	1,27	1,18	1,3	1,10	1,05	1,02	1,0
$5 \cdot 10^4$	1,31	1,27	1,18	1,13	1,10	1,08	1,04	1,02	1,0
10^5	1,28	1,22	1,15	1,10	1,08	1,06	1,03	1,02	1,0

(6.1) va (6.4) formulalar kesimi doiraviy bo'lmagan trubalardagi issiqlik berilishini hisoblashda qo'llanilishi mumkin. Bu holda xarakterli o'lcham sifatida ekvivalent diametrdan foydalaniladi.

$$d_{\text{экв}} = \frac{4F}{V}$$

bu yerda F —truba ko'ndalang kesimning yuzasi; V -uning perimetri $10^4 < Re_s < 2 \cdot 10^6$ va $0,7 < Pr_s < 200$ uchun to'g'ri keladi.

Issiqlikning nur shaklidagi energiyasi jismlar bilan $5 \cdot 10^{-14}$ m dan 10^4 m gacha bo'lgan to'lqin uzunligi oralig'ida ta'sirlashadi (6.3-jadvalga qarang).

Nurlar orasida ko'zga ko'rinadigan va infraqizil nurlar ko'p miqdorda issiqlik energiyasini eltganligi sababli ular issiqlik nurlari deyiladi.

6.3-jadval

Nurlanish turi	To'lqin uzunlign, λ, m
Kosmik nurlanish	$5 \cdot 10^{-14}$
Gamma nurlari	$5 \cdot 10^{-13}$ dan $1 \cdot 5 \cdot 10^{-13}$ gacha
Rentgen nurlari	$1 \cdot 10^{-12}$ dan $2 \cdot 10^{-8}$ gacha

Ultrabinafsha nurlar	$2 \cdot 10^{-3}$ dan $4 \cdot 10^{-7}$ gacha
Ko'zga kurinadigan nurlar	$4 \cdot 10^{-7}$ dan $8 \cdot 10^{-7}$ gacha
Infrakizil nurlar	$8 \cdot 10^{-7}$ dan $8 \cdot 10^{-4}$ gacha
Radio to'lqinlar	10^{-2} dan 10^4 gacha

Turli jismlarning nurlanish xususiyati turlicha bo'ladi. Nurlanish xususiyati E ayni temperaturada jismning birlik yuzasidan vaqt birligi ichida $\lambda = 0$ dan $\lambda = \infty$ gacha barcha to'lqin uzunlikdagi chiqarilgan nuriy energiya miqdori Q bilan aniqlanadi:

$$E = \frac{Q}{F\tau} \quad (6.5)$$

bu yerda F —nurlanayotgan sirt yuzasi, m^2 ;

τ —nurlanish vaqti, sek.

Jism sirtiga tushgan barcha nuriy energiya miqdori Q ning bir qismi Q_A jismga yutiladi, bir qismi Q_R undan qaytariladi, qolgan qismi Q_D esa jism orqali o'tib ketadi, ya'ni

$$Q = Q_A + Q_R + Q_D \quad (6.6)$$

(6.6) tenglikning ikkala qismini nuriy energiyaning umumiy miqdori Q ga bo'lsak, quyidagini olamiz:

$$\frac{Q_A}{Q} + \frac{Q_R}{Q} + \frac{Q_D}{Q} = 1 \quad (6.7)$$

(6.7) tenglikning chap qismidagi nisbatlarni tegishlicha A , R va D bilan belgilasak, quyidagicha bo'ladi:

$A = \frac{Q_A}{Q}$ yutilish koeffitsiyenti yoki jismning yutish xususiyati

$R = \frac{Q_R}{Q}$ qaytarish koeffitsiyenti boshqacha aytganda jismning qaytarish xususiyati

$D = \frac{Q_D}{Q}$ o'tkazish koeffitsiyenti, boshqacha aytganda jismning o'tkazish xususiyati.

Bularni e'tiborga olib, (6.7) tenglikni shunday yozish mumkin:

$$A + R + D = 1 \quad (6.8)$$

(6.8) tenglik nurlanish energiyasi issiqlik balansining tenglamasi deyiladi.

2. Agar $A = 1$ bo'lsa (bu $R = D = 0$ degan so'z), u holda jism o'ziga tushadigan nurlanishni qaytarmay va o'tkazib yubormay hammasini yutadi. Bunday jism absolyut qora jism deyiladi. Tabiatda absolyut qora jismlar yo'q. Neft qurimi o'zining xossalari jihatidan absolyut qora jismga yaqin turadi, uning yutilish koeffitsiyenti $A = 0,9 - 0,96$ Agar jismning sirti yorug'lik nurlaridan boshqa barcha nurlarni yutadigan bo'lsa, u ko'zga absolyut qora jism sifatida ko'rinmaydi, lekin uning nurlanishi absolyut qora jismning nurlanishiga yaqin bo'lishi mumkin, Masalan, qor va muz uchun spektrning ancha keng uchastkasi bo'yicha o'rtachalashtirib olingan yutilish koeffitsiyenti $A = 0,95 \div 0,98$

Agar $R = 1$ bo'lsa (ya'ni $A = D = 0$), jism o'ziga tushgan barcha nuriy energiyani qaytaradi. Bunda agar sirdan qaytish protsesslari qonunga bo'ysunsa—tushish burchagi qaytish burchagiga teng bo'lsa—u holda jismning sirti ko'zgu sirt deyiladi. Agar energiya xamma yunalishda qaytarilsa, ya'ni qaytarilish diffuzion bo'lsa, u holda jismning sirti absolyut oq deyiladi.

Nuriy energiya chiqarish xususiyatiga ega bo'lgan jismlar albatta yutish xususiyatiga ham ega bo'ladi.

Agar $D = 1$ bo'lsa (ya'ni $A = R = 0$), u holda jism o'ziga tushayotgan nurlarning hammasini o'tkazib yuboradi va absolyut tiniq, ya'ni diatermik jism deyiladi. Bir va ikki atomli gazlarning hammasini diatermik jismlar deb hisoblash mumkin. Uch atomli va ko'p atomli gazlar ularning aksicha issiqlik energiyasini yutadi va chiqaradi.

Tabiatda absolyut qora jismlar bo'lmagani singari, absolyut oq va absolyut tiniq jismlar ham bo'lmaydi. Real jismlar oz yoki ko'p darajada qora, ko'zgusimon va tiniq bo'ladi.

Spektral yutish xususiyati tushayotgan nurlanishning to'liq uzunligiga (chastotasiga) bog'liq bo'lmagan jism (muhit)lar kul rang jismlar deyiladi. Barcha real jismlar uchuy A , R va D) koeffitsiyentlar doimo birdan kichik bo'ladi.

3.Issiqlik nurlanishning asosiy qonunlari. Kirxgof qonuni. Jismning nurlanish (nur chiqarish) xususiyatining yutish xususiyatiga nisbati jismning tabiatiga bog'liq emas, balki barcha jismlar uchun bir xil bo'lgan temperatura funksiyasidir; u absolyut qora jismning shu temperaturadagi nurlanish xususiyatiga teng:

$$\frac{E_1}{A_1} = \frac{E_2}{A_2} = \dots = \frac{E_0}{A_0} = E_0(T) \quad (6.9)$$

bu yerda $E_0(T)$ absolyut qora jismning nurlanish xususiyati.

Stefan — Bolsmen qonuni. Absolyut qora jismning nurlanish xususiyati uning absolyut temperaturasining to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$E_o = \sigma_o T^4 \quad (6.10)$$

bu yerda $\sigma_o = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ —Stefan doimiysi.

Bu qonunni tajribada Stefan aniqladi va keyinchalik Bolsman nazariy jihatdan asoslab berdi.

Odatda (6.10) tenglama quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$E_o = C_o \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (6.11)$$

bu yerda $C_o = 5,7 \text{ Vt} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ absolyut qora jismning nurlanish koeffitsiyenti.

Stefan—Bolsman qonunini kul rang jismlarga ham tatbiq etish mumkin. qora jismlarda bo'lgani singari, kul rang jismlarda ham nurlanish xususiyati absolyut temperaturaning to'rtinchi darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$E = C \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (6.12)$$

bu yerda C —kul rang jismning nurlanish koeffitsiyenta, $Vt / (m^2 \cdot ^\circ K^4)$.

Kul rang jism nurlanish koeffitsiyentining absolyut qora jism nurlanish koeffitsiyentiga nisbati kul rang jismning qoralik darajasi deyiladi. Kirxgof qonunidan (6.5) va (6.8) tenglamadan ko'rinib turibdiki, kul rang jismning qoralik darajasi son jihatdan uning yutish xususiyatiga teng:

$$A = \varepsilon \quad (6.13)$$

Demak, kul rang jismning qoralik darajasi doimo $\varepsilon < 1$ bo'ladi.

Nuriy issiqlik almashinuvi nihoyatda murakkabligi bilan ajralib turadi va juda ko'p faktorlarga bog'lik jismlar orasida nuriy issiqlik almashinuvi masalasi faqat ba'zi oddiy hollar uchungina nazariy jihatdan xal qilingan.

Masalan, agar nuriy issiqlik almashinuvida yuzasi l_n va temperaturalari T_1 hamda T_2 bo'an ikkita parallel devor ishtirok etsa, u hlda yuza 1 dan yuza 2 ga ($T_1 > T_2$) uzatilgan nuriy issiqlikning to'la miqdori Q_n ushbu formuladan hisoblab topiladi:

$$Q_n = F \tau C \left[\left(\frac{T_1}{100} - \frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \quad (6.14)$$

bu yerda C —issiqlik almashinuvida ishtirok etayotgan jismlar sistemasining keltirilgan nurlanish koeffitsiyenti.

Bu oddiy holda keltirilgan nurlanish koeffitsiyentini ko'pidagi formuladan hisoblab topish mumkin;

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_0}} \quad (6.15)$$

bu yerda C_1 C_2 va C_0 —birinchi, ikkinchi va absolyut qora jismlarning nurlanish koeffitsiyentlari.

Nuriy issiqlik almashinuviga termik qarshilik R_n nurlanish koeffitsiyentiga teskari kattalikdir:

$$R_n = \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C} - \frac{1}{C_o} \quad (6.16)$$

Gaz o'zini o'rab turgan muhitga tarqatgan nur oqimining zichligini yuqorida qarab chiqilgan nur tarqatish jarayonlariga xosligi asosida, quyidagicha ifodalash mumkin:

$$q_{\varepsilon.m} = \varepsilon_k C_o \left[\left(\frac{T_g}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_m}{100} \right)^4 \right] \quad (6.17)$$

bunda $\varepsilon_k = \frac{\varepsilon_g \cdot \varepsilon_m}{\varepsilon_m + \varepsilon_g (1 - \varepsilon_m)}$ issiqlik almashinuvda qatnashuvchi gazlar sistemasi tarqatgan nur koeffitsiyenti; ε_g va ε_m - gaz va muhitning qoralik, darajasini belgilovchi koeffitsiyentlar.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

- 10.K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
- 11.A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
- 12.Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
- 13.K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
- 14.J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
- 15.T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
- 16.R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
- 17.R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
- 18.Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

4. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
5. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.
6. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

5. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
6. Isyanov R.G., va boshqalar "Gidravlika va gidravlik mashinalar" fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
7. www.ziyonet.uz
8. www.mvd.uz

AMALIY MASHG'ULOT 7

YOQILG'I, YOQILG'I YONISH JARAYONI, KARBYURATOR VA DIZEL DVIGATELLARI UCHUN YOQILG'ILARGA OID MASALALAR YECHISH.

Yoqilg'ining tarkibiy qismi foiz (%) larda ifodalanadi, ya'ni uning ish, quruq, yonuvchi, organik qismlarini tashkil qilgan kimyoviy elementlar yig'indisi har bir holat uchun 100% deb qabo'l qilinadi: yoqilg'ining ish qismi

$$C^i + H^i + O^i + N^i + S^i + A^i + W^i = 100\% \quad (7.1)$$

quruq massa qismi

$$C^q + H^q + O^q + N^q + S^q + A^q = 100\% \quad (7.2)$$

yonuvchi massa qismi

$$C^{yo} + H^{yo} + O^{yo} + N^{yo} + S^{yo} = 100\% \quad (7.3)$$

organik qismi

$$C^o + H^o + O^o + N^o + S^o = 100\% \quad (7.4)$$

Yoqilg'i tarkibida uglerod qancha ko'p bo'lsa, kislorod shuncha kam bo'ladi va aksincha. Kislorod miqdorining yoqilg'i tarkibida ortishi uning issiqlik berishini pasaytiradi. Yoqilg'i tarkibidagi kimyoviy elementlarning reaksiyaga kirishi (yonishi) da har xil miqdordagi issiqlik ajraladi.

Turli xil yoqilg'ining kimyoviy tarkibi turlicha bo'lishi mumkin (7.1 va 7.2-jadvallar).

7.1-jadval

Qattiq va suyuq yoqilg'ining tarkibiy qismi

Yoqilg'i turi	Yoqilg'i tarkibidagi yonuvchi elementlar, %			
	C^{yo}	H^{yo}	O^{yo}	S^{yo}
Yog'och	50	6	43	0
Torf	53-62	5,2-6,2	32-37	0,1-0,3
Qo'ng'ir ko'mir	62-72	4,4-6,2	18-27	0,5-6,0
Toshko'mir	75-90	4,5-5,5	4-15	0,6-6,0
Antrasit	90-96	1,0-2,0	1-2	0,5-7,0
Neft	83-86	11-13	1-3	0,2-4,0

7.2-jadval

Yonuvchi gazning tarkibiy qismi

Gaz turi	Quruq gaz hajmidagi modda miqdorilari, %							
Tabiiy (Buxoro)	94,9	-	-	3,8	-	0,4	-	0,9
Koks gazi (tozalangan)	22,5	57,5	6,8	1,9	0,8	2,3	0,4	7,8
Domna gazi	0,3	2,7	28	-	-	10,2	0,3	58,5

Suyultirilgan gaz	4	qolgani boshqa gazlar; propan 79%, etan 6% , vodorod, izobutan 11%.
-------------------	---	--

Demak, (q_{yu}^i) bilan (q_q^i) orasidagi bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$(q_{yu}^i) = (q_q^i) + 25(9H^i + W) \quad (7.5)$$

Qattiq yoqilg'ilarning yonish issiqligi $10 \div 28 \text{ MJ/kg}$ oralig'ida bo'lib, uning tarkibidagi namlik va kul miqdorining, ya'ni ballast qismining ortishi bilan $(q_{i.a}^i)$ (ish yoqilg'isining issiqlik ajratishi) kamayib boradi. Suyuq yoqilg'ilarda $q_{i.a}^i = 39 \text{ MJ/kg}$ gacha bo'lsa, gazlarda uning qiymati $4 \div 88,5 \text{ MJ/m}^3$ ni tashkil etadi.

Qattiq va suyuq yoqilg'ilarning issiqlik ajratishini D. I. Mendeleyevning emperik formulasi asosida etarli aniqlikda J/kg o'lchovida nazariy hisoblab topiladi:

$$(q_q^i) = 338C^i + 1025H^i - 108,5(O^i - S^i) - 25W^i \quad (7.6)$$

$$25W^i + 225H^i + 25W^i = 338C^i + 1250H^i - 108,5(O^i - S^i) \quad (7.7)$$

Gaz yoqilg'isi uchun (J/m^3)

$$\begin{aligned} q_q^i = & 108H_2 + 126CO + 234H_2S + 358CH_4 + 638C_2H_8 + \\ & + 1187C_4H_{10} + 1461C_5H_{12} + 591C_2H_4 + 860C_3H_6 + 1135C_4H_8 + \\ & + 1403C_6H_6 \end{aligned} \quad (7.8)$$

Shartli yoqilg'i sifatida issiqlik ajratishi $q_q^i = 29,35 \text{ MJ/kg}$ ($7 \cdot 10^3 \text{ kkal/kg}$) ga teng bo'lgan yoqilg'i qabul qilingan. Shartli yoqilg'i asosida boshqa yoqilg'ilardan iqtisodiy jihatdan foydalanish maqsadga muvofiqligi va ular sarfi aniqlanadi.

7.3.-jadval

Yoqilg'ilarning q_q^i issiqlik ajratishi

Yoqilg'i	$q_q^i \cdot 10^{-4}, \text{kJ/kg}$	Yoqilg'i	$q_q^i \cdot 10^{-4}, \text{kJ/kg}$
Yog'och	1,05-1,47	Neft	4,30-4,60

Torf	0,84-1,05	Mazut	4,0-4,55
Qo'ng'ir ko'mir	0,63-1,09	Kerosin	4,40-4,60
Toshko'mir	2,1-3,0	Benzin	4,40-4,70
Antrasit	2,70-3,10	Tabiiy gaz	2,70-3,80
Yonuvchi slanetslar	0,73-1,50	Neftning hamroh gazlari	4,20-7,10
Pista ko'mir	3,0-3,40	Koks gazi	1,50-2,10
Yarim koks	2,50-3,10	Domna gazi	0,36-0,41
Koks	2,80-3,10	Generator gazi	0,41-0,71
		Suv gazi	1,05-1,17

Karbyuratorli ichki yonuv dvigatellarida, asosiy benzin, ligroin va gaz; dizel ichki yonuv dvigatellarida gazoyl va solyar moyi; reaktiv dvigatellarda kerosin-gazoyl fraksiyalari ishlatiladi. Benzin (frans bnezine — xo'shbo'y modda) uglerod va vodorod birikmalaridan iborat bo'lib 30—205°C qaynaydi. Uning zichligi $\rho = 700-800 \text{ kg/m}^3$. Neftdan olinadigan A-66, A-72, A-76, AN-91, AI-92, AI-93, AI-98 karkali benzinlar karbyuratorli dvigatellarda qo'llaniladi. Aviatsiyada sifati yuqoriroq bo'lgan B400/130, B-95/130, B-31/115 markali yoqilg'i ishlatiladi.

Benzining detonatsiyaga moyilligi uning muhim sifat ko'rsatkichlaridan hisoblanadi. Detonatsiya deb dvigatel silindrida yoqilg'ining portlash tarzida juda ham tez yonishiga aytiladi.

Agar normal sharoitda ish aralashmasi 25 — 30 m/sek tezlik bilan yonsa, detonatsiyada u 2000 — 2500 m/sek da yonadi.

Gazoyl (gaz va ingl. on — moy) dizel dvigateli yoqilg'isi 200—400°C da qaynaydi. Gazoyl qayta ishlansa yana ham yaxshiroq yoqilg'i olinishi mumkin.

Solyar moyi. Neftni qayta ishlash jarayonida, uni haydash, fraksiyalarga ajratishda olinadigan dizel dvigatellarining yoqilg'isi. Qaynash temperaturasi 240—400°C, qovushqoqligi 5—9 sst, 50°C da qotish temperaturasi — 20°C, ochi havoda alanganish temperaturasi 125°C dan yuqori.

Kerosin (yunon. Keros — mum) — suyuq uglevodorodlar aralashmasi bo'lib, reaktiv va dizel dvigatellarining yoqilg'isi xisoblanadi. Kerosin neftni to'g'ri haydash yoki neft mahsulotlarini krekinglash yo'li bilan olinadigan tiniq yoki sarg'ish-zangori tusdagi suyuqlik bo'lib, tez alanganadi. Qaynash temperaturasi 180—320°C, zichligi $\rho = 775-850 \text{ kg/m}^3$.

Ligroin (og'ir benzin) -neft yoki neft-gazni ishlashda hosil bo'ladigan kondensat fraksiyasi bo'lib, 120-240°C da ajratib olinadi va dizel dvigateli yoqilg'isi sifatida ishlatiladi. Ligroin rangsiz, tiniq yoki sarg'ish suyuqlik, zichligi $\rho = 785\text{—}795 \text{ kg/m}^3$.

Dizel yoqilg'isi (gazoyl) ko'pincha yuqori siqish darajasiga ega bo'lgan ichki aralashmali tez harakatli dvigatellarda ishlatiladi.

Turli xil yoqilg'ilarning tarkibiy qismi va ularning issiqlik chiqarish xususiyatlari turlicha (7.4-jadval).

7.4 – jadval

Ayrim yoqilg'ilarning tarkibi va ularning issiqlik chiqarish xususiyatlari

Yoqilg'i nomi	Og'irligi bo'yicha tarkibi				Solishtirma og'irligi, H / m^3	Issiqlik chiqarish xususiyati, kal/kg	15°C va 1 atm havoning nazariy sarfi, m^3/kg
	C, %	H, %	O, N, %	S, %			
Benzin	85,0	15,0	-	-	0,70	10200	12,5
Kerosin	85,5	14,0	0,5	-	0,82	10300	12,5
Benzod	91,0	7,5	1,0	0,5	0,88	9600	11,1
Solyar moyi	85,5	12,2	1,5	0,8	0,82	10000	11,8
Spirt	52,0	13,0	35,0	-	0,80	6000	7,6

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmlar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. "Issiqlik texnikasi" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta'lim resurlari:

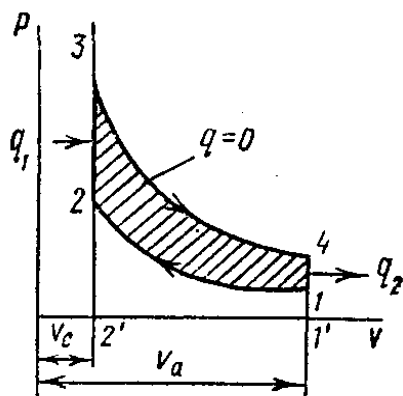
1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar "Gidravlika va gidravlik mashinalar" fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o'quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz

AMALIY MASHG'ULOT 8

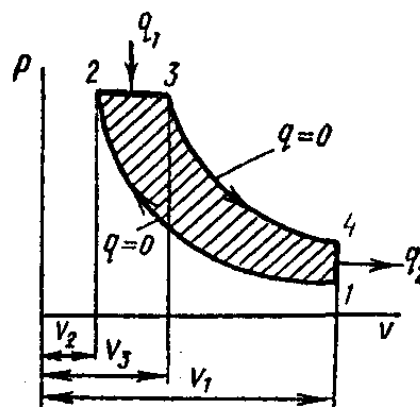
ICHKI YONUV DVIGATELLARI, EFFEKTLI VA INDIKATOR QUVVATLARNI HISOBLASH.

Xozirgi paytda ichki yonuv dvigatellari uchun Karno siklidan farq qiladigan uchta sikl qo'llaniladi: issiqlik $U = const$ da beriladigan sikl; issiqlik $p = const$ da beriladigan sikl va issiqlik $U = const$ hamda $p = const$ da beriladigan sikl. Bu sikllarning termik F. I. K. Karno siklining F. I. K. dan kichik bo'ladi.

Issiqlik $U = const$ sharoitda beriladigan sikl. Gazning boshlang'ich holati nuqta 1 ga (8.1-rasm) mos keladi, deb faraz qilaylik. Gaz adiabatda 1-2 bo'yicha siqilganda uning hajmi kichrayadi, bosim va temperaturasi esa ko'payadi.



8.1-rasm. Issiqlik $U = const$ sharoitda keltiriladigan dvigatel ideal siklining diagrammasi



8.2— rasm. Issiqlik $p = const$ bo'lgan sharoitda keltiriladigan dvigatel ideal siklining

Nuqta 2 da gazga izoxora 2—3 bo'yicha q_1 issiqlik beriladi, natijada o'zgarmas hajmda bosim va temperatura keskin ortib ketadi. So'ngra gaz adiabatada 3-4 bo'yicha kengayib, ish bajaradi, izoxora 4-1 bo'yicha esa gazdan q_2 issiqlik olib ketiladi.

Gazning oxirgi parametrlari bo'yicha ko'rilgan, uning silindrdagi hajmi bilan absolyut bosimi orasidagi bog'liklikni ko'rsatuvchi diagramma porshenli dvigatelning ishini baholashga imkon beradi.

Gaz adiabatada bo'yicha nuqta 1 dan nuqta 2 gacha siqiladi, bunda uning bosimi va temperaturasi ortib boradi, deb faraz qilaylik. Issiqlik izobara 2—3 buyicha keltiriladi va temperatura kutariladi. Shundan keyin gaz adiabatada 3—4 bo'yicha kengayadi va ish bajaradi. Va, nihoyat, izoxora 4—1 bo'yicha sovitkichga issiqlik olib ketiladi. Siklning termik f. i. k. ushbu formuladan aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \cdot \frac{\rho^k - 1}{k(p-1)} \quad (8.1)$$

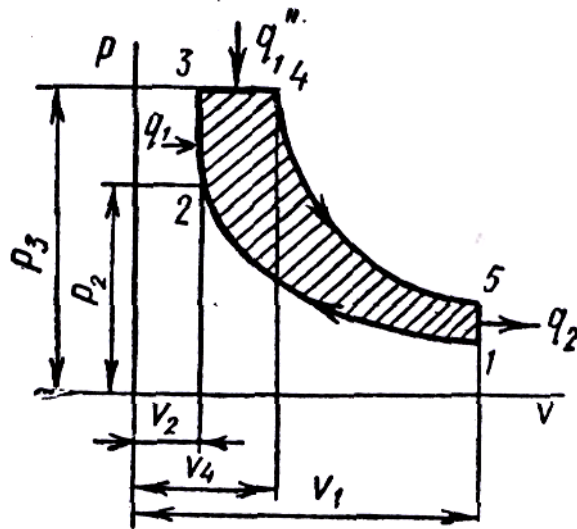
bunda $\varepsilon = v_1 / v_2$ - siqish darajasi,

$p = v_3 / v_2$ - izobarik (dastlabki) kengayish darajasi:

k - adiabatada ko'rsatkichi.

Agar adiabatada ko'rsatkichi k ning ta'siri ko'rib chiqilmaydigan bo'lsa, u xolda (8.2) formuladan ko'rinib turibdiki, ε ko'payishi bilan siklning termik f. i. k. η_t ortadi, p ko'payganda esa kamayadi.

15.4-rasm. shunday siklning diagrammasi ko'rsatilgan. Gaz adiabatada bo'yicha nuqta 1 dan nuqta 2 gacha qadar siqiladi, bunda bosim va temperatura ko'tariladi. Chiziq 2-3 bo'yicha o'zgarmas hajmda issiqlikning bir qismi q_1 beriladi. Issiqlikning qolgan qismi q_1'' o'zgarmas bosimda chiziq 3—4 bo'yicha beriladi. Chiziq 4-5 bo'yicha gaz adiabatik kengayadi, izoxora 5-1 bo'yicha esa q_2 issiqlik sovitkichga olib ketiladi.



8.3-rasm. $v = const$ va $p = const$ bo'lgan sharoitda aralash sikl bo'yicha ishlaydigan dvigatel ideal siklining diagrammasi.

Aralash usulda issiqlik keltiriladigan siklning xarakteristikalarini quyidagi kattaliklardir:

$$\varepsilon = v_1 / v_2 - \text{siqish darajasi};$$

$$\rho = v_4 / v_2 - \text{izobarik kengayish darajasi}; \quad (8.2)$$

$$\lambda = p_3 / p_2 - \text{issiqlik keltirilgan joyda bosimning ko'tarilish darajasi}.$$

Siklning termik f. i. k. ushbu formuladan aniqlanadi:

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} - \frac{\rho^k \lambda - 1}{(\lambda - 1) + k\lambda(\rho - 1)} \quad (8.3)$$

(8.3) formuladan ko'rinib turibdiki, siklning f. i. k. ε va λ ko'payishi bilan ortadi va ρ kattalashganda kamayadi.

Ortacha indikatoriy bosim qiymatiga qarab ish protsessining samaradorlik darajasi, ya'ni dvigatel bajaradigan indikatoriy ish haqida fikr yuritiladi.

p_i qiymati qanchalik katta bo'lsa, indikatoriy ish shunchalik ko'p, silindrning ish hajmi V_h dan foydalanilish darajasi shunchalik yuqori bo'ladi.

O'rtacha indikatoriy bosim kattaligi qo'llanilayotgan siklga, ortiqcha havo koeffitsiyentiga, siqish darajasiga va boshqalarga bog'liq.

Quyida dvigatellarning ba'zi tiplari uchun o'rtacha indikatoriy bosim qiymatlari keltirilgan.

Dvigatelning nomi.	p_i bar
Neft bilan ishlaydigan	2,5—4,5
Gaz bilan ishlaydigan	4,0—7,0

Kerosin bilan ishlaydigan	4,0—6,0
Benzin bilan ishlaydigan avtomobil dvigatellari	6,0—10,0
Benzin bilan ishlaydigan haidagichlari bor aviatsiya dvigatellari	12—18
O'z-o'zidan alanga oladigan qo'zg'almas daigatellar	5,6—6,5
O'z-o'zidan alanga oladigan tez yurar avtotraktor va aviatsiya dvigatellari	7,0—9,0

Dvigatellarning quvvati. Dvigatelning bir marta to'liq siklida silindr ichida gaz bajaradigan sekundiy ish indikatoriy quvvat N_i deyiladi.

Vali n ayl/minut tezlik bilan aylanadigan to'rt taktli dvigatel uchun bir minutdagi sikllar soni $n/2$ ga, ikki taktli dvigatel uchun esa n ga teng. Taktlar soni istalgancha bo'lgan dvigatel uchun bir minutdagi sikllar sonini $2n/\tau$ bilan ifodalash mumkin, bunda τ —taktlar soni. U holda dvigatelning har qaysi silindrida hosil qilinadigan quvvatni ushbu formula bo'yicha hisoblab topish mumkin:

$$N_i^{st} = \frac{p_i V_h 2n}{6 \cdot 10^4 \pi} \quad (8.4)$$

bu yerda $p_i V_h$ — dvigatelning indikatoriy ishi, j .

Maxrajdagi $6 \cdot 10^4$ koeffitsiyent bir minutdagi aylanishlar sonini bir sekunddagi aylanishlar soniga ($1 \text{ min} = 60 \text{ sek}$) hamda vattlarda ifodalangan quvvatni kilovatlarga ($1 \text{ kv}t = 1000 \text{ vt}$) aylantirish uchundir. Qisqartirgandan keyin quyidagini olamiz:

$$N_i^{st} = \frac{p_i V_h n}{3 \cdot 10^4 \tau} \quad (8.5)$$

Ko'p silindrli oddiy dvigatelning indikatoriy quvvati quyidagiga teng:

$$N_i^{st} = \frac{p_i V_h n z}{3 \cdot 10^4 \tau} \quad (8.6)$$

bu yerda z - dvigatel silindrlarining soni.

Indikatoriy quvvatning bir qismi porshen bilan silindr devorlari orasida, shatunlarning asos podshipniklarida taqsimlash mexanizmlarida, yonilg'i, moy, suv nasoslarida va boshqalarda vujudga keladigan ishqalanishlarni yengishga sarflanadi,

Shu sababli dvigatel valida olingan, effaktiv quvvat deyiladigan foydali quvvat N_e indikatoriy quvvatdan ishqalanishni yengishga sarflangan quvvat N_{ishq} miqdori qadar kichik bo'ladi:

$$N_e = N_i - n_{ishq} \quad (8.7)$$

Dvigatelning foydali ish koeffitsiyentlari. Shu vaqtga qadar ko'rib chiqilgan ish protsesslari ularning termik f. i. k. η_i ning kattaligi bilan baholanar edi. Lekin dvigatelga amalda baho berish uchun indikatoriy f. i. k. bilan effektiv f. i. k. ni bilish kerak.

Indikatoriy f.i.k. η_i dvigatel silindrida yonilg'ining issiqligidan foydalanilish darajasini ko'rsatadi. U indikatoriy ishga aylantirilgan issiqlikning yonilg'ining sarflangan barcha issiqligiga nisbatidan iborat:

$$\eta_i = \frac{N_i}{BQ_q^i} \quad (8.8)$$

bunda B — yonilg'ining o'rtacha sarfi, kg\sek ,yoki m³/sek.

η_i qiymatining katta bo'lishi dvigatel silindridagi ish protsessining yuqori sifatli ekanligidan dalolat beradi.

Effektiv f.i.k. effektiv ishga aylantirilgan issiqlikning sarflangan barcha issiqlikka nisbatan foydalanilish darajasini ko'rsatadi:

$$\eta_e = \frac{N_e}{BQ_q^i} \quad (8.10)$$

bu yerda N_e -effektiv quvvat.

Effektiv va indikatoriy f. i. k. o'zaro quyidagi nisbat orqali bog'langan:

$$\eta_e = \eta_i \eta_m$$

bu yerda η_m - mexanikaviy isroflarni hisobga oluvchi mexanikaviy f.i.k., u effektiv quvvatning indikatoriy quvvatga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \quad (8.11)$$

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmlar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.

5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta‘lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz

AMALIY MASHG‘ULOT 9

QOZON QURILMALARI, BUG‘ GAZ TURBINALARI VA REAKTIV DVIGATELLARNI HISOBLASH

Qozon qurilmasining asosiy ish tavsiflariga quyidagilar kiradi:

Bug‘ unumdorligi (qozonning quvvati), bu vaqt birligida hosil bo‘lgan bug‘ miqdori bilan aniqlanadi.

Bug‘ning parametrlari (bosim va o‘ta qizish temperaturasi).

Qozon agregatining F.I.K.

Qozon qurilmalarini quyidagi belgilariga ko‘ra tavsiflash mumkin:

1. Bug‘ unumdorligiga ko‘ra:

a) bug‘ unumdorligi past -(0,01-5,5 kg/s);

b) bug‘ unumdorligi o‘rtacha-(30 kg/s gacha);

v) bug‘ unumdorligi yuqori -(500-1000 kg/s gacha);

2. Bug‘ bosimiga ko‘ra:

a) past bosimli -(P=0,8(1,6 MPa);

б) o‘rta bosimli -(P=2,4(4 MPa);

v) yuqori bosimli- (P=10(14 MPa);

g) o'ta yuqori bosimli $(P=25(31 \text{ MPa}))$

1. Qozon agregatining issiqlik balansi. Qozon agregatiga issiqlik kelishi va uni sarflanishi muvozanatlashgan, ya'ni balanslashgan bo'lish kerak. Issiqlik balansi asosida yoqilg'ini sarfi aniqlanadi va qozon agregatining asosiy tavsifi bo'lgan F.I.K. hisoblanadi. Issiqlik balansi tenglamasi 1 kg qattiq suyuq yoki 1 m³ gaz yoqilg'isi uchun tuziladi:

$$Q_{\mu}^n = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (9.1)$$

bunda Q_{μ}^n - ixtiyorimizdagi issiqlik; Q_1 – foydalanilgan issiqlik; Q_2 – chiqib ketayotgan gazlar bilan issiqlikning isrof bo'lishi; Q_3 – kimyoviy to'la yonmaslikdan issiqlikning isrof bo'lishi; Q_4 – mexanik to'la yonmaslikdan issiqlikning isrof bo'lishi; Q_5 – atrof muhitga issiqlikning isrof bo'lishi; Q_6 – qozon agregatidan tashqariga chiqariladigan shlak issiqligi hisobiga bo'ladigan issiqlik isrofi.

Issiqlik balansi tenglamasini Q_{μ}^n ga nisbatan foizlarda ifodalash mumkin.

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100\% \quad (9.2)$$

bunda $q_1 = \frac{Q_1}{Q_{\mu}^n} 100\%$; $q_2 = \frac{Q_2}{Q_{\mu}^n} 100\%$ va h.q.

Ihtiyorimizdagi issiqlik quyidagi kattaliklarni yig'indisiga teng bo'ladi:

$$Q_i^i = Q_k^i + Q_{fm} + Q_{x,i} + Q_{b,m} \quad (9.3)$$

bunda Q_k^i - yoqilg'ining quyi yonish issiqligi; Q_{fm} - yoqilg'ining fizik issiqligi; $Q_{x,i}$ - havo bilan kirgan issiqlik; bu issiqlik havo tashqi manbadan isitilganda hisobga olinadi; $Q_{b,m}$ - puflanadigan bug' bilan mazut yoqishda keladigan issiqlik.

Havo bilan kirgan issiqlikni quyidagi tenglamadan hisoblanadi:

$$Q_{x,i} = \alpha V_0 c'_p (T_{u,x} - T_{c,x})$$

bunda α - ortikcha havo ko'effitsiyenti; c'_p - havoning o'rtacha xajmiy izobar issiqlik sig'imi; $T_{u,x}$ - isitilgan havo temperaturasi; $T_{c,x}$ - sovuq havo temperaturasi; V_0 - 1 kg yoki 1 m³ yoqilg'ining yonishi uchun zarur bo'lgan havoning nazariy miqdori. Bug' bilan kirgan issiqlik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q_{\phi,i} = W_{\phi} (h_{\phi} - r)$$

bunda W_{ϕ} - bug'ning forsunkadagi sarfi, 0,3 – 0,4 kg/kg; h_{ϕ} - bug' yentalpiyasi, kJ/kg; r - bug' hosil qilish issiqligi, kJ/kg.

Yoqilg'ining fizik issiqligi:

$$Q_{fi} = c_{yo} (T_{yo} - 273)$$

bunda c_{ϵ} - yoqilg'ining issiqlik sig'imi; T_{ϵ} - yoqilg'i temperaturasi, K.

Balans tengalimasidagi $Q_{fi} + Q_i + Q_{x.i}$ yig'indi Q_k^i ga nisbatan juda kichik bo'lganligi sababli ularni ayrim taqribiy hisoblashlarda e'tiborga olmasa ham bo'ladi. Unda tenglama quydagi ko'rinishga keladi:

$$Q_i^i = Q_k^i.$$

Chiqib ketayotgan gazlar bilan issiqlikning isrof bo'lishi q_2 eng katta isrof bo'lib, asosan chiqib ketayotgan gazlarning temperaturasi va ortiqcha havo koeffitsiyentiga bog'liq. Gaz va suyuq yoqilg'i yoqilganda (%) da :

$$q_2 = \frac{h_2 - \alpha_r h_{c.x}}{Q_i^i} 100 \quad (9.4)$$

va qattiq yoqilg'i yoqilganda (%)

$$q_2 = \frac{h_2 - a_r h_{c.x} (100 - q_n)}{Q_{.M}^M} \quad (9.5)$$

bunda α_r - chiqib ketayotgan gazlardagi ortiqcha havo koeffitsiyenti; h_r - yonish mahsulotlari entalpiyasi; $h_{c.x}$ - o'txonaga kirayotgan sovuq havo entalpiyasi;

$$h_r = V_r \cdot c_r \cdot t_r \quad (9.6)$$

bu yerda V_r - chiqib ketayotgan yonish mahsulotlari hajmi; c_r, t_r - chiqib ketayotgan gazlarning issiqlik sig'imi va temperaturasi. Xozirgi paytda qozon qurilmalarini loyihalashda chiqib ketayotgan tutun gazlarning hisoblangan temperaturasi 120 - 170(C ga teng deb qabul qilinadi. Unumdorligi katta bo'lgan agregatlarda $q_2 = 3-7$ % ni tashkil yetadi. Suv yekonomayzeri va havo isitgichlari bo'lmagan qozonlarda $q_2 = 20-30$ % ga yetadi.

Kimyoviy to'la yonmaslikdan bo'ladigan issiqlik isroflari q_3 ga o'txonada havoning umuman yetishmasligi yoki yoqilg'ining havo bilan yomon aralashishi natijasida shu joyda havoning yetishmasligi sabab bo'ladi. Mexanik to'la yonmaslikdan bo'ladigan issiqlik isroflari q_4 , cho'g'donlarining teshiklaridan to'kilib qozon agregatlaridan kul va shlak bilan birga hamda tutun gazlari bilan birga chiqib ketadigan yoqilg'ining yonib bo'lmagan zarralari miqdoriga bog'liq. Kamerali o'txonada qattiq yoqilg'i yoqishda isroflar yig'indisi $q_3 + q_4$ 1-7% ni tashkil yetadi. O'txona devorlarining issiqlik izolyatsiyasi orqali issiqlik kam isrof bo'ladi. Unumdorligi 2,78 kg/s gacha bo'lgan bug' qozonlari uchun $q_5 = 2 \div 4$ % ; 16,7 kg/s gacha - $q_5 = 1 \div 2$ % , 16,7 dan yuqori bo'lsa, $q_5 = 1 \div 0,5$ % bo'ladi. Kul va shlak bilan bilan birga issiqlik isroflari kam bo'ladi va u asosan qatlamli va kamerali yoqishda hisobga olinadi ($q_6 = 1 \div 1,5$ %).

O'txonada yoqilg'i yonganda olingan issiqliklardan foydalanish darajasi qozon agregatining F.I.K. ga qarab aniqlanadi (%) da :

$$\eta_{ka} = q_1 = \frac{Q_1}{Q_i^i} 100 \quad (9.7)$$

yoki

$$\eta_{ka}^{br} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6), \quad (9.8)$$

Bunda η_{ka}^{op} - qozon agregatining brutto F.I.K.

Qozon agregatining o'ziga sarf bo'ladigan issiqlik miqdorini hisobga olmasdan hisoblangan F.I.K. qozonning brutto F.I.K. deyiladi. Agar qozon agregatining o'ziga sarflangan issiqlikni etiborga olsak, u holda qozon agregatining netto F.I.K. ni hosil qilamiz:

$$\eta_{ka}^n = \eta_{ka}^{br} - q_{u.z}. \quad (9.9)$$

Zamonaviy qozon agregatining F.I.K. 90-95% bo'lib, ular sanoatning turli sohalarini bug' va suv bilan ta'minlaydi hamda bug' turbinasi bilan hamkorlikda yelektr yenergiyasi ishlab chiqaradi. Foydalanilgan issiqlikni quyidagicha aniqlash mumkin. V bilan yoqilg'i sarfini, D bilan qozon agregatining bug' unumdorligini, Q_{ka} bilan taminlash suvini bug'ga aylanishi uchun sarflangan issiqlikni belgilaylik. U holda qozon agregatida issiqlik sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$BQ_i \eta_{ka}^{br} = Q_{ka} \quad (9.10)$$

(9.10) tenglamadan yoqilg'i sarfi B ni (kg/s da) aniqlash mumkin:

$$B = \frac{Q_{ka}}{Q_u \cdot \eta_{ka}^{op}} \quad (9.11)$$

Q_{ka} ni (kJda) quyidagi formuladan aniqlaymiz:

$$Q_{ka} = D(h_b - h_{t,s}) + D_p(h' - h_{t,s}), \quad (9.12)$$

Bunda χ_{δ} , $\chi_{m.c}$, χ' - o'ta qizigan bug'ning, taminlash suvining va to'yingan bug'ning yentalpiyasi, kJ/kg ; D – puflash suvining sarfi, kg.

Puflash suvining sarfi sanoat qozonlarining texnik ishlatish qoidalariga asosan D ning 5% dan ortmasligi kerak.

Nazorat uchun savollar:

1. Qozon qurilmasi deb qanday qurilmaga aytiladi?
2. Qozon qurilmasi ishlab chiqargan mahsulot turiga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?
3. Bug' unumdorligiga ko'ra qozonlar qanday turlarga bo'linadi?
4. Bug' bosimiga ko'ra qozonlar qanday turlarga bo'linadi?
5. Ishlatilishiga ko'ra qozonlar qanday turlarga bo'linadi?
6. Qozon qurilmasining texnologik sxemasi nimalardan tarkib topgan?
7. Qozon agregatining issiqlik balansi nimalardan tarkib topgan?
8. Qozon agregatining F.I.K.ni qanday yo'llar bilan oshirish mumkin?

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmlar» // T. «O‘qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O‘zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O‘qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

GIDRAVLIKA VA ISSIQLIK TEXNIKASI

**fanidan
LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI**

Samarqand 2019

Laboratoriya ishi №1

**SUYUQLIKLARNING YOPISHQOQLIGINI ANIQLASH.
SUYUQLIKLARNING ASOSIY FIZIKAVIY XOSSALARINI ANIQLASH
VA ULARDAN XALQ XO'JALIGIDA FOYDALANISH.**

Ishdan maqsad: Laminar rejimi sharoitida suvning asosiy harakat qonunlarini o'rganish, kinematik va dinamik yopishqoqlik (qovushoqlik) koeffitsientlarini aniqlash.

Kerakli asboblari: Puazeyl usulida suvni qovushoqligini aniqlash qurilmasi, termometr, hajmi ma'lum bo'lgan idish (menzurka), sekundomer.

NAZARIY QISM:

Ko'ndalang kesimi yuzasi doiraviy shaklda bo'lgan gorizontal holatdagi suvning laminar harakati paytida suvning 1-1 va 2-2 kesimlari orasidan R radiusli elimentar hajmini ajratish mumkin (1.1-rasm).

Hajmning muvozanatlanish sharti quyidagicha bo'ladi.

$$(P_1 - P_2)\pi r^2 - \tau 2\pi r \ell = 0$$

Bu yerda bosim kuchi ishqalanish kuchlari bilan muvozanatda bo'ladi.

Nyuton gipotezasiga kura:

$$\tau = -\mu \frac{d\mathcal{G}}{dr}$$

bu yerda μ - dinamik qovushoqlik koeffitsienti;

$d\mathcal{G}$ - tanlangan kesimdagi tezlik gradienti.

u holda:

$$(P_1 - P_2)r + 2\mu\ell \frac{d\mathcal{G}}{dr} = 0$$

yoki

$$d\mathcal{G} = -\frac{P_1 - P_2}{2\mu\ell} \cdot \frac{r}{dr} \quad (1.1)$$

(1.1) tenglamani integrallaymiz:

$$\mathcal{G} = -\frac{(P_1 - P_2)}{4\mu\ell} r^2 + c \quad (1.2)$$

Integrallash doimiysi $-C$ quyidagi chegaraviy shartlarda aniqlanadi:

$$r = R \quad \text{ba} \quad \mathcal{G} = 0$$

$$c = \frac{(P_1 - P_2)}{4\mu\ell} \cdot R^2$$

(1.2) tenglamaga C ning qiymatlarini qoyib quyidagina hosil qilamiz:

$$\mathcal{G} = \frac{(P_1 - P_2)}{4\mu\ell} (R^2 - r^2) \quad (1.3)$$

$P_1 - P_2 = h\rho g$ bo'lgani uchun:

$$\mathcal{G} = \frac{h\rho g}{4\mu\ell} (R^2 - r^2) = \frac{h\rho g}{4\mu\ell} R^2 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \quad (1.4)$$

Demak tezlik, trubaning o'qi boylab parabola qonuni boyicha tarqaladi.

Agar $r = 0$ bo'lsa truba o'qida \mathcal{G}_0 tezlikning maksimal qiymatini olamiz.

$$\mathcal{G}_0 = \frac{h\rho g}{4\mu\ell} \cdot R^2 \quad (1.5)$$

(1.5) formulani (1.4) ga qoysak u holda quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$$

Eng kichik kesim maydonidan o'tuvchi suyuqlikning elementar sarfi quyidagicha:

$$dQ = \mathcal{G} \cdot dS = \mathcal{G} \cdot 2\pi r \cdot dr \quad (1.6)$$

(1.6) formulaga (1.4) tenglamadagi \mathcal{G} ning qiymatini qoysak:

$$dQ = \frac{h\rho g}{4\mu\ell} (R^2 - r^2) 2\pi r \cdot dr \quad (1.7)$$

(1.7)ni integrallab quyidagiga ega bo'lamiz:

$$Q = \frac{h\rho g}{2\mu\ell} \cdot \pi \int_{r=0}^{r=R} (R^2 - r^2) r \cdot dr = \frac{h\rho g \pi}{8\mu\ell} \cdot R^4 \quad (1.8)$$

$R^4 = \frac{d^4}{16}$ ekanligini hisobga olib, (1.8)dan qovushoqlikning dinamik koeffitsientini aniqlash formulasini topamiz:

$$\mu = \frac{\rho g \pi d^4}{128\ell} \cdot \frac{h}{Q} \quad (1.9)$$

Bu tenglik Puazeyl qonuni deyiladi.

Berilgan truba uchun $\frac{\rho g \pi d^4}{128 \ell}$ ifoda o'zgarmas kattalik bo'lib C bilan belgilanadi.

U holda: $\mu = c \frac{h}{Q}$ yakuniy ifodaga ega bo'lamiz.

ISHNI BAJARISH TARTIBI:

Tajriba Puazeyl viskozimetrii deb nomlangan qurilmada olib boriladi (1.1-rasm).

Viskozimetr, kattaroq idish (3), suv sarfini rostlaydigan jumragi (6) bo'lgan gorizontol o'rnatilgan (truba) naycha (5) dan, trubaprovodning ℓ uzunligidagi bosim pasayishini o'lchaydigan p'ezometr (4) dan iborat. Qurilma hajmi ma'lum bo'lgan idish (menzurka) va suv sarfini aniqlash uchun sekundomer bilan jihozlangan.

(Suvning truba ichidagi laminar harakatini ta'minlash uchun idishning balandligi 0,5 m, trubaning diametri $d = 165$ mm va uzunligi $\ell = 0,5$ m bo'lishi maqsadga muvofiqdir).

Mikrovint (1) vositasida priborni aniq gorizontol holatga keltirib o'rnatiladi, shu bilan bir vaqtda uning vaziyati ko'zdan kechiriladi. Keyin idish (3) suv bilan to'ldiriladi va jumrak (6) hamda (2) yopiladi, shu onda idish (3) da va p'ezometr (4) da suv bir gorizontol satxda bo'lishi kerak.

Trubaprovod (5) ning diametri va p'ezometrlar orasidagi masofa ℓ o'lchanadi, trubaprovod (5) ning kesim yuzasi aniqlanadi. 1.1-jadval to'ldiriladi.

Jumrak (6) to'la ochiladi va pezometrlardan bosim tushishi aniqlanadi, suv sarfi va temperaturasi o'lchanadi. Shu taxlitda h ning mumkin bo'lgan max va min qiymatlarigacha o'lchashlar bir necha marta takrorlanadi.

Berilgan o'lchamlar boyicha qurilma doimiysi topiladi, qovushoqlikning dinamik koeffitsienti qiymatini va suv qovushoqligining kinematik koeffitsienti hisoblanadi.

Suvning harakat tezligi qiymati topiladi va Reynolds soni qiymati hisoblanib aniqlanadi, bu qiymatlar suv harakatining rejimini belgilaydi.

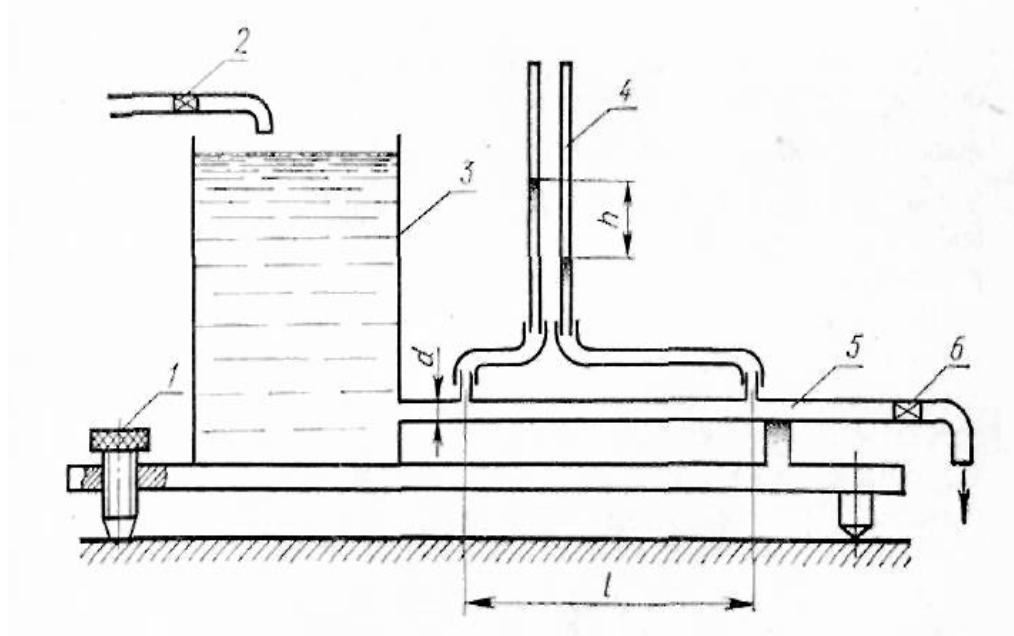
Suv sarfining birinchi o'lchamlarida (R ning max qiymatlari uchun) oqimining kesim yuzasidagi $r = 0$; $r = 1/4R$, $r = 1/2R$; $r = 3/4 R$ va $r=R$ nuqtalarida suv tezligining haqiqiy qiymatlari aniqlanadi.

$\vartheta = f(Re)$ grafigi ko'rsatilgan nuqtalarda suv oqimi kesimidagi haqiqiy tezliklari epyurasi tuziladi. Xamma o'lchashlar va hisoblashlar natijalari hisobot jadvaliga kiritiladi (1.1 va 1.2 jadvallar).

1.1-jadval

№	Kattaliklarning nomi	Belgilanishlar	Tajriba nomeri
1	Trubaprovodning diametri	d	
2	Trubaprovodning uzunligi	L	
3	Trubaprovodning kundalang kesimi	S	
4	Bosim tushishi	h	
5	O'lchov idishning hajmi	v	
6	Idishni to'ldirish uchun ketgan vaqt	τ	
7	Suvning temperaturasi	t	
8	Suvning zichligi	ρ	
9	Qurilma doimiysi	c	
10	Suv sarfi	Q	
11	Suv qovushoqligining dinamik koeffitsienti	μ	
12	Suv qovushoqligining kinematik koeffitsienti	ν	
13	Suvning o'rtacha tezligi	ϑ_{cp}	
14	Reynolds sonining qiymati	Re	
15	Oqimning kundalang kesimi nuqtalaridagi suvning haqiqiy tezligi	ϑ	

r - ning qiymatlari	$r = 0$	$r = \frac{1}{4}R$	$r = \frac{1}{2}R$	$r = \frac{3}{4}R$	$r = R$
Re - ning qiymatlari					



1.1-rasm. Puazeyl usulida suvning qovushoqligini aniqlash qurilmasi

1- mikrovint; 2-jumrak; 3- rezervuar;

4- pezometr; 5- truboprovod (quvur).

NAZORAT SAVOLLARI:

- 1.Suyuqlikning qovushoqligi deb nimaga aytiladi?
- 2.Qovushoqlik koeffitsientlarini aytib bering, ular qanday birliklarda o'lchanadi?
- 3.Puazeyl usuli bilan qovushoqlikni aniqlash jarayonini tasvirlab bering?
- 4.Suyuqlikning laminar harakati paytda, oqim ko'ndalang kesimi yuzasidagi haqiqiy tezlik epyurasi qanday ko'rinishda bo'ladi?

Laboratoriya ishi № 2

LAMINAR VA TURBULENT OQIM TEZLIKLARINI VA REYNOLDS SONINI ANIQLASH

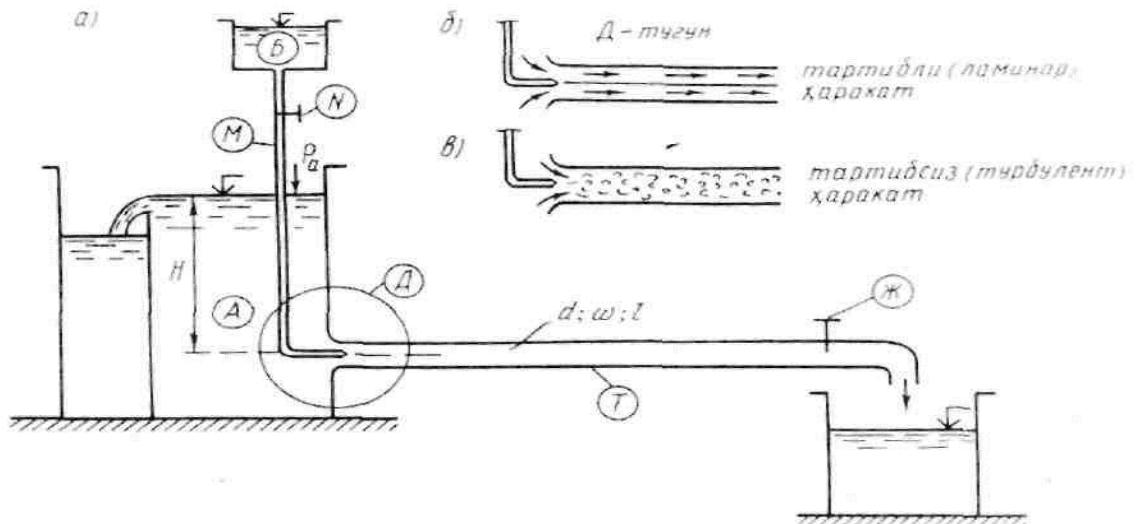
Ishning maqsadi: Tajribada kuzatishlar va Reynolds sonini xisoblash orkali suyuqlik xarakatining ikki rejimini tekshirish.

Kerakli asboblari: Suyuqlik xarakatining ikki rejimini aniqlaydigan qurilma, sekundamer, hajmi ma'lum bo'lgan idish (menzurka), tarozi va toshlar.

NAZARIY QISM

Gidravlik ishqalanishni tajribada o'rganish natijalari shuni ko'rsatdiki, suyuqlik oqimi paytida yo'qotilgan napor (energiya), shu oqim qanday tartibda (laminar yoki turbulent) harakatlanishiga bog'liq. Laminar harakatda suyuqlik qatlam-qatlam bo'lib oqib, shu suyuqlik zarrachalari bosib o'tgan yo'llarining izlari bir-biriga nisbatan parallel bo'ladi. Laminar so'zi lotin tilidan olingan bo'lib, lamina — qatlam ma'nosini (2.1a, 2.1b- rasmlar) anglatadi. Tabiatda suyuqlik oqimining laminar harakati, asosan, yer osti suyuqliklari harakatida, ingichka kapillyar naychalar ichidagi suyuqlik harakatida va katta qovushoqlikka ega bo'lgan suyuqliklar, masalan, neft, vazelin va har xil yog'lar harakatida uchraydi. Turbulent harakat deb, suyuqlik oqimi qatlam-qatlam bo'lib oqishi buzilib, shu suyuqlik zarrachalari bosib o'tgan yo'llarining izlari juda murakkab shaklda bo'lib, bir-biriga chalkashib o'ralib ketadigan harakatga aytiladi. Turbulent so'zi lotin tilidan olingan bo'lib, turbulentus — tartibsiz degan ma'noni bildiradi (2.1a, 2.1b- rasmlar).

Tabiatdagi barcha suyuqlik harakati asosan turbulent holatda bo'ladi. Suyuqlik oqimining laminar va turbulent harakatini birinchi marta rus olimi D. I. Mendeleev 1880 yilda aytib o'tgan. Keyinchalik D. I. Mendeleevning fikrini ingliz fizigi O. Reynolds tajribada 1883 yili tasdiqladi. O. Reynolds birinchi bo'lib shu harakat tartiblarining xossalari tajribada tushuntirib berdi. Suyuqlikning harakat tartibini aniqlovchi shartning fizik xarakteristikalarini nazariy va tajribaviy usullar yordamida ishlab chiqdi.



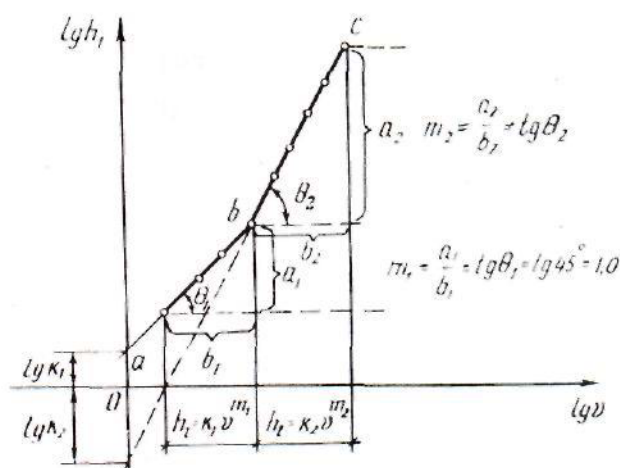
2.1 -rasm

O. Reynolds tajribalari. O. Reynolds suyuqlikning harakat tartibini tajribada o'rganish uchun maxsus qurilma ishlab chiqqan va bu qurilma O. Reynolds qurilmasi deb ataldi (2.1a- rasm). Qurilmada A idishga T quvur ulangan bo'lib, bu quvur shishadan*) yasalgan, uning oxirida Ж jo'mrak o'rnatilgan. A idishning ustida kichkina B idishcha joylashgan, bu idishdan M naychasi yordamida T quvurning kirish qismi orqali boyoq yuboriladi, boyoqning solishtirma og'irligi suvning solishtirma og'irligi bilan bir xil. T quvurning oxiridagi Ж jo'mrakni ochish va yopish bilan T quvurda oqimning harakat v tezligi va Q suyuqlik sarfi o'zgartiriladi. Endi tajriba o'tkazish usuliga o'tsak, u quyidagicha: shishadan yasalgan T quvurda harakat qilayotgan suyuqlik oqimiga M naycha orqali boyoq yuboraylik. Bu paytda boyoq T quvurda harakatlanayotgan suyuqlik oqimi ichida, shu suyuqlik bilan aralashmasdan oqim zarrachalarining harakatlanayotgan chizig'idek alohida harakatlansa (2.1b- rasm), bunday harakat laminar harakat deb ataladi. Boyoq shu suyuqlik bilan aralashib, oqim ichidagi boyoq chizig'i ko'rinmay ketsa, bunday harakat turbulent harakat deb ataladi (2.1v- rasm). Agar shisha quvurdagi Ж jo'mrakni asta ochsak, A idishdan suyuqlik oqib chiqa boshlaydi. T quvurda uning ko'ndalang kesimi boyicha qandaydir o'rtacha v tezlik paydo bo'ladi, bu paytda suv sarfiga va quvurning ko'ndalang kesimiga tegishli A idishda suv sathi o'zgarmas, ya'ni $H = \text{const}$ bo'lishi kerak.

Bundan ko'rinadiki, boyoq atrofdagi suyuqliklar bilan aralashmagan holda harakat qilyapti. Boshlanishda shunday xayolga kelamizki, shu boyoqdan hosil bo'lgan oqim chizig'i (elementar oqim naychasi) xuddi shu T quvurning ichida qotib qolgandek tuyuladi (1 b- rasm). Bunday harakat laminar harakat deb ataladi. Agar shu tartibda T quvurdagi suyuqlik ichida boyoqdan tag'in bir necha elementar

oqim naychalarini tashkil etsak, unda ular bo'lak-bo'lak elementar oqim naychasi shaklida atrofdagi suyuqlik massalari bilan aralashmasdan, alohida harakat qiladi. Shunday qilib T shisha quvurda hamma suyuqlik bo'lak-bo'lak va qavatma-qavat holda bir-biri bilan va atrofdagi boshqa suyuqliklar bilan aralashmasdan o'z holicha harakat qilaveradi, unda oqim chizig'i to'g'ri chiziqli shaklda bo'lib, uzunligi boyicha o'zgarmaydi. Agar Ж жумракни yana ozgina ochsak, unda v tezlik va Q suv sarfi ko'payadi. Boshlanishda sifat jihatidan bu hodisa hech o'zgarmaydi. Oldingidek bo'lgan oqim naychasi atrofdagi suyuqliklar bilan aralashmasdan o'z holicha harakat qilaveradi. Ammo shu jo'mrakni ochishda davom ettirib boraversak, birdan qandaydir bir elementar vaqt ichida boyalgan oqim naychasi qiyshaya boshlaydi, shunda oqim chizig'i ilon izi bo'lib qoladi. Elementar oqim naychasi esa tebrana boshlaydi. Bu hodisa faqat fazoda ixtiyoriy nuqtadagi vektor tezligining vaqt o'tishi bilan to'xtamasdan o'zgargani sababli roy berishi mumkin. Shu tezliklar beto'xtov o'zgarishlarining kuchayishi natijasida boyalgan elementar oqim naychasi atrofidagi suyuqlik massasi bilan aralasha boshlaydi va oqim chiziqlari juda ham kichik vaqt ichida o'z shaklini yo'qotib, butun T quvurdagi oqimning ko'ndalang kesimi boyicha mayda girdobchalar ko'rinishiga aylanib ketadilar va tartibli va tartibsiz ravishda harakatlana boshlaydilar (2.1 v-rasm). Bunday harakat turbulent harakat deb ataladi. Agar shu yuqorida o'tkazilgan tajribani teskari yo'nalishda takrorlasak, ya'ni Ж jo'mrakni (u to'liq ochilganidan keyin) sekin-asta berkita boshlasak, u holda turbulent harakatdan laminar harakatga o'tish laminar harakatdan turbulent harakatga o'tishga qaraganda ancha kichik tezlikda ta'minlanadi. Shunday qilib «o'tish zonasi» vujudga keladi.

*) Tajriba o'tkazayotganda suyuqlik ichiga yuborilayotgan boyoq harakati tashqaridan ko'rinib turishi uchun shisha quvur olinadi.



2.2-rasm.

Bu «o'tish zonasida» tartib xarakteri mustahkam emas va biror kutilmagan omil ta'sirida laminar harakat turbulentga o'tishi yoki turbulent harakat laminarga o'tishi mumkin. Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, suyuqlik oqimining harakati paytida yo'qotilgan napor harakat tartibining tezliklariga bog'liq ekan. Bunday tajribalar natijalarini chizmada ko'rsatish maqsadida quyidagi bog'lanish grafigini qarab chiqamiz (2.2 - rasm):

$$\lg h_f = f(\lg \vartheta) \quad (2.1)$$

2.2-rasmda ordinata o'qiga, $\lg h_f$ abstsissa o'qiga $\lg v$ miqdorlarini qoyib chiqsak, chizmada bir-biri bilan kesishuvchi ikkita to'g'ri chiziq hosil bo'ladi. Bunday to'g'ri chiziqlarning tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\lg h_f = \lg k + m \lg \vartheta \quad (2.2)$$

Bu yerda $m = \operatorname{tg} \theta$; θ — ab va bc to'g'ri chiziqlarning abstsissa o'qi bilan tashkil etgan burchak. (2.2) tenglamadan

$$h_f = k \vartheta^m \quad (2.3)$$

bu yerda k — o'zanning o'lchamlarini va suyuqlikning harakat turlarini ifodalovchi koeffitsient; τ — daraja ko'rsatkich, suyuqlik oqimining o'rtacha tezligini yo'qotilgan napor (solishtirma energiya)ga ta'sirini ifodalaydi. $\lg h_f = f(\lg \vartheta)$ grafiklan (2.2-rasm) quyidagi xulosani olamiz:

5) ab to'g'ri chiziq suyuqlikning laminar harakatini ifodalaydi; ab to'g'ri chiziq abstsissa o'qi bilan $\theta_1 = 45^\circ$ burchakni tashkil etadi. U holda $m = \operatorname{tg} \theta_1 = \operatorname{tg} 45^\circ = 1,0$ ga teng; laminar harakatda o'zanning uzunligi boyicha h_1 yo'qotilgan napor oqim tezligining birinni darajali ko'rsatkichiga to'g'ri proporsional, ya'ni $h_1 = k_1 \vartheta^m$ bu yerda $\tau = 1$

6) bc to'g'ri chizig'i suyuqlikning turbulent harakatini ifodalaydi; bc to'g'ri chizig'i absissa o'qi bilan $\theta_2 (\theta_2 > 45^\circ)$ burchakni tashkil etadi; (2.3) formulada $\tau \gg 1$; turbulent harakatda oqimning uzunligi boyina yo'qotilgan napor h_1 ϑ tezlikning τ daraja ko'rsatkichiga to'g'ri proporsional, ya'ni $h_1 = k_2 \vartheta^m$ bu yerda $\tau = 1,75 \div 2,0$.

O.Reynolds soni va uning kritik miqdori. Yuqorida ko'rsatilganidek, suyuqlikning harakat tartibi undagi oqimning uzunligi boyicha yo'qotilgan napor (energiya)ga ta'sir etadi. Tajribalardan ma'lumki, suyuqlikning harakat tartiblari suyuqlikning μ qovushoqligiga, uning ρ zichligiga, oqimning ko'ndalang kesimi boyicha o'rtacha ϑ tezligiga va o'zanning geometrik o'lchamlari l ga bog'liq. Bu yerda l o'zanning geometrik o'lchamlari deb, o'zanning (yoki

oqimning) biror xarakterli geometrik elementi, masalan, doiraviy quvur uchun — uning D diametri, ochiq o'zan uchun suyuqlik oqimining h chuqurligi yoki uning R gidravlik radiusi qabul qilingan. Oqimning harakat tartibini xarakterlovchi, o'lcham birligiga ega bo'lmagan, to'rtta μ, ρ, g, l parametrdan tashkil etilgan kompleks son aniqlangan. Shu to'rtta parametrdan bir-biriga bog'liqligidan shunday o'lcham birligiga ega bo'lmagan hamda suyuqlik harakati qonunidagi biror ma'noni tushuntiradigan bir kompleks son tuzish kerak. Bunday kompleks son quyidagicha yoziladi

$$\frac{gl}{\mu / \rho} \quad (2.4)$$

bunda $\frac{\mu}{\rho} = \nu$ — kinematik qovushoqlik koeffitsienti, uni (2.4) tenglamaga qoysak, u holda kompleks son quyidagi kurinishda bo'ladi

$$\frac{gl}{\nu} \quad (2.5)$$

Yuqorida bajarilgan tajribalar va tajriba o'tkazilgan qurilma hamda (2.5) kompleks son O. Reynolds tomonidan ixtiro etilgan. Shuning uchun u son O. Reynolds soni deyiladi va O. Reynolds nomining birinchi ikki harfi bilan belgilanadi

$$Re = \frac{gl}{\nu} \quad (2.6)$$

bu yerda l o'rniga qanday miqdor olinganiga qarab Re belgiga tegishli indeks qoyiladi. Masalan, l o'rniga quvurda uning D diametri qabul etilsa

$$Re_D = \frac{gD}{\nu} \quad (2.7)$$

agar gidravlik radius $R = \frac{\omega}{\chi}$ qabul etilsa

$$Re_R = \frac{gR}{\nu} \quad (2.8)$$

ochiq o'zarlarda suvning h chuqurligi qabul etilsa

$$Re_h = \frac{gh}{\nu} \quad (2.9)$$

va hokazo.

Shuni eslatib o'tish kerakki, faqat quvurdagi suyuqlik oqimi harakatini gidravlik hisoblashda O. Reynolds sonining Re belgisida D indeksi qoyilmasdan yozilishi mumkin.

$$Re = \frac{\rho D v}{\mu} \quad (2.10)$$

Quvurdan boshqa har xil o'zanlar uchun Re belgisida tegishli indekslar qoyiladi. Suyuqlikning harakatini doiraviy gidravlik silliq quvurlarda o'rganish natijasida o'rnatilgan O. Reynolds sonining qiymati $Re \leq 2320$ bo'lsa, u holda suyuqlik harakati mutlaqo laminar harakat bo'ladi. Ochiq o'zanlar uchun esa O. Reynolds soni $Re \leq 580$ bo'lganda suyuqlik oqimining harakati laminar bo'ladi. Buni isbotlash uchun quvurning D diametrini uning R gidravlik radiusi bilan almashtirsak kifoye. Masalan,

$$Re_D = \frac{\rho D v}{\mu} = \frac{\rho (4R) v}{\mu} = 4 \frac{\rho R v}{\mu} = 4 Re_R$$

$$Re_D = 4 Re_R = 2320 \quad \text{unda} \quad Re_R = \frac{1}{4} Re_D = \frac{2320}{4} = 580 \quad \text{Bu } Re_D=2320 \quad \text{soni}$$

O. Reynoldsning kritik soni deb ataladi va $(Re_D)_{kp}$ shartli belgi bilan belgilanadi

$$(Re_D)_{kr} = \frac{\rho_{kr} D}{\mu} \quad (2.11)$$

Shu kritik holga tegishli oqimning o'rtana tezligi kritik tezlik deb ataladi

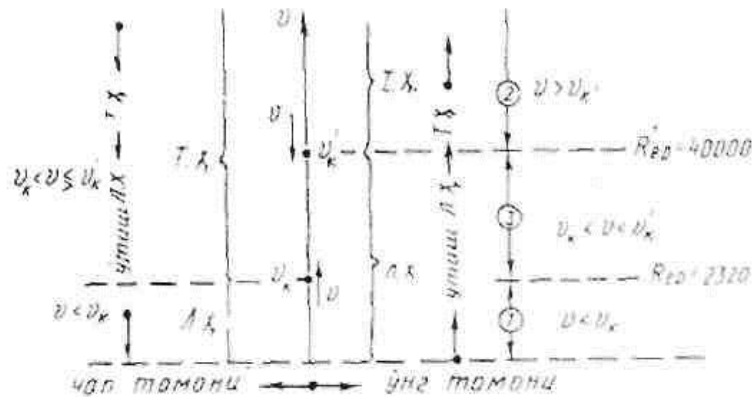
$$v_{kr} = \frac{(Re_D)_{kr} \cdot \mu}{\rho D} \quad (2.12)$$

Yangi tushuncha kiritamiz:

1. agar $Re_D < (Re_D)_{kr} = 2320$ bo'lsa, harakat laminar bo'lishi shart;
2. agar $Re_D > (Re_D)_{kr} = 2320$ bo'lsa, harakat turbulent bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan gidrodinamikaning asosiy tenglamalari, chunonchi uzluksizlik tenglamasi, D. Bernulli tenglamasi, tekis ilgarilanma harakatning asosiy tenglamasi suyuqlik oqimining laminar va turbulent harakatlari uchun barobar qo'llanilaveradi. Ammo, D. Bernulli tenglamasidagi h_f to'liq yo'qotilgan napor esa, laminar harakat uchun boshqa, turbulent harakat uchun boshqa formulalar orqali aniqlanadi, chunki har xil harakat tartibi uchun oqimning o'rtacha tezliklarining daraja ko'rsatkichlari har xil bo'ladi. Masalan, yuqorida tushuntirilganidek, laminar harakat uchun τ daraja ko'rsatkichi faqat 1,0 ga teng, ya'ni $\tau = 1$ (2.2-rasm, ab chiziq); turbulent harakat uchun shu daraja ko'rsatkich $\tau = 1,75 \div 2,0$ (2.2-rasm,

bc chiziq). Amaliy gidravlikada O.Reynolds sonining shu 2320 kritik qiymati asos deb qabul qilingan.



2.3-rasm

Ammo tajriba paytida qurilmaga «ideal» sharoit tug'dirib berib, ya'ni qurilmaga tashqaridan ta'sir etadigan omillarni mutlaqo yo'q qilib, T jo'mrakni shunday ehtiyotlik bilan ochib borsak, ya'ni quvurdagi laminar harakatni v_{kr} kritik tezligidan biror (tabiiy) kritik v'_{kr} tezlikka «cho'zib» olib borsak, bu yerda $v'_{kr} > v_{kr}$ bo'ladi, u holda Reynolds sonining qandaydir boshqa kritik $(Re)'_{kr}$ miqdorini olamiz. Bu laminar harakat shu kritik tezliklar oralig'ida mustahkam emas, chunki tajribaga tashqaridan biror omil ta'sir etsa, laminar harakat shu ondayoq buzilib ketib, turbulent harakatga aylanishi mumkin. Suyuqlik oqimining v'_{kr} tezligini yuqori kritik tezlik deb ataladi va $(v'_{kr})_{yuqori}$ orqali belgilanadi. Endi yuqorida aytilganlarni 2.3-rasm orqali tushuntiramiz. Rasmda ordinata o'qi boyicha v tezlik qoyilgan. Agar biz shu ordinata o'qi boyicha pastdan yuqoriga harakat qilsak, ya'ni v tezlikni kattalashtirib borsak, u holda laminar harakat tezlik v'_{kr} bo'lguncha davom etib, tezlik v'_{kr} bo'lganda turbulent harakatga o'tadi; agar ordinata o'qi boyicha yuqoridan pastga harakat qilsak, ya'ni tezlikni kamaytirib borsak, tezlik bo'lganda turbulent harakat laminar harakatga o'tadi, bu yerda v_{kr} tezlik pastki kritik tezlik deb ataladi va $(v_{kr})_{pastki}$ bilan belgilanadi. Tezliklar zonasi- $(v_{kr})_{pastki} < v < (v'_{kr})_{yuqori}$ ko'rinishda bo'lsa, bunday zona nomustahkam zona yoki «almashish»* zonasi deb ataladi.

Shu gezlklarga tegishli Re O.Reynolds sonlari suyuqlik oqimining tezliklarita qarab quyidagicha nomlanadi: masalan, v_{kr} ga tegishli Re_{kp} soni — pastki kritik O.Reynolds soni deyiladi va $(Re_{kr})_{pastki}$ orqali belgilanadi; v'_{kr} ga

tegishli Re'_{kr} — yuqori kritik O. Reynolds soni deb ataladi va $(Re'_{kr})_{yuqori}$ bilan belgilanadi. Gidravlikada, amaliy hisob-kitoblarda bu $v_{kr} < g < g'_{kr}$ tezliklar zonasida suyuqlik harakati turbulent harakatda bo'ladi deb qabul qilinadi.

Yuqorida ko'rsatganimizdek doiraviy gidravlik silliq trubalar uchun Reynolds sonining kritik qiymati $Re_k=2320$ ga teng bo'lsa konfuzorli (qisqaruvchi) truba uchastkasida $Re_k>2320$ va kengayuvchi (diffuzor) truba uchastkasida esa $Re_k<2320$ bo'ladi.

(2.6) tenglamadagi Reynolds (Re) kriteriyasi inertsia kuchining ishqalanish kuchiga bo'lgan nisbatini xarakterlaydi. Bu uning fizik mohiyati bo'lib hisoblanadi.

* «almashish» so'zining ma'nosi bu — zonada bir sharoitda vaqt o'tishi bilan ham laminar, ham turbulent harakat mavjud bo'lishi mumkin, bunlay jarayon qurilmadagi o'tkazilayotgan tajribaning muhimligiga, ya'ni aniqlik darajasiga bog'liq.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

Temir bakga (2.4-rasm) idishga shisha trubacha (2) ulangan bulib unda suvning tezligini malum mildorda boshkarib turuvchi jumrak (3) urnatilgan. Bu jumrak trubachadagi suyuqlik harakatining har xil rejimlarini ta'minlaydi. Shisha trubachaga yuboriladigan suv sarfini doimiyligiga suv qoygich teshik yordamida bakdagi o'zgarmas sathni saqlab turish orqali erishiladi. Shisha trubachaning oxirga egiluvchan rezinali shlang (4) ulangan bo'lib, su vshu shlang orqali o'lchash idishiga (5 manzurkaga) yuboriladi. temir idishning (bakning) ustida shisha idishcha (6) o'rnatilgan bo'lib bu idishga rangli suv qoyiladi. Shisha idishcha (6) dan rangli suv diametri kichik bo'lgan trubacha (7) diametri kata bo'lgan trubacha (2)ni markaziga yuboriladi. rangli suvning harakati qisqich (8) yordamida boshqariladi. 9- idishdan suv 10 shlang orqali 1-idishga tushib ortiqchasi esa doimo 2-shlang orqali chiqib turadi.

1. Tajriba bajariladigan qurilma va uning tavsifi bilan tanishib chiqing.(4-rasm).

2. Idishni (bakni) suv bilan to'ldiring, jumrakni (8) ochib rangli suvni shisha trubachaga yuboring.

Jumrak (3) yordamida (2) trubachadagi suyuqlik harakati tezligini shunday boshqaringki kichik diametrli trubachadan tushadigan rangli suyuqlik (2) truba markazida o'rta qatlam shaklidagi holatni egallasin.

Trubachaning (2) markazida o'rta holatni egallagan rangli oqimchaning hosil bo'lishi laminar harakat rejimidan dalolat beradi.

3. Termometr yordamida temir idish (bak) dagi suvning temperaturasini o'lchang.

4. Suvning sarfini o'lchang. Buning uchun tarozida o'lchov idishini massasini o'lchang. Suvning rezinali shlang yordamida o'lchov idishiga yuboring va uni to'rtidan uch qismgacha to'ldiring, suvni yuborilishini hamda sekundamerni bir vaqtda tuxtating. Suvli idishni massasini o'lchang. Bo'sh va tuldirilgan idishlar massalarining farqi orqali o'lchov idishidagi suvning massasini aniqlang. Quyidagi formula orqali oqim sarfini aniqlang.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{\frac{m}{\rho}}{t} = \frac{m}{\rho t} = \frac{m_2 - m_1}{\rho t} \quad (2.13)$$

Bu yerda: m_1 – suv olinadigan idish massasi (kg);

m_2 – idishning suv bilan birgalikdagi massasi (kg);

t – vaqt;

ρ - suvning zichligi ($\rho = 1000 \text{ kg (m)}^3$).

(13) formula orqali oqim sarfi aniqlangach qoyidagi formula orqali oqim tezligini aniqlang.

$$g = \frac{Q}{\omega} = \frac{Q}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4Q}{\pi d^2} \quad (2.14)$$

Bu yerda d –suv oqadigan trubaning ichki diametri (m).

5. Trubadagi jumrakni ochib shunga erishish kerakki, trubachadan tushadigan rangli suv tezda trubaning hamma kesimini to'ldirsin.

Bu shart trubulent rejimini qanoatlantiradi. Bunday o'lchashlarni Laminar rejim uchun ham bajariladi.

6. Shisha trubani ichki diametri d – ni va uni bilgan holda (14) formuladan suvning o'rtacha oqim tezligini hisoblang.

7. Suvni termometr orqali o'lchangan temperaturasini bilgan holda jadvaldan suvning kinematik yopishqoqlik koeffitsienti $\nu \left(\frac{m^2}{c} \right)$ ni aniqlang.

8. Laminar va turbulent harakat rejimlari uchun Reynolds soni $Re = \frac{\rho \cdot d}{\nu}$ qiymatlarini hisoblang. Hisoblangan qiymatlarni Reynoldsning kritik qiymati $Re_{kp} = 2300$ bilan solishtiring. Agarda $Re < Re_{kp}$ bo'lsa laminar harakat, $Re > Re_{kp}$ bo'lganda esa turbulent harakati ko'zatiladi.

9. Olingan natijalarni qo'rsidagi birinchi jadvalga kiriting:

2.1- jadval.

№	Kattaliklar nomi	Tartib	
		Laminar	Turbulent
1	Bo'sh ulchov idishining massasi m_1 (kg)		
2	Suv to'ldirilgan idishning massasi m_2 (kg)		
3	Oqib chiqqan suvning hajmi V (m ³)		
4	O'lchov idishning to'liq vaqti t (sek)		
5	Oqim sarfi		
6	Suvning temperaturasi t (gradus)		
7	Suvning kinematik yopishqoqligi $\nu \left(\frac{M^2}{c} \right)$		
8	Suvning trubadagi o'rtacha tezligi $v \left(\frac{M}{c} \right)$		
9	Reynolds soni $Re = \frac{\rho d}{\nu}$		

SAVOLLAR

1. Suyuqlik harakatining necha xil tartibi mavjud?
2. Suyuqlik zarrachalari kinematik energiyasini o'zgarishi natijasida ko'ndalang yo'nalishda harakat bo'ladimi?
3. Laminar, o'tkinchi va barqarorlashgan turbulent bir-biridan qanday farqlanadi?
4. Turli shakldagi notsilindrik trubalar va o'zandagi oqimlar uchun Reynolds soni qanday ko'rinishga ega?

Laboratoriya ishi № 3

QUVURLARDAGI MAHALLIY QARSHILIKLAR VA ULARNI ANIQLASH USULLARI BILAN TANISHISH.

Ishning maqsadi: Quvurlardagi mahalliy qarshiliklardan jumrakning qarshilik koeffitsientini trubaprovodning ekvivalent uzunligi va ularni Reynolds soniga bog'liqligini aniqlash misolida, mahalliy gidravlik qarshiliklarni baholash usullarini o'rganish.

Kerakli asboblari: Jumrakning gidravlik qarshiligini aniqlash qurilmasi, sekundamer, hajmi ma'lum bo'lgan idish (menzurka).

NAZARIY QISM

Kanal va qisqa quvur (trubaprovod) boylab harakatlanayotgan suyuqlik oqimi energiyasini bir qismi trubaprovod uzunligi boylab bo'ladigan qarshilikda va boshqa turli mahalliy qarshiliklarda sarflanadi. Trubaprovodning kengaygan va toraygan qismi (diffuzor va konfuzor), burilishlar, diafragmalar, yopiqalar, jumraklar, klapanlar, filtrlar va boshqa to'siqlar mahalliy qarshilikni manbai bo'lib hisoblanadi. Suyuqlikning bunday tusiqlardan o'tishida suyuqlik o'tadigan kesimlarning shaklini o'zgarishi natijasida oqimning mahalliy tezligi o'zgaradi, bunda uyurmalar va suyuqlik qoladigan zonalar hosil bo'ladi. Natijada trubaprovod devoridan oqim mexanik energiyasining bir qismi issiqlik ko'rinishida tarqaladi va suyuqlikning bosimlar yig'indisi kamayadi.

Trubaprovodning uzunligi boylab (uning hamma yo'nalishida taqsimlangan) ishqalanishida yo'qotilishga qaraganda, mahalliy yo'qotilishlar joyli (lokalny) harakterga ega.

Mahalliy qarshilikning va suyuqlik harakatining hamma xususiyatlari ξ koeffitsienti bilan hisobga olinadi. Vaholanki mahalliy qarshilik juda xilma-xil bo'lib ξ koeffitsienti katta chegarada o'zgaradigan qiymatga ega. U mahalliy qarshilik geometriyasini, trubaprovod devorini g'adir-budurligini, suyuqlik qovushqoqligini va harakat tezligini funktsiyasi hisoblanadi.

Bunday hamma faktorlarni nazariy hisoblab bo'lmaydi. Shu sababli mahalliy qarshilik koeffitsientini faqatgina yagona yo'l ya'ni tajriba yo'li bilan aniqlash mumkin.

Bosimni qarshilikdan oldin va keyin o'lchash yo'li bilan amalda mahalliy qarshilikda yo'qotilishni aniqlash mumkin. Bosimni o'lchash qarshilik manбайдan uzoqlikda o'tkazilishi sababli, o'lchangan kattaliklarni shunday ishlash kerakki, bunda trubaprovod uzunligi buylab yo'qotishni hisobga olinmasin.

Truboprovod uzunligi boylab (3.1-rasm) o'zgarmas tezlikda harakatlanayotgan suyuqlik uchun Bernulli tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\left(Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} \right) - \left(Z_4 + \frac{P_4}{\rho g} \right) = H_1 \quad (3.1)$$

bu yerda H_1 - kesimlari 1-4 oralig'ida yo'qotilgan bosim (napor) bo'lib, jumrak qarshiligi va uzunligi $22d$ bo'lgan qismidagi ishqalanish tufayli yo'qotilgan bosimlar yig'indisini harakterlaydi.

$$H_1 = h_l + h_\xi \quad (3.2)$$

bu yerda $h_l = \frac{\lambda l}{d} \cdot \frac{g^2}{2g}$ - uzunlik boylab yo'qotilgan bosim kattaligi.

$$h_\xi = \xi \frac{g^2}{2g} \quad - \text{mahalliy qarshilikka yo'qotilgan kattalik.}$$

Π_2 va Π_3 pezometrilar kursatishlari farqi faqatgina trubaprovodning ikki marta kichik qismidagi analogik yo'qotishni aniqlaydi.

$$\left(Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} \right) - \left(Z_3 + \frac{P_3}{\rho g} \right) = H_2 \quad (3.3)$$

yoki $H_2 = 0,5h_l + h_\xi$. (3.4)

Shunday qilib ikkita tenglama hosil qildik. Bulardan trubaprovod boylab bo'ladigan yo'qotishni hisobga olmagan holda, jumrakning mahalliy qarshiligini aniqlash mumkin.

$$h_\xi = (2H_2 - H_1) \quad (3.5)$$

Yuqoridagi formulalardan foydalanib, jumrakning qarshilik koeffitsientini quyidagicha aniqlash mumkin.

$$\xi_{kr} = \frac{2}{g^2} g(2H_2 - H_1) \quad (3.6)$$

Mahalliy qarshilik koeffitsienti ξ nafaqat tusiqlarning geometrik shakliga balki, Re soniga ham bog'liqdir ($Re < 1000$, bo'lganda).

Mahalliy yo'qotishlarni baholashda ξ koeffitsienti bilan birga trubaprovodning ekvivalent uzunligidan ham foydalanish mumkin, bundagi yo'qotishlar berilgan harakat tezligi va truba diametrida aniqlangan mahalliy yo'qotishlarga teng bo'ladi. U holda quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\lambda \frac{\ell_{\text{э}}}{d} \cdot \frac{g^2}{2g} = \xi \frac{g^2}{2g} \quad (3.7)$$

bundan
$$\ell_{\text{э}} = \xi \frac{d}{\lambda}.$$

Suyuqlikning laminar rejimidagi xarakati uchun

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (3.8)$$

bu yerda
$$Re = \frac{g_{st} d}{\nu}; \quad (3.9)$$

U holda qarshilik koeffitsienti ξ va Re soni orqali trubaprovodning ekvivalent uzunligini topish mumkin:

$$\ell_{\text{э}} = \xi \frac{d Re}{64} \quad (3.10)$$

ISHNI BAJARISH TARTIBI

Tajriba 3.1-rasmda ko'rsatilgan qo'rilmada o'tkaziladi. 1-4 kesimlar orasidagi bosimlar (napor) farqi Π_1 va Π_2 pezometrlar bilan o'lchanadi.

Tajriba quyidagi tartibda o'tkaziladi. Truboprovodning diametri o'lchanadi va uning kesimi yuzasi hisoblanadi. Jumrak 1 ochiladi va idish (bak) 2 to'ldiriladi.

Tajriba vaqtida sarflanadigan suv miqdoridan, keladigan suv miqdori bir necha marta ortiq bo'lishi uchun, tajriba oxirigacha jumrak ochib qoyiladi.

Ortiqcha suv truba 3 orqali oqizib yuboriladi. Hoxlagan kattalikda tekshiriladigan kran K ochiladi va qurilmadagi suv oqiziladi 22d uzunlikda H_1 bosim o'zgarish (Π_1 va Π_4 pezometrlardagi suv sathining farqi) va H_2 uzunlikda

11d uzunlikda bosim o'zgarish (Π_2 va Π_3 pezometrlardagi suv sathining farqi) o'lchanadi.

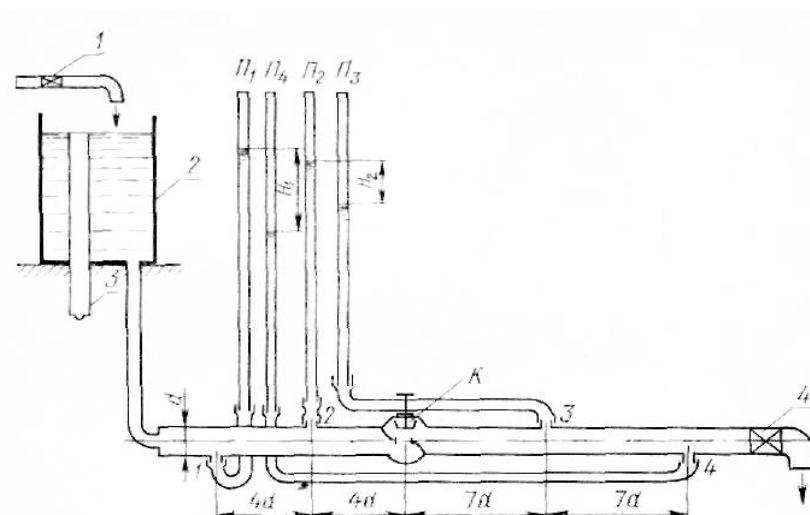
Suvning hajmiy sarfi va uning temperaturasi aniqlanadi. H_1 va H_2 bosimlar farqini asta sekin kamaytirib (kran 4 ni yopib) pezometrlarda maksimaldan-minimalgacha mumkin bo'lgan bosimlar farqini 4-6 ulchovlar orqali amalga oshiriladi. Lekin har safar suvning sarfi aniqlanadi.

Tajribani jumrak K ni boshqa ochiq turgan holatida takrorlaydilar. Suvning o'rtacha harakat tezligi \mathcal{G} ni ulchashlar natijasidan aniqlaydilar. Suvning temperaturasiga mos keladigan kinematik qovushqoqlik koeffitsienti spravochnikdan olinadi.

Har bir tajriba uchun Reynolds soni hisoblanadi va jumrakning qarshilik koeffitsienti ξ_{kr} , trubaprovodning ekvivalent uzunligi l_3 hamda uzunlik boylab yo'qotish koeffitsienti λ aniqlanadi. Tajriba natijalari asosida 3.1-jadval tuldiriladi.

Olingan natijalarga asoslanib jumrak qarshilik koeffitsientini Reynolds soniga bog'liqlik grafigi $\xi_{kr} = f(\text{Re})$ va trubaprovodning ekvivalent uzunligining Reynolds soniga bog'liqlik grafigi kurildi.

$$l_3 = f(\text{Re})$$



3.1-rasm. Jumrakning gidravlik qarshiligini aniqlash qurilmasining tuzilishi

3.1-jadval

Kattaliklar nomi	Belgilanishi	Tajriba
------------------	--------------	---------

		nomeri
Trubaprovod diametri	D	
Trubaprovod kesim yuzasi	S	
22d uzunlikdagi bosim farqi	H ₁	
11d uzunlikdagi bosim farqi	H ₂	
Ulchov idishning hajmi	V	
Idishni tuldirish vaqti	Z	
Suvning temperaturasi	T	
Suvning sarfi	Q	
Suvning kinematik qovushqoqlik koefitsienti	ν	
Suvning o'rtacha harakat tezligi	g	
Reynolds soni	Re	
Jumrakning qarshilik koefitsienti	ξ_{kr}	
Truboprovodning ekvivalent uzunligi	l_3	
Truboprovod buylab yo'qotish koefitsienti	λ	

SAVOLLAR

1. Harakatlanayotgan suyuqlikni turbulent rejimini tushuntiring.
2. Sizga ma'lum bo'lgan mahalliy qarshilik turlarini ayting.
3. Truboprovodning ekvivalent uzunligi deb nimaga aytiladi.
4. Koeffitsienti qiymati harakati Laminar va turbulent rejimlarida o'zgarishini tushuntiring.

Laboratoriya ishi №4

“PUAZEYL FORMULASI YORDAMIDA UZUNLIK BIRLIGIGA TO'G'RI KELADIGAN QARSHILIKLARNI ANIQLASH”.

Ishning maqsadi: Trubaprovod uzunligi boylab ishqalanish koefitsienti qiymatini Reynolds soniga bog'liqligini aniqlash va tekshiriladigan trubani ekvivalenti hamda absolyut g'adir-budirligini topish.

Kerakli asboblari: Trubaprovod uzunligi boylab ishqalanishni qarshilik koefitsientini aniqlash qurilmasi, sekundomer, hajmi ma'lum bo'lgan idish (menzurka).

NAZARIY QISM

Qovushqoqlik suyuqlikni truboprovod boylab harakati vaqtida gidro dinamik bosim (napor) qiymati kamayadi, buni sababi oqim boylab suyuqlikni trubaprovod devorlariga ishqalanish va ichki ishqalanishi hisoblanadi.

Bernulli tenglamasiga asosan yo'qotilgan bosim ifodasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$h_{1-2} = \left(\frac{\alpha_1 \mathcal{G}_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + Z_1 \right) - \left(\frac{\alpha_2 \mathcal{G}_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 \right)$$

bu yerda α_1 va α_2 - Koriolis koeffitsientlari.

Puazeyl qonuniga ko'ra

$$\mu = \frac{\rho g \pi d^4}{128 \ell} \cdot \frac{h}{Q} \quad (4.1)$$

bu yerda μ - dinamik qovushqoqlik koeffitsienti $h - (h_{1-2})$.

ikki kesim o'rtasidagi yo'qotilgan bosim (napor): d va ℓ trubaning diametri va uzunligi: Q – suyuqlikning hajmiy sarfi.

Kesimi aylanali truba uchun Q ni qiymatini (4.1) formulaga qoyib quyidagini $\left(Q = \mathcal{G} S = \mathcal{G} \frac{\pi d^2}{4} \right)$ hosil qilamiz:

$$\mu = \frac{\rho g d^2 \cdot h_{1-2}}{32 \ell \mathcal{G}} \quad (4.2)$$

bu yerda
$$h_{1-2} = \frac{32 \ell \mathcal{G} \mu}{\rho g d^2} .$$

Bu yerda kinematik qovushqoqlik koeffitsientini hisobga olgan holda

$$v = \mu / \rho$$

tenglikni o'ng tomonini 2 ga ko'paytirib va bo'lib, quyidagini hosil qilamiz.

$$h_{1-2} = \frac{64 v \ell \mathcal{G}^2}{2 \rho d^2 g} \quad (4.3)$$

$\frac{gd}{\nu} = \text{Re}$ bo'lgani uchun (4.3) ni boshqa ko'rinishda yozamiz.

$$h_{1-2} = \frac{64\ell g^2}{2\text{Re}dg}$$

$\frac{64}{\text{Re}} = \lambda$ bilan, belgilanib quyidagini hosil qilamiz.

$$h_{1-2} = \frac{\rho\ell}{d} \cdot \frac{g^2}{2g}; \quad (4.4)$$

bu yerda λ - trubaprovod uzunligi boylabishqalanish koeffitsienti bu yerdan $\lambda = \frac{2h_{1-2}dg}{\ell g^2}$ (4.4) ifoda Darsi-Veysbax formulasi deyiladi. Uxshashlik nazariyasiga ko'ra λ Reynolds sonini va trubaprovod devorini nisbiy g'adir-budirli Δ/d - /- abslyut g'adir-budirlik funksiyasidir, ya'ni $\lambda = f\left(\text{Re}\frac{\Delta}{d}\right)$ tekshiriladigan trubaning ekvivalenti g'adir budirlikni topish uchun λ ning tajribadan olingan qiymatini Nekurazde formulasiga qoyish kerak.

$$\lambda = \frac{1}{\left(2\lg\frac{d}{\Delta} + 1,14\right)^2}; \quad (4.5)$$

bu yerda $\frac{d}{\Delta}$ va Δ ning mos keladigan qiymatlarini aniqlash lozim.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

Tajriba. 4.1-rasmda ko'rsatilgan qurilmada o'tkaziladi. Trubaga boshqa hil qarshiliklar ta'sirini oldini olish uchun, truboprovodning ish uchaskasi tug'ri bo'lishi va uzunligi ℓ bo'lib 100d dan kichik bo'lmasligi kerak. Trubo diametri d ni juda aniq o'lchash lozim, chunki tajriba orqali olinadigan λ qiymati d^5 proporsionaldir.

Ish uchastkasining boshi truboprovodning kirish qismidan kamida 50 d oraliqda bo'lishi kerak. Ish uchastkasi oldida ham mahalliy qarshiliklar bo'lmasligi kerak.

Tajriba qoyidagi tartibda utkaziladi. Trubaprovod diametri d va uning Π_1 va Π_2 pezometrlar orasidagi uzunligi ℓ o'lchanib, kesim yuzalari topiladi. Trubadagi

kran 1 ni ochib, bak to'ldiriladi. tajriba oxirigacha kran ochiq qolishi kerak, undan tushadigan suv tajriba vaqtida sarf bo'ladigan suvdan sal ko'proq bo'lishi shart. Bakdagi ortiqcha suv truba 3 dan chiqarib yuboriladi.

Trubaprovod oxiridagi kran 4 ochiladi va qurilma to'ldiriladi. Bosim tushishini o'lchab (Π_1 va Π_2 pezometrda suvlar sathi farqi) suvning hajmiy sarfi va temperaturasi aniqlanadi. Asta sekin bosim tushishi h_{1-2} ni kamaytirib (kran - 4 yopib) maksimaldan minimalgacha 4-6 marta bosim tushishlari ulchanadi. Bunda har safar suvni sarfi aniqlanadi. Harakatlanayotgan suvning o'rtacha tezligi ulchovi natijasida aniqlangan, suvning temperaturasiga mos keladigan kinematik qovushqoqlik koeffitsienti spravochnikdan aniqlanadi va ishqalanishni qarshilik koeffitsienti hisoblanadi. Har bir tajriba uchun soni aniqlanib unga mos keladigan ekvivalent va absolyut g'adir-budirlikning qiymatlari hisoblanadi.

Eksperiment natijalari hisobot blankasiga to'ldiriladi (jadval 4.1).

λ va Re ning oldingi qiymatlari $\lambda - Re$ koordinatalarida quyiladi. hosilqilingan grafik Murin grafigi bilan solishtiriladi (qarshilik koeffitsienti λ ning Re soni va nisbiy silliqliqi d / Δ bog'liqlik grafigi).

4.1-jadval

Kattaliklar nomi	Belgilanishi	Tajraba nomeri
Truboprovod diametri	d	
Truboprovod kesim yuzasi	S	
Truboprovod uzunligi	l	
Bosim tushishi	h_{1-2}	
O'lchanadigan idish hajmi	V	
Idishni to'ldirish vaqti	τ	
Suvning temperaturasi	t	
Suvning kinematik qovushqoqlik koeffitsienti	Q	
suvning sarfi	g	
Harakatlanayotgan suvning o'rtacha tezligi	λ	
Ishqalanishni qarshilik koeffitsienti Reynolds soni	Re	
Ekvivalent g'adir-budirlik qiymati	Δ/d	
Absolyut g'adir budirlik qiymati	Δ	

SAVOLLAR

1. Harakatlanayotgan suyuqlikning laminar rejimida va soni bilan koeffitsienti orasidagi bog'liqlikni aniqlang?
2. Trubaning absolyut va nisbiy g'adir-budirligi nima?
3. Darsi-Veysbax formulasini ketma-ketligini keltirib chiqaring?

Laboratoriya ishi №5

VENTILYATOR XARAKTERISTIKASINI OLIISH. VENTILYATOR ISHLASH PRINSIPI VA ULARNI TUZULISHI.

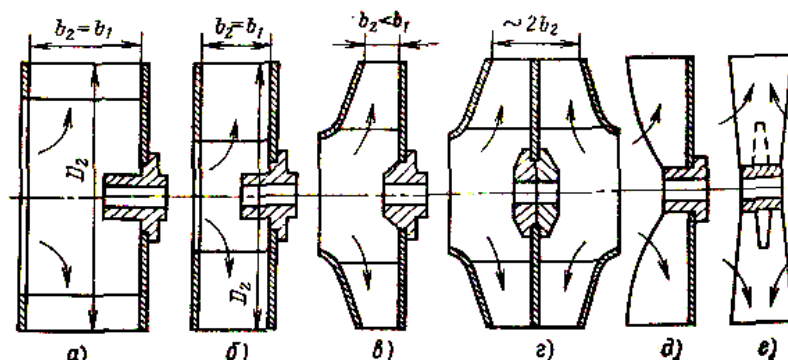
Ishning maqsadi: Ventilyatorlar (markazdan qochma va o'qiy) ni xarakteristikalarini olishni o'rganish. Ventilyatorlarni ishlash prinsipi va ularni tuzulishi bilan tanishish.

Kerakli asboblari: Ventilyator qurilmalari, o'lchov asboblari, ventilyator sxemalari.

NAZARIY QISM

Gazni nisbatan past bosimda 20—1500 mm suv ustuni atrofidagi bosimda haydash (uzatib berish) uchun mo'ljallangan mashinalar ventilyatorlar deyiladi. Ventilyatorlar ishlash prinsipiga ko'ra markazdan qochirma va o'qiy turlarga bo'linadi.

Markazdan qochma ventilyatorlarning ish g'ildiragi konstruksiyalarining sxemasi (5.1-a rasmda) va $n = const$ bo'lganida markazdan qochma ventilyatorning xarakteristikalari keltirilgan (5.1-b rasmda).



5.1-a rasm. a-barabanli; b-xalqasimon formadagi past bosimli ventilyatorlar; v.g,- konussimon diskli; d va e –ochiq bir diskli va disksiz g'ildirak.

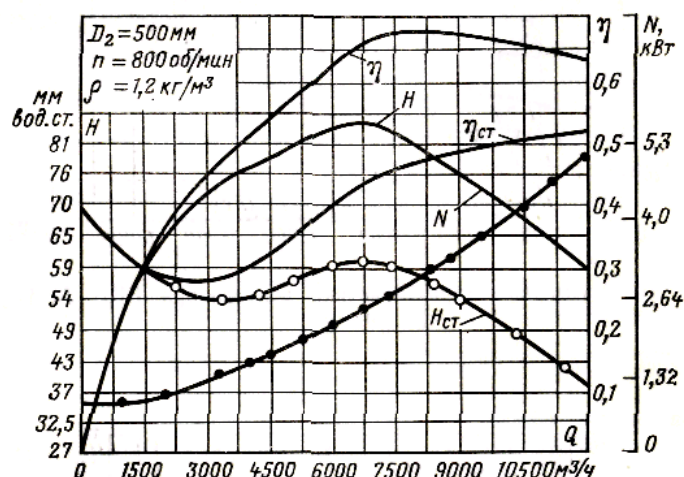
Markazdan qochirma ventilyatorlar gazni nisbatan katta bosimlarda uzatib berish uchun, o'qiy ventilyatorlar esa kichik bosimlarda, lekin ko'p miqdordagi gazni haydash uchun ishlatiladi.

Bosimining kattaligiga ko'ra ventilyatorlar uch gruppaga bo'linadi;

1. past bosimli, 100 mm suv ust. gacha bosim hosil qiladigan(5.4-rasm);

2. o'rta bosimli, bosimi 100—300 mm suv ust. ga teng;
3. yuqori bosimli, bosimi 300—1500 mm suv ust. ga teng(5.5-rasm).
Ventilyatorlarning bunday bo'linishi shartlidir, chunki ish g'ildiragining aylanishlar soniga qarab ayni bir ventilyatorning o'zini ikkita qo'shni gruppalardan biriga kiritish mumkin.

5.2-rasmda markazdan qochirma ventilyatorning sxemasi ko'rsatilgan. Markazdan qochirma ventilyatorning asosiy qismi spiralsimon kojux ichiga joylashtirilgan ish parraklari bor g'ildirakdir.



5.1-b rasm. $n - \text{const}$ bo'lganida markazdan qochma ventilyatorning xarakteristikalari.

Ventilyator effektivligini xarakterlaydigan kattaliklardan bo'lib uning to'liq foydali ish koeffitsiyenti quyidagi munosabat orqali hisoblanadi.

$$\eta = \frac{\rho Q H}{1000 N}; \quad (5.1)$$

Bu yerda ρ - havoning zichligi $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; Q - oqim sarfi $\frac{\text{m}^3}{\text{sek}}$; H - bosim bo'lib mm

Statik foydali ish koeffitsiyenti quyidagiga teng bo'ladi.

$$\eta_{st} = \frac{\rho Q H_{st}}{1000 N}; \quad (5.2)$$

Ventilyator dvigateli quyidagi munosabat orqali aniqlanadi.

$$N_{dv} = m \frac{\rho Q H g}{1000 \eta \eta_n}; \quad (5.3)$$

Bu yerda

m -quvvat zahira koeffitsiyenti bo'lib $m = 1,05 \div 1,2$ teng bo'ladi.
 $\eta_n = 0,92$

Valga beriladigan bosim

$$p = p_0 \frac{\rho}{1,2} \quad (5.4)$$

Valga beriladigan quvvat

$$N = N_o \frac{\rho}{1,2}; \quad (5.5)$$

Bu yerda $\rho = 1,2 \text{ kg} / \text{m}^3$ - havo zichligi.

Nasos sarfi

$$Q = \bar{Q} \cdot 0,785 D^2 u_2; \quad (5.6)$$

Napor

$$H = \bar{H} u_2^2; \quad (5.7)$$

$$H_{st} = \bar{H}_{st} u_2^2; \quad (5.8)$$

Quvvat

$$N = H \rho \cdot 0,785 D^2 u_2; \quad (5.9)$$

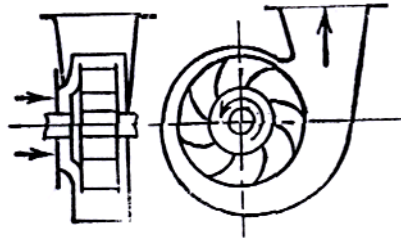
Bosim

$$p = p \rho u_2^2; \quad (5.10)$$

Foydali ish koeffitsiyenti

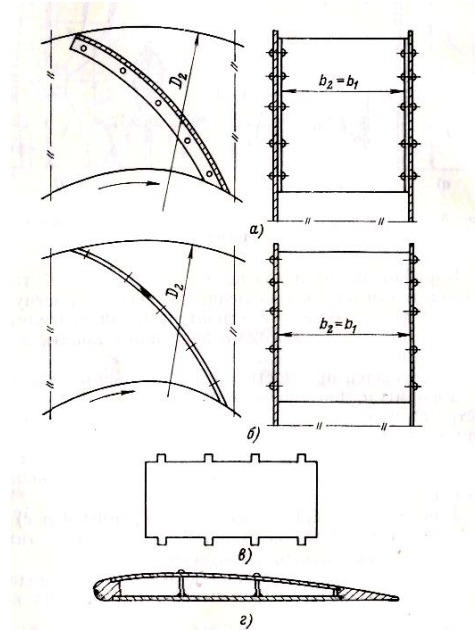
$$\eta = \eta; u_2 = \frac{\pi D_2 n}{60}. \quad (5.11)$$

Markazdan qochirma ventilyatorlar markazdan qochirma nasoslar prinsipida ishlaydi. Ish g'ildiragi aylanganda ventilyatorning ish bo'shlig'idagi havo yoki gaz g'ildirak bilan birga aylanadi va markazdan qochuvchi kuch ta'sirida g'ildirakning chekkalariga haydaladi.

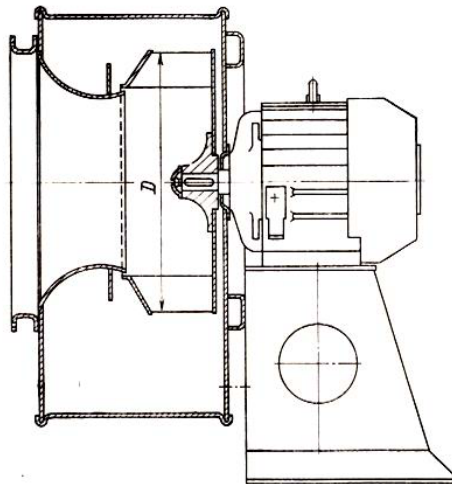


5.2-rasm. Markazdan qochma ventilyatorning sxemasi.

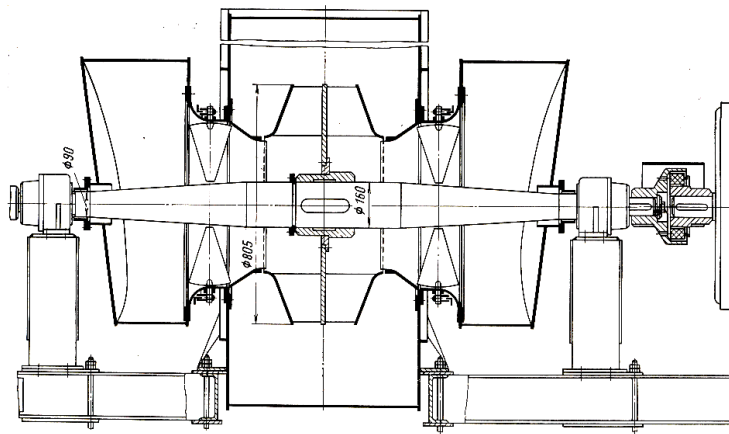
5.3-rasmda ventilyatorlar parraklarining konstruktiv tiplari keltirilgan.



5.3-rasm. *a, b, e*-diskimon, *g*-hajmiy profildagi.



5.4-rasm. Past bosimli ventilyator konstruktsiyasi.



5.5-rasm. Ikki tomonlama so'ruvchi yuqori bosimli ventilyator.

Gaz g'ildirak parraklaridan spiralsimon kameraga va undan haydash truboprovodiga o'tadi. Gaz g'ildirak parraklaridan o'tganida g'ildirakning markaziy qismida siyraklashgan bosim vujudga keladi va gazning yangi porsiyasi atmosfera bosimi ta'siri ostida ventilyator korpusidagi so'rish teshigi orqali o'tib, parrakli g'ildirakning markaziy qismiga kiradi. So'ngra gaz g'ildarak parraklariga uriladi, buriladi va protsess davom etaveradi.

O'qiy ventilyator silindrsimon kojuxda joylashgan o'qli parraksimon g'ildirakdir (5.6-5.7 rasmlar). Gaz ventilyatorning kirish teshigidan kiradi. aylanuvchan g'ildirakning parraklari ta'siridan o'q yunalishida chiqish teshigiga tomon harakat qiladi.

Vitulkaning nisbiy diametri quyidagiga teng bo'ladi.

$$v = \frac{D_{vt}}{D_n} = 0,4 + 0,8 \quad (5.12)$$

Uzluksizlik tenglamasidan mashina ishchi g'ildiragining diametri quyidagi munosabat orqali aniqlanadi.

$$c_a = \frac{Q}{0,785 D_n^2 (1 - v^2)} = k_\varphi v u = k_\varphi v \frac{\pi D_n n}{60} \quad (5.13)$$

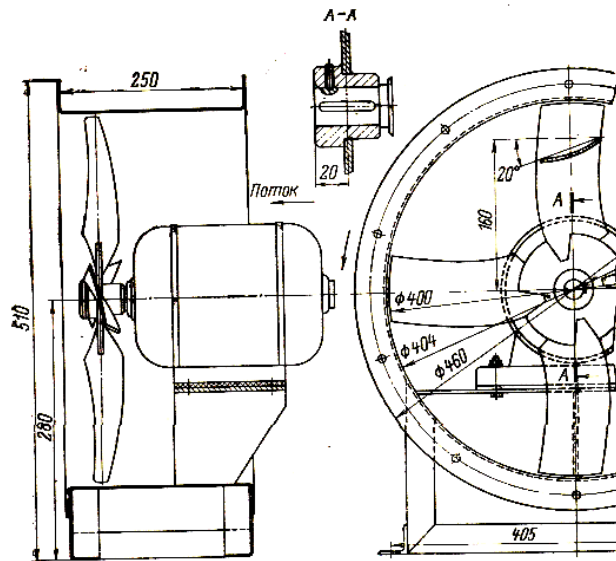
Bu yerda

$$k_\varphi = \frac{c_a}{u_{vt}} \quad (5.14)$$

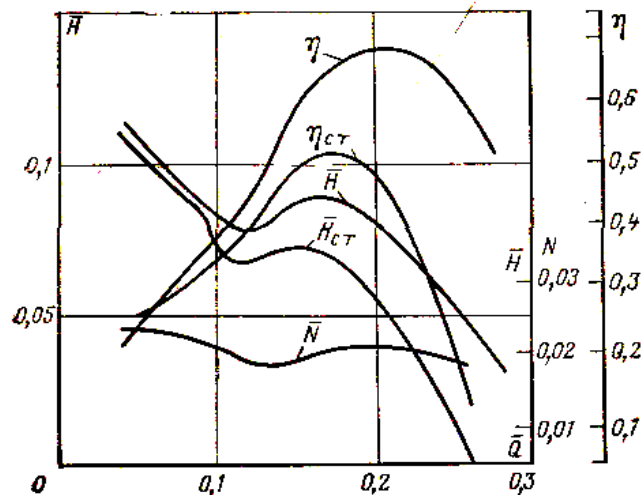
$$D_n \approx 2,9 \sqrt[3]{\frac{1}{v(1-v^2)}} \sqrt[3]{\frac{Q}{k_\varphi n}} \quad (5.15)$$

Parraklar uzunligi quyidagi munosabat orqali aniqlanadi.

$$l_l = \frac{D_n - D_{vt}}{2} \quad (5.16)$$

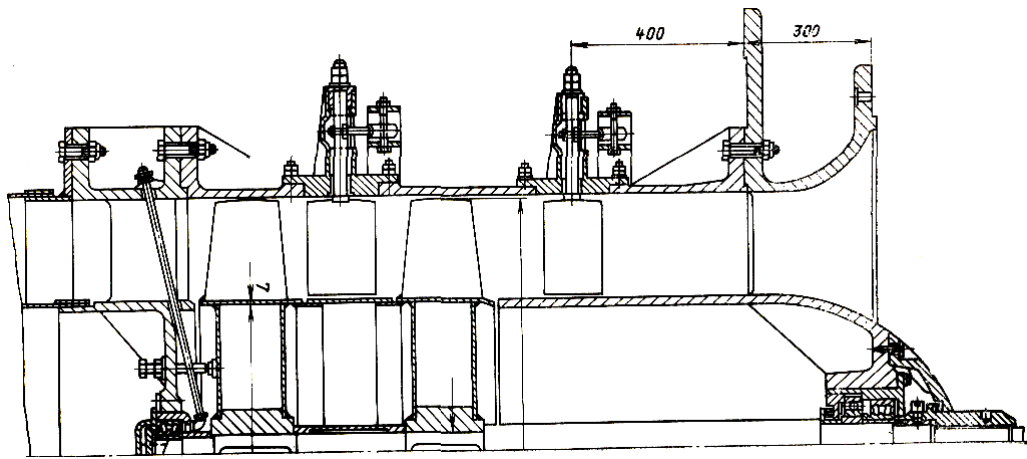


5.6-rasm. MTS seriyali o'qiy ventilyator sxemasi.



5.7-rasm MS seriyali o'qiy ventilyatorning xarakteristikalari.

Bitta ventilyator zaruriy miqdordagi gazni berilgan bosimda haydashni ta'minlay olmasa, ikki yoki bir necha ventilyator parallel ulanadi Agar berilgan gaz sarfida bosimni oshirish lozim bo'lsa, ventilyatorlar ketma-ket ulanadi (5.8-rasm).



5.8-rasm K-06 tipidagi ikki bosqichli ventilyator sxemasi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Markazdan qochma ventilyatorning turlari va ishlash jarayonlari o'rganiladi va tahlil qilinadi.
2. Markazdan qochma ventilyatorni sarfi quvvati va foydali ish koeffitsiyentini hisoblash yo'llari o'rganiladi.
3. Markazdan qochma ventilyatorlarni harakteristikalari tahlil qilinadi.
4. O'qiy ventilyatorlarning tuzulishi va ishlash prinsipi tahlil qilinadi.
5. O'qiy ventilyatorlarni nisbiy diametri ish g'ildiragining diametri va parrak uzunligini hisoblash yo'llari ko'rsatiladi.
6. O'qiy ventilyatorning harakteristikasi tahlil qilinadi

SAVOLLAR

1. Markazdan qochma ventilyatorlar qanday ishlaydi?
2. Markazdan qochma ventilyatorning to'liq va statik foydali ish koeffitsiyenti qanday munosabat orqali aniqlanadi?
3. Markazdan qochma ventilyatorlarning harakteristikalariga nimalar kiradi?
4. O'qiy ventilyatorlarning ish g'ildiragi diametrini aniqlashda qanday parametrlarga e'tibor qilinadi?
5. O'qiy ventilyatorlar qanday ishlaydi?
6. O'qiy ventilyator harakteristikalari oqim sarfi bilan qanday bog'langan?

LABORATORIYA ISHI №6

TEMPRATURANI O'LCHASH ASBOBLARINI O'RGANISH. TEMPRATURANI O'LCHASH UCHUN QO'LLANILADIGAN ASBOBLARNING TUZILISHI, ISHLASH PRINSIPI VA KAMCHILIGINI O'RGANISH.

Ishdan maqsad: Temperaturani o'lchash asboblarini turlarini, tuzilishi, ishlash jarayonlarini o'rganishdan iborat.

Nazariy ma'lumotlar

Harorat (temperatura) to'g'risida tushuncha va uni o'lchash asboblarini ishlash jarayonlari.

Harorat jismlarning qizitilganlik darajasini belgilaydi va u issiqlikni o'z - o'zidan uzatish yo'nalishlarini aniqlaydi. Haroratni son qiymatini aniqlash termometrlar yordamida amalga oshiriladi, qaysiki ularning qo'llanilishi turli darajali isitilgan moddalar orasidagi issiqlik alamashinuvi hodisalariga va moddalarning qizigandagi fizik xususiyatining qiymatlariga asoslanadi.

Haroratning o'lchov birligi °(gradus) deb ataladi. 1976 yildan boshlab haroratni ikki turdagi shkalasi: termodinamik va amaliy harorat shkalalariga amal qilinadi. Bu shkalalar haroratni 0,01 K dan 10000 K gacha o'lchashni bir xilligini ta'minlash uchun mo'ljallangan. Haroratni o'lchov birligi Kelvin (K) bo'lib K harfi Kelvin nomi o'rniga ishlatiladi. Haroratni "gradus" selsiy (S) o'lchov birligi qo'llanilishiga ham ruxsat etilgan. Kelvinda ifodalangan harorat T bilan gradus selsiyda ifodalangan harorat °C o'rtasida quyidagi bog'liqliklar o'rnatilgan.

$$TK = t^{\circ}S + 273,15$$

Haroratni o'lchash uslublari haroratni o'lchash uchun o'lchovchi moddalarning qaysi fizik xususiyatlari haroratni aniqlash uchun foydalanilishiga qarab tasniflanadi. Barcha uslublar ikki asosiy guruhga bo'linadi, ularning har biri o'z navbatida bo'linmalarga ega.

1 – guruh. Bevosita uslublar (bevosita tegib turuvchi uslublar).

- o'lchovchi modda o'lchanayotgan tizim (muhit yoki jism) bilan bevosita aloqadorlikka olib kelinadi va ular ham quyidagilardan iborat bo'ladi:

Sinf A. O'lchovchi moddalarning issiqlikdan kengayishiga asoslangan uslublar:
a) qattiq jismlarni; b) suyuqliklarni; d) gazlarni.

Sinf B. Elektr qarshilik termometrlari;

Sinf V. Termoelektrik termometrlar.

II – guruh. Bilvosita uslublar: bunda o'lchovchi modda odatda o'lchanayotgan tizimdan ma'lum masofada joylashgan radiometrlar (nurlanishni o'lchagichli) ko'rinishini ifodalaydi va ular ham quyidagilardan iborat bo'ladi:

Sinf A. Mutlaq qora jismlar nurlanishini o'lchash:

a) To'la nurlanuvchi radiatsion pirometrlar; b) Qisman nurlanish uchun optik pirometrlar.

Sinf B. Kulrang jismlar haroratini o'lchovchi asboblar. (Rangli pirometrlar).

HARORAT O'LCHOVCHI ASBOBLARNING TUZILISHI VA ISHLASH TARZI.

Harorat o'lchashning quyidagi 2 guruhiga asoslangan asboblar bilan tanishamiz:

I. Harorat o'lchashning bevosita usullariga asoslangan harorat o'lchash asboblariga quyidagilar kiradi:

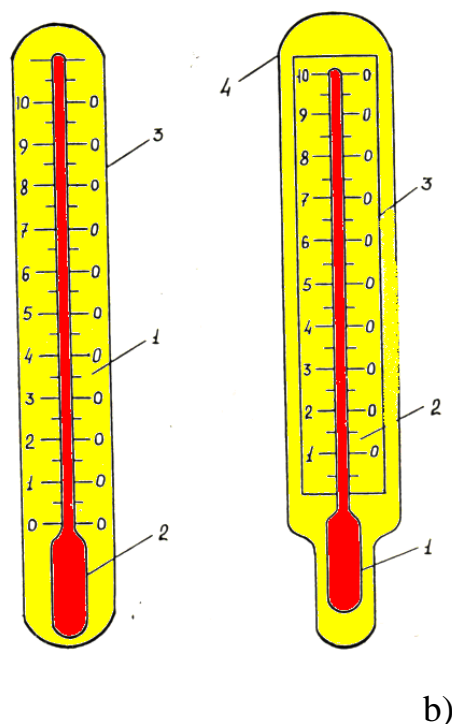
a) suyuqlikli shisha termometrlar.

Shisha suyuqlikli termometrlar haroratni – 200 dan +750 °C gacha bo'lgan oraliqdagi o'lchashlar uchun qo'llaniladi.

Shisha suyuqlikli termometrlarni ishlash tarzi. Suyuqlikli termometrlarni ishlash tarzi issiqlikdan kengayishga asoslangan. Suyuqlikli termometrlarni to'ldirish uchun simob, toluol, etil spirti va h.k.lardan foydalaniladi.

Suyuqlikli termometrlar ichida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir. Ular simobning muhim xossalari tufayli bir qator afzalliklarga ega, qaysi-ki shishani namlamaydi, kimyoviy jihatdan toza holda ancha oson olinadi va normal atmosfera bosimida keng haroratlar oralig'ida (-38,87 dan +356,86 °C gacha) suyuq holatini saqlaydi.

Termometrlar vazifasiga va haroratini o'lchash oralig'iga qarab shishani turli navlaridan ishlab tayyorlanadi. Suyuqlikli shisha termometrlarni konstruktiv shakllari turli tumandir biroq ushbu xilma – xillikdan ikkita asosiy konstruktsiyasini ajratish mumkin. 1. Tayoqsimon (6.1 rasm – a) va 2. o'rnatilgan shkalali (6.1 rasm – b).



6.1 – rasm. a) tayoqsimon va b) o'rnatilgan shkalali termometrlar.

Tayoqsimon termometrlar salmoqli – (qalin devorli) tashqi diametri 6 – 8 mm bo'lgan kapillyarga ega bo'lib u butun termometr idishining diametriga tengdir. Bunday termometrlarda shkala kapillyarning bevosita tashqi sirtiga yoziladi.

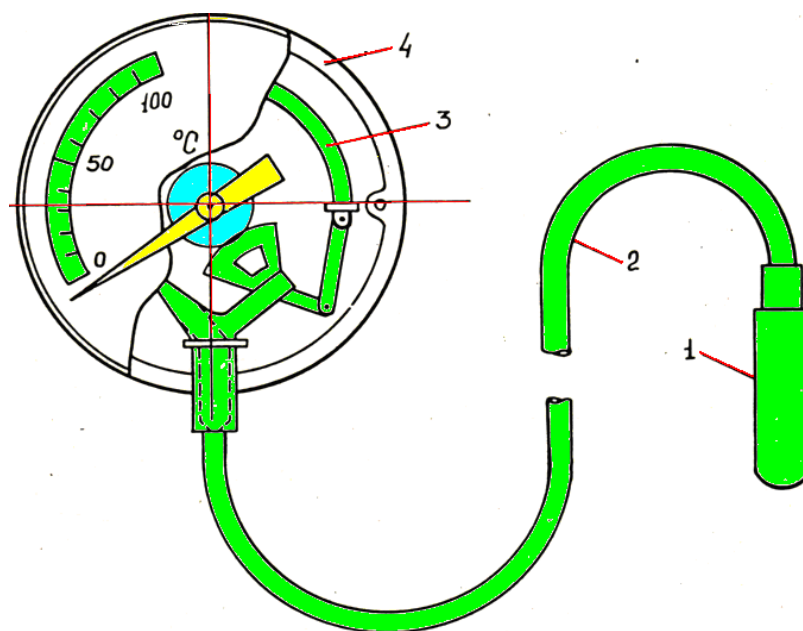
Ikkinchi konstruktsiyaning harakterli jihati shundan iboratki, unda shkala kapillyarning sirtida emas balki sut rangli to'g'ri to'rtburchakli shisha plastinadan qilingan bo'lib u silindrik shaklida idishga payvandlangan kapillyar naycha orqasiga o'rnatiladi.

Solingan shkalali termometrlar tayoqsimon termometrlarga qaraganda inersionlikka ega, lekin ular laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida haroratni o'lchashga qulaydir. Ko'pincha suyuqlikli termometrlar metalldan himoya qoplama bilan ta'minlanadi. Shisha termometrlar oddiy, yetarli aniqlikka ega va tayyorlanishi arzon.

b) Manometrik termometrlar.

Bu turdagi termometrlarni o'lchovchisi bo'lib naychasimon prujina xizmat qiladi.

Gazli Manometrik termometr (6.2 – rasm) tuzilishi, ishlash tarzi va asosiy texnik xarakteristikalarini qarab chiqamiz.



6.2 – rasm. Manometrik termometrning umumiy ko'rinishi.

Termometrning termotizimi: harorati o'lchanadigan muhitga tushurilgan termoballondan 1, kapillyardan 2 va Manometrik prujinadan 3 iborat. Termometrning termotizimi ishchi modda – gaz yoki suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Termoballonni qizdirganda yopiq zich (germetik) termotizimda bosim oshadi va natijada prujina deformatsiyalanadi (aylana bo'ylab kengayadi) va uning erkin tomoni qo'zg'aladi. Prujinaning erkin tomoni harakati uzatish mexanizmi qizigan sektor (naycha) orqali termometr shkalasidagi ko'rsatuvchining siljishiga aylanadi.

Termotizimda Manometrik termometrlar suyuqlik va gazsimon muhitlardagi – 150 dan +600 °C bo'lgan haroratlarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Shuni ta'kidlash lozimki, Manometrik termometrlar harorat ko'rsatkichini uncha katta bo'lmagan masofaga (60 metrgacha) uzatishga imkon beradi. Bu esa konstruktsiyaning oddiyligiga qaramay katta afzallikdir.

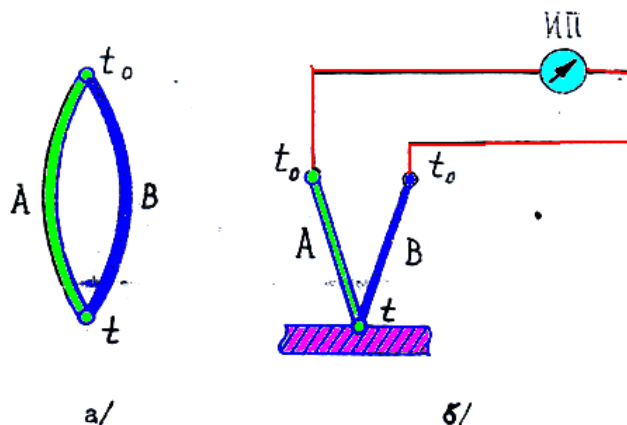
Б) Elektr qarshilik termometrlari.

Qarshilik termometrlari –260 dan +750 °C gacha bo'lgan oraliqdagi harorat ko'rsatkichlarini o'lchashda keng qo'llaniladi. Ba'zi hollarda esa bu termometrlar bilan 1000 °C gacha bo'lgan haroratni o'lchash mumkin. Qarshilik termometrlarni ishlashi – moddalarning harorati o'zgarishi bilan uning elektr qarshiligi o'zgarishiga asoslangan. Haroratni qarshilik termometri bilan o'lchashda uni harorati o'lchanayotgan muhitga tushuriladi. Termometr qarshiligini haroratga bog'liqligini bilgan holda termometr qarshiligi o'zgarishi bo'yicha u turgan muhit haroratini bilish mumkin. Qarshilik termometrlarida o'lchashni muvozanatlashtiruvchi ko'prikdan foydalaniladi. Qarshilik termometrlarni asosiy detali sinch (Karkas) slyuda – shaffof mineral plastinkalar bo'lib unga sezgir elementning ingichka simi o'raladi. Sezgir element metalli sifatida odatda platina

yoki mis ishlatiladi. Platina qarshilik termometrlari haroratini -260 dan $+1000$ $^{\circ}\text{C}$ gacha o'lchash imkonini bersa, mis qarshilik termometrlari esa -50 dan $+180$ $^{\circ}\text{C}$ gacha o'lchash imkonini beradi.

g) Termoelektrik termometrlar.

Termoelektrik uslub harorat o'lchashda termoelektrik termometrlardan haroratga qarab termoelektr yurituvchi kuchni muayyan bog'liqliklariga asoslangan. Agar ikkita turli A va B o'tkazgichlardan tashkil topgan zanjirni olsak (6.3,a – rasm) va o'tkazgichlarni tutashgan bir tomonini qizdirsak zanjirda elektr toki hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan elektr tokini yo'nalishi birinchi tutashgan tomonidan (qizitilgan) B dan A ga qizitilmagan tomon A dan B ga, agarda ikkinchi tutashgan tomonini qizitsak elektr tokini yo'nalishi teskari tomonga yo'naladi bu tok elektr toki deyiladi. Bu zanjirning ikkita tutashgan joyini haroratini har xilligi natijasida hozil bo'lgan elektr yurituvchi kuch termoelektrik yurituvchi kuch deyiladi. Ikkita o'tkazgichdan hosil bo'lgan termojuftni kamchiligi shundaki, hosil bo'lgan termo E.Yu.K. ni o'lchash uchun qo'shimcha asbob ulanishi kerak. Agarda bu zanjirga ikki tomonini harorati bir xil bo'lgan uchinchi o'tkazgich ulansa, u holda hosil bo'lgan termo E.Yu.K. ni o'lchash uchun millivoltmetr yoki potensiometr ulanishi mumkin va shu tariqa termojuft hosil bo'ladi. (6.3,b – rasm).



6.3 – rasm. a) A va B tomonli termoelektrik termometr; b) termojuft ko'rinishi.

Termojuftni A va B o'tkazgichlari termoelektod deyiladi. Haroratni o'lchash uchun termojuftning issiq tomoni deb atalmish termojuftlar tutashgan joyi 1 ni harorat o'lchaydigan muhitga joylashtiriladi. Termojuftning ikkinchi tomoni (sovuq tomon) o'zgarmas haroratga ega bo'lsa, termoEYuK qiymati bo'yicha termojuftning issiqlik tomonini bilish mumkin. Termojuftni darajalashda (graduirovka) uning sovuq tomoni atrof – muhit haroratiga teng bo'lsa asbobning ko'rsatishiga tuzatish kiritish kerak. Ko'rsatilgan harorat qiymatiga atrof – muhit harorat qiymatini qo'shish kerak.

Termojuftlar termoelektrod materiallarining tavsifiga qarab ikki guruhga bo'linadi.

1. Qimmatbaho va oddiy materiallarga qilingan termoelektrodli termojuftlar.
2. Qiyin eruvchi birikmalar, ularning grafit bilan yoki boshqa metallar bilan aralashmasidan tayyorlangan termoelektrodli termojuftlar.

Birinchi guruhga kiruvchi termojuftlar keng tarqalgan bo'lib ular texnologik jarayonlarni kuzatish va ilmiy tekshirish ishlarida qo'llaniladi. Qimmatbaho metallardan tayyorlangan termojuftlarga misol sifatida platinali termojuftni keltirish mumkin, uning termoelektrodi 90% i platina va 10% i esa boshqa metallardan ishlangan.

Oddiy metallardan ishlangan termojuftlarga misol qilib mis – kopel (nikel va mis birikmasi); xromal – allyumin (nikel va allyuminiy birikmasi) va hokazolarni keltirish mumkin. Ikkinchi guruh termojuftlarni tayyorlashda disilisid molibden, disilisid volfram, titan karbidi va h.k. ishlatiladi hamda qiyin eruvchi birikmalar qo'llaniladi. Bu guruhga kiruvchi termojuftlar $3000 \div 3500$ °C gradusgacha bo'lgan haroratni o'lchaydi.

Umuman olganda termojuftlar – 200 °C dan + 3500 °C bo'lgan harorat diapazonini aniqlashga imkon beradi.

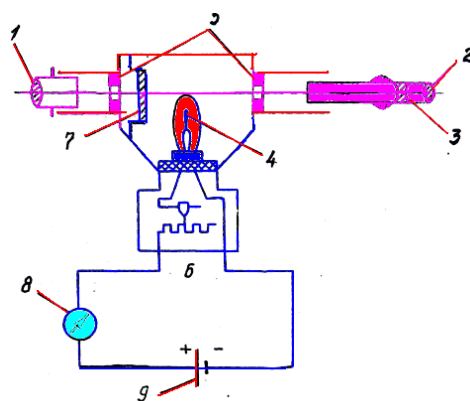
II. Harorat o'lchashning bilvosita usullariga asoslangan asboblarga quyidagilar kiradi:

Bilvosita o'lchash usullari qizdirilgan jismlarning haroratiga bog'liq ravishda o'zidan nur chiqarish qobiliyatiga asoslangan bu usulga asoslangan o'lchash asboblari nurlanish pirometrlari yoki **pirometr** deb ataladi. Ular texnikaning barcha sohasida qo'llaniladi va 30 °C dan 6000 °C gacha haroratni aniqlashga imkoniyat yaratadi. Monoxromatik nurlanish intensivligi o'zgarishiga asoslangan pirometrlar optik pirometrlar deyiladi. To'liq nurlanish quvvatini o'lchashga asoslangan pirometrlar “teng kuchli” pirometrlar deyiladi.

Pirometr turlari

a) “Yo'qoluvchi simli” optik pirometrlar.

“Yo'qoluvchi simli” optik pirometrlar ko'rinuvchi spektr maydonida yorug'lik haroratini aniqlashda qo'llaniladi. “Yo'qoluvchi simli” umumsanoat pirometrlarning o'lchov intervali 700 °C dan 1600 °C gacha belgilangan. Yorug'lik haroratini aniqlash – bu pirometrlarda tekshirilayotgan jismning samarali yorug'lik to'lqin uzunligini pirometr lampasi simining yorug'ligi bilan taqqoslashga asoslangan. Pirometr (6.4 – rasm) teleskop 5, o'lchash asbobi 8 va manba 9 dan iborat. Pirometrning optik tizimi ob'ektiv 1, okulyar 2, qizil yorug'lik filtri 3 va yorug'lik yutib oluvchi oyna 7 dan iboratdir.



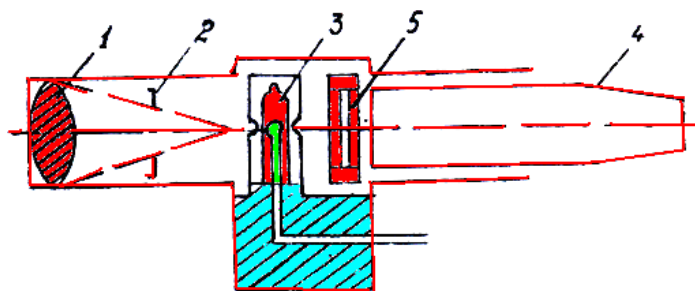
6.4 – rasm. “Yo’qoluvchi simli” optik pirometr

Ob’ektiv 1 fokusida 5 yoy shaklidagi volfram simi bo’lgan pirometrik lampa 4 joylashtirilgan. Optik pirometrlarda harorat o’lchash qoidasi quyidagicha: teleskopni nur chiqarayotgan jismga qaratib ob’ektiv buramasini aylantirish bilan harorati o’lchanayotgan jismni aniq ko’rinish dajarasiga keltiriladi. Reostat 6 yordamida simning cho’g’lanish darajasini o’zgartiramiz va u nurlanish yuzasining fonida yo’qola boradi. Sim yoyining yo’qolishi nurlantiruvchi jism va lampa simi bir xil yorug’likka va demak bir xil haroratga ega ekanliklarini bildiradi.

Agar harorati 1400 °C dan yuqori bo’lgan nurlanish yuzasining haroratini aniqlash kerak bo’lsa (volfram simi cho’g’lanishining yuqori chegarasi), unda lampa oldiga yorug’lik yutuvchi oyna 7 o’rnatiladi. Bu holda o’lchash ishlari issiqlik nurlatgichining so’nmagan yorug’ligini taqqoslash yo’li bilan olib boriladi. Shuning uchun nurlatgichning har qanday yorug’lik xaroratini o’lchashda dastlab sim 1400 °C gacha, keyin esa 1400 °C dan yuqori haroratgacha qiziydi.

Qizil yorug’lik filtri 3 ma’lum uzunlikdagi nur to’lqinlarinigina o’tkazadi. Teleskop 5 fokusini moslash paytida yorug’lik filtri chiqarib qo’yilishi mumkin, lekin lampa simining yorug’ligi nurlanish manbaining yorug’ligi bilan tenglashganda u o’z joyiga o’rnatilishi kerak.

b) Radiatsion pirometrlar. Ularning ishlash tarzi harorati o’lchanayotgan jism chiqarayotgan nurning issiqlik haroratiga asoslangan. Nurlar konsentrasiyasini (jonlanishi) egik oyna yoki linza 1 orqali bajariladi (6.5 - rasm).



6.5 – rasm. Radiatsion pirometr.

Issiqlik taʼsirini (sezuvchi) element sifatida radiatsion pirometrlarda bir qancha termojufti 3 boʻlgan termobatareyalar qoʻllaniladi. Radiatsion pirometr qoʻzgʻalmas diafragma ega boʻlgani uchun 2 - fokus shakli toʻgʻrilanishi uchun harakatlanuvchi okulyar 4 va rangli yoki xira ximoya oynasi 5 oʻrnatilgan boʻlib, u yuqori haroratni oʻlchashda koʻz nurini himoya qiladi. Radiatsion pirometrlar 400 °C dan 3500 °C gacha boʻlgan haroratni aniqlashga imkon beradi.

Oʻrganilgan asboblarning toʻgʻrisida hisobot tayyorlash.

Ushbu hisobotda talabalar termometrlar ularni turlari haqida qisqacha maʼlumotlarni tuzilish sxemalarni keltiradilar. Shuningdek ularni asosiy xossalari, kamchiliklari, oʻlchash diapozonlari hamda qoʻllanish sohalari haqida hisobotlar beradilar.

Sinov savollari.

1. Harorat oʻlchovchi asbob deb qanday asbobga aytiladi?
2. Termometrlarning qanday turlari bor?
3. Termometrlardan qayerlarda foydalaniladi?
4. Termometrlar, ularning afzalliklari hamda kamchiliklarini sanab oʻting?

Laboratoriya ishi №7

QIZDIRILGAN KOʻP QAVATLI DEVORNI ISSIQLIK OʻTKAZUVCHANLIK YOʻLI BILAN ISSIQLIK UZATISH JARAYONINI KOʻRIB CHIQISH VA ISSIQLIK OʻTKAZUVCHANLIK KOEFFITSIYENTINI ANIQLAB OʻRGANISH.

Ishdan maqsad: Tajribalar asosida har xil materiallarni issiqlik oʻtkazuvchanlik koeffitsiyentlarini aniqlash.

Ish jihozlari: Har xil materiallarni issiqlik oʻtkazuvchanligini aniqlaydigan qurilma, sekundomer.

NAZARIY QISM

Issiqlik oʻtkazuvchanlik – bu temperaturalar farqi borligi tufayli tutash muhitda issiqlikning molekulyar uzatilishidir.

Issiqlik almashinuvining bunday usuli, asosan qattiq jismning ichida ham, shuningdek bir-biriga tegib turgan ikkita qattiq jism orasida ham sodir boʻladi. Issiqlik oʻtkazuvchanlik suyuqlik yoki gaz qatlami orqali ham amalga oshishi mumkin, lekin umuman olganda suyuqlik va gazlar (suyuqlangan metallar bundan mustasno) issiqlikni juda yomon oʻtkazuvchan hisoblanadi.

Bir jinsli izotrop jismni isishini koʻraylik. Barcha yoʻnalishlar boʻyicha bir xil fizik xossalarga ega boʻlgan jismlarga izotrop jismlar deb aytiladi.

Bunday jismni isitish vaqtida uning turli nuqtalaridagi temperatura vaqt bo'yicha o'zgaradi va issiqlik yuqori temperatura sohasidan past temperatura sohasiga tarqaydi.

Vaqtning ayni paytida ko'rib chiqilayotgan fazoning barcha nuqtalaridagi temperatura qiymatlarining yig'indisi temperatura maydoni deyiladi. Temperatura maydoni quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$t=f(x,u,z,\tau) \quad (7.1)$$

bu yerda x,u,z – nuqta koordinatalari; τ - vaqt.

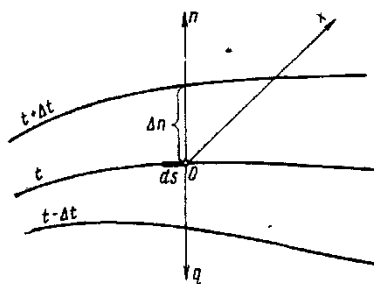
Agar jismning temperaturasi koordinata va vaqtning funktsiyasi bo'lsa, u holda temperatura maydoni nostatsionar bo'ladi:

$$t=f(x,u,z,\tau); \partial t/\partial \tau \neq 0 \quad (7.2)$$

Agar jismning temperaturasi faqat koordinataning funktsiyasi bo'lib, vaqt davomida o'zgarmasa, u holda temperatura maydoni statsionar bo'ladi.

$$t=f(x,u,z); \partial t/\partial \tau = 0 \quad (7.3)$$

Temperatura maydoni uchta, ikkita va bitta koordinataning funktsiyasi bo'lishi mumkin va mos ravishda, u uch, ikki va bir o'lchamli deyiladi. Hamma nuqtalarida temperatura bir xil bo'ladigan sirt izotermik sirt deyiladi.



7.1-rasm. Izotermalar. Temperatura gradienti haqidagi tushunchaga doir

Fazoning ayni nuqtasining o'zida bir vaqtda ikki xil temperatura bo'lishi mumkin emasligi uchun, turli izotermik sirtlar xech vaqt bir-biri bilan kesishmaydi. Ularning barchasi jism sirtida tugaydi yoki butunlay uning ichida joylashadi. Jismning temperaturasi izotermik sirtlarni kesib o'tadigan yo'nalishlar-dagina o'zgaradi (7.1-rasm).

Bunda uzunlik birligida temperaturaning eng katta o'zgarishi izotermik sirtga normal n yo'nalishida bo'ladi.

Temperatura o'zgarishi Δt ning izotermadagi normal bo'yicha masofa Δn ga nisbati temperatura gradienti deyiladi:

$$\lim \left[\frac{\Delta t}{\Delta n} \right]_{\Delta n \rightarrow 0} = \frac{\partial t}{\partial n} = \text{grad} t \quad (7.4)$$

Temperatura gradienti – izotermik sirtga tushirilgan normal bo‘yicha yo‘nalgan vektordir. Uning temperaturaning ortishi tomoniga yo‘nalishi musbat yo‘nalish hisoblanadi. Issiqlik almashinuvining boshqa turlari kabi, issiqlik o‘tkazuvchanlik jarayoni ham jismning turli nuqtalarida temperatura bir xil bo‘lmagandagina amalga oshadi, ya’ni grad $t \neq 0$. Ixtiyoriy sirt dan vaqt birligi ichida o‘tadigan issiqlik miqdori Q issiqlik oqimi deyiladi. Issiqlik oqimining vektori doimo temperaturaning pasayish tomoniga yo‘nalgan bo‘ladi.

Frantsuz olimi Fure qattiq jismlardagi issiqlik o‘tkazuvchanlik jarayonlarini o‘rganib, yuza birligi dF dan vaqt birligi $d\tau$ ichida o‘tayotgan dQ issiqlik miqdori va temperatura gradienti o‘rtasidagi bog‘lanishni aniqladi.

$$dQ = -\chi dF \text{ grad } t \, d\tau = -\chi dF \, d\tau (\partial t / \partial n) \quad (7.5)$$

(7.5) tenglama issiqlik o‘tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalaydi va Fure qonuni deyiladi. Shu tenglamadagi minus ishora issiqlik oqimi bilan temperatura gradientining vektorlari qarama-qarshi tomonga yo‘nalganligini bildiradi.

(7.5) ifodadagi proportsionallik koeffitsienti χ issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti deyiladi. Izotermik sirt birligidan vaqt birligi ichida o‘tadigan issiqlik miqdori issiqlik oqimining zichligi deyiladi.

$$q = -dQ / (dF d\tau) \text{ yoki } q = -\chi (\partial t / \partial n) \quad (7.6)$$

Issiqlik oqimi zichligi q ning vektori doimo temperaturaning pasayishi tomoniga yo‘nalgan bo‘ladi. Ixtiyoriy sirt F dan vaqt birligi ichida o‘tayotgan issiqlik miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = \int_0^\tau \int_F \chi dF d\tau (\partial t / \partial n) . \quad (7.7)$$

Yuqorida o‘rganilgan kattaliklarni birliklari quyidagicha:

temperatura gradienti – grad/m; issiqlik oqimi – Vt ; issiqlik oqimining zichligi – Vt/m^2

Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientining birligi (7.7) ifodadan aniqlanadi:

$$\chi = -\frac{Q}{F (\partial t / \partial n)} = \frac{Vt}{m \cdot \text{grad}} \quad (7.8)$$

Demak, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientining qiymati, son jihatdan, temperaturalar farqi 1°C bo‘lganda devorning birlik qatlamidan o‘tadigan solishtirma issiqlik oqimiga teng. Turli xil moddalar uchun χ ma’lum bir

qiymatga ega bo'lib, u moddaning tuzilishiga, zichligiga, bosimiga va temperaturasiga bog'liq.

Issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti χ ning qiymati har qaysi jism uchun tajribadan topiladi. Ko'pchilik materiallar uchun χ ning temperaturaga bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\chi = \chi_0 [1 + b(t - t_0)],$$

bu yerda χ_0 - t_0 °C temperaturadagi issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti; t – temperatura, °C; b – tajriba orqali aniqlanadigan temperatura koeffitsienti.

Metallar issqlikni eng yaxshi o'tkazadilar, ularda χ 3dan 458 Vt/(m·grad) gacha o'zgaradi. Toza metallarning issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti (alyuminiydan tashqari) temperatura ortishi bilan pasayadi. Yengil g'ovak materiallar issqlikni yomon o'tkazadi, chunki ularning g'ovaklari havo bilan to'lgan bo'ladi. Agar $\chi < 0,2$ Vt/(m·grad) bo'lsa, bunday materiallar issqlik izolyatsiya materiallari deyiladi. Bunday materiallarning issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti temperatura ko'tarilishi bilan ortadi. Issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientiga namlikni ta'siri katta. Suvning issqlik o'tkazuvchanligi yomon, lekin ho'l materialning issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti uning quruq holatidagi issqlik o'tkazuvchanligiga nisbatan ancha katta bo'ladi. Bunga sabab shuki, suv issqlikni havoga qaraganda deyarli 20 marta yaxshi o'tkazadi, shu sababli jism g'ovaklarining suv bilan to'lishi uning issqlik izolyatsiya xossalarini keskin kamaytirib yuboradi.

Temperatura ko'tarilishi bilan tomchi suyuqliklarning issqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti kamayadi, gazlarniki esa ortadi. Suvning χ si temperatura 0°C dan 127°C gacha ko'tarilganda ortadi, bundan keyin ham temperatura ko'tarilsa χ kamayadi.

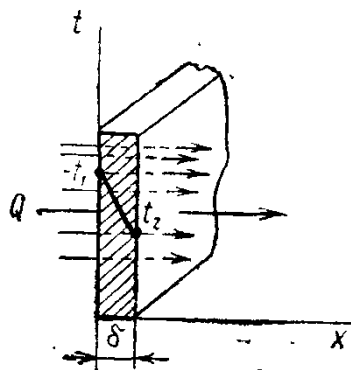
7.3-jadvalda ayrim materiallarning issqlik va temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsientlari keltirilgan.

Ayrim materiallarning issqlik va temperatura o'tkazuvchanlik koeffitsientlari

7.3-jadval

Materiallar nomi	ρ , kg/m ³	t , °C	χ , Vt/(m·grad)	c , kJ/(m·grad)	$Q \cdot 10^6$ m ² /sek.
Azbest	770	30	0,11163	0,816	0,186
Beton	2300	20	0,279	1,13	0,622
Nam tuproq	1700	17	0,657	2,01	0,192
Pishiq g'isht	1800	0	0,768	0,879	-
Muz	920	0	2,25	2,26	1,08
Quruq qum	1500	20	0,326	0,795	2,74
Shisha	2500	20	0,744	0,67	0,444
Alyuminiy	2670	0	204	0,921	86,7

Mis	8800	0	384	0,381	112,5
Nikel	9000	20	58	0,461	17,8
Kumush	10500	0	458	0,234	170
Uglerodli po'lat	7900	20	45	0,461	14,7
Suv	999,9	0	0,5513	4,212	0,131
Havo (quruq)	1,293	0	0,0244	1,005	18,8
Kislorod	1,429	0	0,0247	0,915	18,8



7.2-rasm. Yassi bir qatlamli devor.

7.2-rasmda bir jinsli materialdan (g'isht, metall, yog'och va hokazo) ishlangan qalinligi δ bo'lgan yassi bir qatlamli devor ko'rsatilgan.

Materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti χ temperaturaga bog'liq emas, deb qabul qilamiz. Devorning tashqi sirtlarida temperaturalar o'zgarmas $t_1 > t_2$ holda saqlab turiladi; temperatura faqat devor sirtiga perpendikulyar bo'lgan o'q x yo'nalishdagina o'zgaradi, ya'ni temperatura maydoni bir o'lchamli, temperatura gradienti dt/dx ga teng. Devor orqali o'tadigan issiqlik oqimining zichligini topamiz va temperaturaning devor qalinligi bo'yicha o'zgarish tavsifini aniqlaymiz. Devor ichida ikkita izotermik sirt bilan chegaralangan, qalinligi dx bo'lgan elementar qatlamni ajratamiz. Bu qatlam uchun Fure tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx} \quad (7.9)$$

$$\text{yoki } dt = -\frac{q}{\lambda} dx \text{ va } t = -\frac{q}{\lambda} dx + c$$

Integrallash doimiysi c chegara shartlaridan aniqlanadi: $x=0$ bo'lganda $t=t_1$. Bundan $c=t_1$, binobarin tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$t = -\frac{q}{\lambda} x + t_1$$

Bu tenglamadan ko'rib chiqilayotgan devor orqali o'tuvchi issiqlik oqimining zichligini aniqlash mumkin. Ushbu tenglamaga $x=\delta$ qiymatni qo'ysak $t=t_2$ bo'ladi, bundan

$$q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2) = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t \quad (7.10)$$

Yassi devorda issiqlik oqimining zichligi issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti χ ga, temperaturalar farqi $(t_1 - t_2)$ ga to'g'ri proporsional va devor qalinligi δ ga teskari proporsional bo'ladi. Shuni nazarda tutish kerakki, issiqlik oqimi temperaturaning absolyut qiymati bilan emas, balki ularning farqi –issiqlik bosimi $t_1 - t_2 = \Delta t$ bilan aniqlanadi.

χ/δ nisbat devorning issiqlik o'tkazuvchanligi deyiladi; uning o'lchamligi $[Wt/(m^2 \cdot \text{grad})]$. (7.10) tenglikni boshqacha ko'rinishda yozish mumkin:

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\delta / \chi} \quad (7.11)$$

Devor qalinligining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsientiga nisbati δ/χ devorning termik qarshiligi deyiladi.

(7.10) formuladan devorning yassi sirti F orqali τ vaqt ichida uzatilgan umumiy issiqlik miqdori Q ning qiymatini topish mumkin.

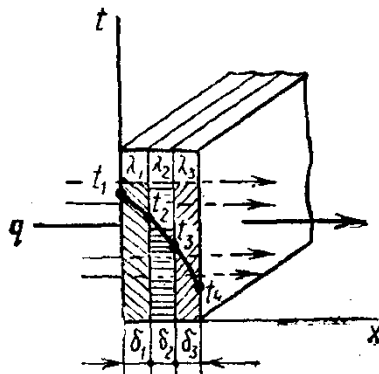
$$Q = qF \cdot \tau = \frac{\chi}{\delta} \Delta t F \tau \quad (7.12)$$

Agar (7.9) formulaga (7.10) formuladan q ning qiymatini keltirib qo'ysak, temperatura egri chizig'ining tenglamasini olish mumkin.

$$t = t_1 - \frac{\Delta t}{\delta} x \quad (7.13)$$

Bu tenglama to'g'ri chiziq tenglamasi deyiladi. Shunday qilib χ ning qiymati o'zgarmas bo'lganda temperatura bir jinsli devor qalinligi bo'ylab chiziqli o'zgaradi. Agar χ temperaturaga bog'liq bo'lsa, hisoblash formulalari birmuncha murakab bo'ladi.

Amalda issiqlik o'tkazuvchanligi turlicha bo'lgan materiallardan yasalgan bir necha qatlamli yassi devor orqali issiqlik uzatish jarayonining ahamiyati ancha muhim. Masalan, bug' qozonining tashqi tomonidan shlaklar bilan, ichki tomonidan esa quyqa bilan qoplangan metall devori uch qatlamli bo'ladi.



7.3-rasm. Yassi uch qatlamli devor

Yassi uch qatlamli devor (7.3-rasm) orqali issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan issiqlik uzatish jarayonini ko'rib chiqamiz.

Bunday devorning barcha qatlamlari bir-biriga zich yopishib turadi. Qatlamlarning qalinligi δ_1 , δ_2 va δ_3 bilan, har qaysi materialning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti esa tegishlicha χ_1 , χ_2 va χ_3 bilan belgilangan. Tashqi sirtlarning temperaturalar t_1 va t_4 ham ma'lum. t_1 va t_3 temperaturalar noma'lum bo'lsin.

Biz statsionar holni ko'rib chiqayotganligimiz tufayli issiqlik oqimining zichligi q kattaligi jihatdan o'zgarmas va barcha qatlamlar uchun bir xil bo'ladi. Shu sababli har qaysi devor qatlami uchun (7.10) formula asosida quyidagicha yozish mumkin:

$$q = \frac{\lambda_1}{\delta_1}(t_1 - t_2); \quad q = \frac{\lambda_2}{\delta_2}(t_2 - t_3); \quad q = \frac{\lambda_3}{\delta_3}(t_3 - t_4)$$

Bu tenglamadan har qaysi qatlamda temperaturaning o'zgarishini aniqlasa bo'ladi:

$$\left. \begin{aligned} t_1 - t_2 &= q\delta_1 / \lambda_1 \\ t_2 - t_3 &= q\delta_2 / \lambda_2 \\ t_3 - t_4 &= q\delta_3 / \lambda_3 \end{aligned} \right\} \quad (7.14)$$

Bundan $t_1 - t_4 = \Delta t = q\left[\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}\right]$

Bu nisbatdan ko'p qatlamli devor orqali o'tadigan solishtirma issiqlik oqimi q ning kattaligini aniqlash mumkin:

$$q = \frac{t_1 - t_4}{\delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3} \quad (7.15)$$

n qatlamli devor uchun (7.15) formula quyidagi ko'rinishda yoziladi.

$$q = \frac{t_1 - t_{n+1}}{\sum_{i=1}^n \delta_i / \lambda_i}$$

(7.15) tenglamadan ko'p qatlamli yassi devorning umumiy termik qarshiligi har qaysi qatlam termik qarshiliklarining yig'indisiga teng, degan xulosa kelib chiqadi:

$$R = \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3 + \dots + \delta_n / \lambda_n.$$

(7.14) va (7.15) formulalar asosida noma'lum temperaturalar t_2 va t_3 ning qiymatlarini topish mumkin:

$$t_2 = t_1 - q \delta_1 / \lambda_1 \quad t_3 = t_2 - q \delta_2 / \lambda_2 = t_1 - q\left[\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}\right]$$

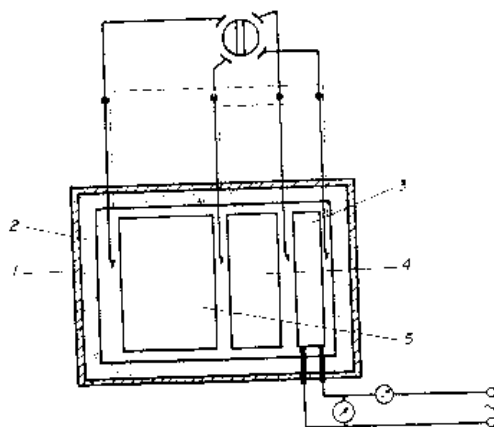
yoki

$$t_3 = t_4 + q \delta_3 / \lambda_3.$$

$\chi = const$ bo'lganda devorning har qaysi qatlamida temperaturaning taqsimlanishi to'g'ri chiziq qonuniga bo'ysunadi, ko'p qatlamli devor uchun esa siniq chiziq ko'rinishida bo'ladi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Qurilma tok manbaiga ulanadi (7.4-rasm).
2. Qurilma stansionar rejimga etganicha qizdiriladi (qurilmada o'rnatilgan termparalar yordamida barqarorlashgan temperatura rejimi o'rnatiladi).
3. Quyidagi munosabat orqali $Q_H = N \cdot \tau$ (bu yerda N -qizdirgichning quvvati, τ -qizish vaqti) qurilma qizdirgichida ajralgan issiqlik aniqlanadi.
4. Qurilmadan atrof-muhitga yuqoladigan issiqlik quyidagi munosabat orqali aniqlanadi. $Q_y = \alpha S \tau (t_{cm.cp} - t_e)$.
5. Diskdan (ko'p qatlamli devor) o'tadigan issiqlik oqimi quyidagi munosabat orqali aniqlanadi $Q = Q_H - Q_y$.
6. Har bir qatlam devorining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentini quyidagi munosabat orqali aniqlanadi $Q = \frac{\lambda}{\delta} (t' - t'') S \cdot \tau$.
7. Har bir qatlam devorining termik qarshiligi quyidagi munosabat orqali aniqlanadi $R = \frac{\delta}{\lambda}$.
8. Barcha olingan natijalar 7.2-jadvalga kiritiladi.



7.4-rasm. Materiallarni issiqlik o'tkazuvchanligini aniqlovchi qurilmaning sxemasi: 1-qurilma korpusi; 2-izolatsiya; 3-qizdirgich; 4,5-disklar (ko'p qatlamli devorlar).

Tajriba nomeri	O'lchanadigan kattaliklar																	
	δ_1, m	δ_2, m	λ_1 $Vt/(m \cdot K)$	λ_2 $Vt/(m \cdot K)$	$t', ^\circ C$	$t, ^\circ C$	$t'', ^\circ C$	R_1 $m^2 K/Vt$	R_2 $m^2 K/Vt$	N Vt	τ , min	$t_{cm.ep}$ $^\circ C$	$t_{g.}$ $^\circ C$	$\alpha, Vt/m^2 \cdot K$	S, m^2	Q_H Vt	Q_Y Vt	Q Vt

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Issiqlik uzatish deb nimaga aytiladi?
2. Issiqlik o'tkazuvchanlikka ta'rif bering?
3. Temperatura maydoni nima?
4. Temperatura gradienti deganda nimani tushunamiz?
5. Fure qonuni nimani anglatadi?
6. Issiqlik oqimi deb nimaga aytiladi?
7. Yassi devorlar orqali issiqlik uzatish qanday parametrlarga bog'liq?

LABORATORIYA ISHI №8

YOQILG'I VA YONISH JARAYONLARI. YOQILG'I ISSIQLIK BERISH QOBILIYATINI ANIQLASH. KOLORIMETR YORDAMIDA QATTIQ JISMNING ISSIQLIK BERISH QOBILIYATINI O'RGANISH

Ishning maqsadi va umumiy tushunchalar

Barcha turdagi yoqilg'ilarning asosiy texnik tavsifnomalaridan biri – uning (suyuq va qattiq turdagi yoqilg'ilar uchun massa birligida, gazsimon yoqilg'ilar uchun hajm birligida) to'liq yoqilgandagi ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori – solishtirma yonish issiqligi sanaladi. Solishtirma yonish issiqligi yuqorigi va pastkilarga bo'linadi: birinchisida yoqilg'ining qizdirilishi va namligini bug'lanishi bilan, hamda yoqilg'ining vodorodi yonishi bilan hosil bo'layotgan namlik tufayli yo'qoladigan issiqlik hisobga olinmaydi; ikkinchisida bu isroflar hisobga olinadi.

Issiqlik elektr stantsiyalari, hamda organik yoqilg'ida ishlaydigan o'txona qurilmali boshqa jihozlarning asosiy va yordamchi jihozlarini loyihalash, ishlatish va tadqiqot qilishning barcha bosqichlarida yonish issiqligi to'g'risidagi bilimlarni boyitib borish talab etiladi.

Zamonaviy IESlarning bug' va suv qizdirish qozonlarining yoqilg'i sarfini, ulardagi ish jismining sifat va miqdor ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda, jihozlarning asosiy ekspluatatsion parametrlarini uzluksiz qayd qilish va rostlashni amalga oshirish uchun avtomatik rostlash tizimlari, nazorat-o'lchov asboblari va kompyuterlashtirilgan tizimlari bilan ta'minlangan. Shuningdek, shu paytgacha IESni yoki qozon-turbinali blokni yoki qozonni yoxud turbinani alohida issiqlik sharoitlarida ishlash ishonchliligini operativ baholashda qiyinchiliklar tug'diradigan ko'rsatkich bu – yoqilg'ini solishtirma yonish issiqligi bo'yicha ishonchli kattaliklarni olish uzluksizligini ta'minlaydigan jihozlar va o'lchov asboblarning yo'qligidir.

Yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligi IESlarning yoqilg'i tajribaxonasida o'rnatilgan kalorimetrik qurilmalarda tajriba o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi.

Kalorimetrik uslubda yoqilg'i yonish issiqligini aniqlash tadqiq etilayotgan yoqilg'i massasini kalorimetrik bombada o'rnatilgan o'zgarimas hajmdagi atmosfera bosimi ostida izotermik yoki adiabatik tartiblarda to'liq yoqishga, yoqilg'i va yordamchi moddalarning yonishidan ajraladigan issiqlikni kalorimetrik idish ichidagi haroratni o'zgarishiga, hamda tajriba davomida azot va sulfat kislotalarining aralashmalarini paydo bo'lishiga asoslangan.

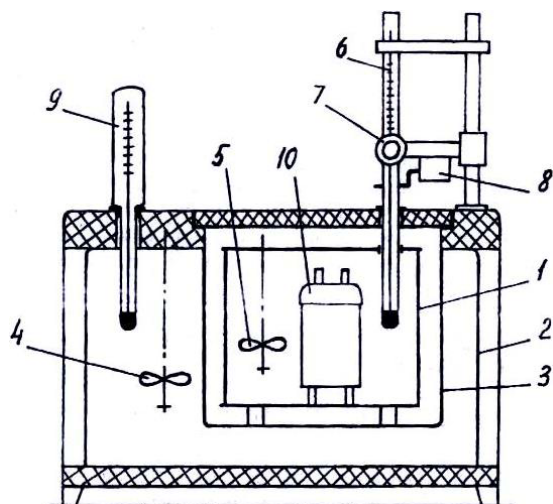
Nazariy usulning oddiyligi – kalorimetrik qurilma bilan atrof-muhit o'rtasidagi, qurilma ichida uzluksiz harorat o'zgarish sharoitida (izotermik tartibda) issiqlik almashinishini hisobga olish zaruriyati va olingan namunaning yonishidan ajraladigan to'liq issiqlik miqdorini hisoblashning qiyinligi tufayli amalda kechadigan jarayonlarni murakkablashtiradi.

Sinov natijalari bo'yicha yoqilg'ini yonish issiqligini hisoblash uchun kalorimetrning energetik ekvivalenti C_e ni bilish talab etiladi. C_e – 25 °C standart haroratda kalorimetr haroratini 1 °C ga ko'tarish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori. Energetik ekvivalent ma'lum yonish issiqligiga ega bo'lgan moddani amalda ishlatiladigan moslamada, ma'lum sharoitda, kerakli reaktiv va materiallar ishtirokida yoqib sinash usuli bilan aniqlanadi. Buning uchun, odatda, 26454 kJ/kg standart yonish issiqligiga ega bo'lgan benzol kislotasi C_6H_5COOH dan foydalaniladi.

Mazkur ishning maqsadi – yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligini aniqlash uslubini talabalar tomonidan o'zlashtirilishiga erishishdan iborat.

Tajriba qurilmasining yozilmasi

V-08MA turidagi kalorimetrik qurilma (8.1 – rasm) kalorimetrik idishdan 1, idish uchun o‘ringa 3 ega kalorimetr qoplamasi 2, qoplama aralashtirgichi 4, idish aralashtirgichi 5, harorat o‘lchash asboblari tizimi – lupali 7 va tebratgichli 8 metastatik termometr 6 dan 6 tarkib topgan. Qoplama yuqorisida elektrokontaktli termometr 9 o‘rnatish uchun teshik mavjud. Idish 1 ichiga kalorimetrik bomba 10 joylashtiriladi.



8.1 – rasm. Kalorimetrik qurilma.

Kalorimetrik idish qalinligi 1 mm bo‘lgan silliq latun listdan tayyorlangan. Idishning sig‘imi $3800 \pm 35 \text{ sm}^3$ ga teng. Idishning og‘ziga qoplanadigan qopqoq elektr liniyasiga ulangan.

Kalorimetrik idishning qoplamasi to‘g‘ri burchakli ikki qavatli latun bak shaklida bo‘lib qurilmaning issiqlik izolyatsiyasi vazifasini bajaradi. Ichki qavat ichidan mis quvurchalari o‘tkazilgan bo‘lib, zarur paytda qoplamani sovitish uchun suv haydaladi.

Tajriba o‘tkazishda qoplamaning ichki yuzasi distillyat suvi bilan to‘ldiriladi. Kalorimetrik bomba joylashtirilgandan keyin idish ichiga 3000-3100 gr miqdorida distillyat suvi to‘ldiriladi. Tanlangan suv massasi kalorimetrda 14850-15150 J/°C chegarasidagi samarali issiqlik sig‘imini jamlanishini ta‘minlashi kerak.

Idishdagi va qoplamadagi suv haroratini rostlash tashqi elektr qizdirgichi yordamida amalga oshiriladi.

Idish va qoplama ichida kalorimetrik tizimning izotermik xususiyatini saqlovchi aralashtirgich o‘rnatiladi.

Tashqarida, qoplamaning yuqorigi qismida metastatik termometr va kronshteyn (devorga mahkamlangan maxsus tokcha) tutgichli vertikal tayanch joylashtirilgan. Kronshteynga optik tizim va elektromexanik tebratgich birlashtirilgan.

O'lchash diapazoni 0-5 °C va shkala o'lchami 0,01 °C bo'lgan, o'zgaruvchan to'ldirishli metastatik termometr idishdagi suv haroratini o'zgarishini o'lchash uchun xizmat qiladi. Optik tizim yordamida haroratni 0,001 °C aniqlikda olish mumkin. Termometrdagi simobning ko'chishida kapillyar kuchlarning ta'sirini bartaraf etish uchun tebratgich uni qimirlatib turadi.

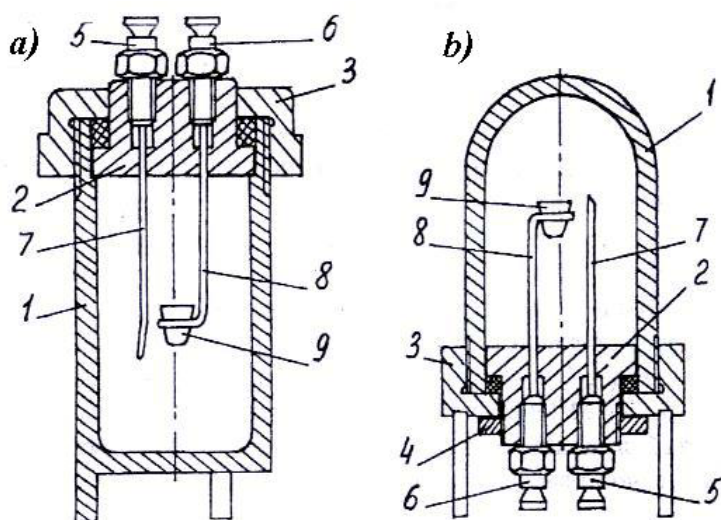
Elektr kontaktli termometr qoplamadagi suv haroratini talab qilingan darajada saqlash uchun mo'ljallangan.

Qurilmaning elektr sxemasi vaqt ko'rsatkichlarini, aralashtirgich va tebratgich elektr yuritgichlaridan boshqariladi.

V-08MA kalorimetrlarida ikki xil turdagi bomba ishlatiladi (8.2–rasm).

I – gazsimon yoqilg'ilarni sinash uchun bombaning yuqorigi qismi klapanli;

II – qattiq va suyuq yoqilg'ilarni sinash uchun mo'ljallangan bombaning pastki qismi klapanli.



8.2 – rasm. Kalorimetrik bomba: a – I tur; b – II tur.

Kalorimetrik bomba yoqilg'i namunasini yoqish uchun mo'ljallangan bo'lib, qopqog'i 2 tortqi gaykasi 3 bilan korpusga zich berkitiladigan, hajmi $325 \pm 15 \text{ sm}^3$ qalin devorli zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan stakan 1 shaklida tayyorlanadi. Bundan tashqari II turdagi bomba yanada zichlash maqsadida kontrgayka 4 bilan jihozlangan. Qopqoqda ikkita klapan bo'lib: kirishdagi klapan 5 – bombani kislorod bilan (I turdagi bomba uchun gaz bilan) to'ldirishga va chiqishdagi klapan 6 – tajriba o'tkazilgandan keyin gazni chiqarib yuborish uchun ishlatiladi. Kirish klapaniga gaz quvuri 7 ulangan bo'lib, u bir paytning o'zida bitta elektrod vazifasini ham bajaradi. Ikkinchi elektrod 8 qopqoqning ichidan chiqish klapaniga ulangan, uning oxiriga yoqilg'i namunasi solingan tigel 9 joylashtirilgan.

Zanglamaydigan po'latdan tayyorlangan tigelga yoqilg'i namunasi joylanadi.

Bombada yoqiladigan qattiq yoqilg'i namunasi, odatda, briket (qoliplangan g'isht) ko'rinishida bo'ladi. Briketlash uchun maxsus siqish moslamasi ishlatiladi, bunda yoqilg'i kukuni puansonda vint yordamida siqib zichlanadi.

Yuqorida yozilganlardan tashqari, kalorimetrik qurilmada tajriba o'tkazish imkoniyati to'laqonli bo'lishi uchun analitik tarozi (yoqilg'i namunasini tortish maqsadida ishlatiladi), texnik tarozi (zaruriy miqdordagi suvni idishlarga o'lchab solish uchun ishlatiladi), maxsus taglik (ulama simlari bilan birgalikda bombaning qopqog'ini qo'yish uchun kerak bo'ladi), kislorod balloni va 220 V kuchlanishli tok manbai kabilarning mavjud bo'lishi talab etiladi.

Tajriba ishini bajarish tartibi va uslubiyoti

Mazkur ishda qattiq yoqilg'ining solishtirma yonish issiqligini izotermik tartibdagi kalorimetrik bombada shu yoqilg'i namunasini yoqib sinash usuli bilan aniqlanadi. Ishni boshlashdan oldin talabalarga yoqilg'i namunasi beriladi. O'qituvchi va talabalar birgalikda yoqilg'i markasidan kelib chiqib tajriba ishining hajmini va bajarilish tartibini yana bir marta aniqlashtirib olishadi.

Og'irligi oldindan aniq bo'lgan tigelga 0,8-1,5 gramm og'irlikdagi analitik yoqilg'i namunasi solinadi. 1 gramm va undan og'ir bo'lgan yoqilg'i namunalari quyi (10 MJ/kg dan kichik) yonish issiqligini aniqlash uchun sinovga olinadi. 35 % gacha kul tarkibiga ega bo'lgan yoqilg'ilar briket ko'rinishida, 35 % dan ko'p miqdordagi kullilikka ega bo'lgan yoqilg'ilar esa kukun ko'rinishida yoqiladi.

Bomba qopqog'ini maxsus taglikka joylashtirib olgandan keyin, simlar elektrodlanga birlashtiriladi va sim uchlari o'rtaga tortib xalqaga kiydiriladi. Yoqilg'i namunasi solingan tigel tok beradigan o'zak (shtift) xalqasiga joylashtiriladi. O'rta qismga tortilgan sim bo'lagi tigel ichidagi yoqilg'i briketiga yaxshi tegib turishi, agar kukunsimon namuna bo'lsa, simning uchi kukun massasi ichiga kirib turishi shart. Biroq har qanday holatda ham simning uchi tigel devoriga tegmasligi kerak.

Bomba qopqog'idagi (II – tur) ariqchaga tomizg'ich yordamida 1 sm³ distillyat suvi tomiziladi. Qopqog' bomba korpusiga gaykalar yordamida qotiriladi.

Bombani yondirish zanjirining qarshiligi tekshirib ko'riladi, bu qiymat 1 Om dan ortmasligi kerak. Keyin bombaning ichiga sekinlik bilan kislorod to'ldiriladi: agar yuqori yonish issiqligi aniqlanayotgan bo'lsa, kislorod bosimi 2,5-2,9 MPa; quyi yonish issiqligi aniqlanishida esa kislorod bosimi 3,4 MPa gacha bo'lishi kerak. Belgilangan bosimga erishilishi bilan bombaning kirish klapani va ballonning jo'mragi berkitiladi, hamda kislorod berish quvuri bombadan ajratiladi. Bombaning klapanlari qistirmali qalpoqcha bilan mahkamlanadi.

Bombadan kislorod chiqmayotganligini tekshirish uchun klapan uchi qismi distillyat solingan idishga botirilgan holda 2 daqiqa tutib turiladi. Pufakchalar

ajralishi kuzatilmasa klapanlar artiladi va bomba qopqog'iga tok simi ulanadi, simning ikkinchi uchi kalorimetr idishi qopqog'ida o'rnatilgan kontakt xalqasiga ulanadi.

Kalorimetrik idish ichiga bomba o'rnatilgandan keyin idish ichidagi aralashtirgichning aylanishiga hech narsa xalaqit bermasligi tekshiriladi. Idish ichiga bombaning yuqorigi qismi barobarida suv quyiladi. Suv va bombali idish 1 gr xatolik bilan tortiladi. Kalorimetrning suvli holatdagi og'irligi bir xil turdagi bombadan foydalanilganda o'zgarmas miqdoriy qiymatga ega bo'lishi kerak, bu barcha hisoblar uchun zarurdir.

Idish kalorimetr ichiga o'rnatiladi, yoqish zanjiri xalqalariga, qizdirgich ulanmalariga, dvigatelga ulanadi va kalorimetr qopqog'i yopiladi.

Metastatik termometrning simobli uchi idishning markaziga to'g'rilab o'rnatiladi. Termometrning tanlangan holati doimiy bo'lishi va barcha yonish issiqliklarini, hamda kalorimetrning energetik ekvivalentini aniqlash paytlarida o'zgarmasligi kerak. Termometrdan 1-2 mm masofada joylashgan tebratgich holati tekshirilishi zarur.

Ketma-ket ravishda: "220 V tarmog'i", "Yoritgich", "Qoplamaning aralashtirgich dvigateli", "Idishning aralashtirgich dvigateli", "Tebratgich", "Zummer" (tovush signalini beradigan elektr asbobi) qo'shib-ajratgichlari (pereklyuchatellar) ishchi holatga o'tkaziladi. Aralashtirgichlar tajribaning boshidan oxirigacha o'zgarmas aylanishlar soniga ega bo'lishi kerak.

O'lchash ishlarini boshlashdan oldin idish ichidagi suv isitgich yordamida $25 \pm 0,2$ °C gacha (termometr shkalasi bo'yicha 1,2 belgigacha), qoplamadagisi esa $28 \pm 0,2$ °C gacha qizdiriladi. Kalorimetr qoplamasidagi harorat avtomatik ravishda $\pm 0,1$ °C gacha aniqlikda saqlanadi.

Haroratni o'lchash 3 ta davrga bo'linadi (8.3 – rasm):

1) boshlang'ich – tajriba ishining boshlanishida, boshlang'ich harorat qiymatlari asosida, kalorimetrik tizim va atrof-muhit o'rtasidagi issiqlik almashinuvini hisobga olinadi (AB qirqim);

2) asosiy – olinma to'liq yongach ajraladigan issiqlik kalorimetrik tizimga berilishi va tizimning barcha qismlariga harorat teng taqsimlanganligi hisobga olinadi (BD qirqim);

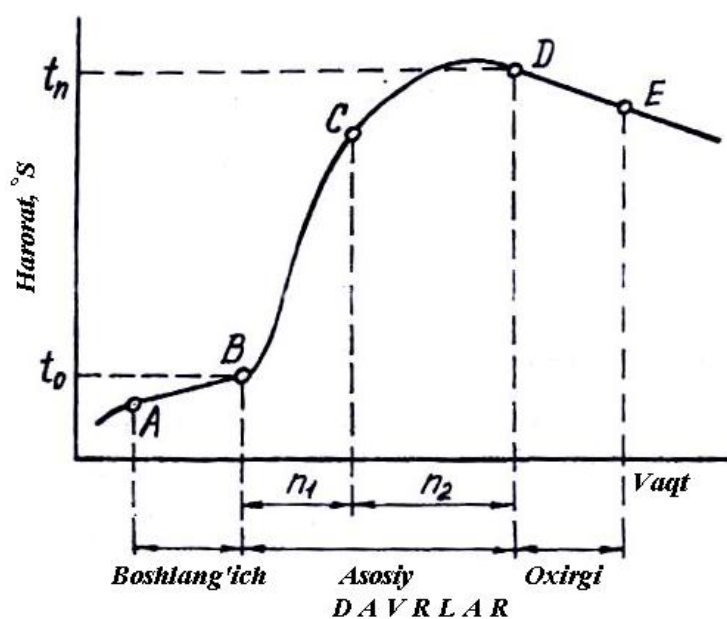
3) oxirgi – tajriba nihoyasida oxirgi harorat ko'rsatkichini kalorimetr va atrof-muhit o'rtasida issiqlik almashinuviga ta'sirini hisobga oladi (DE qirqim).

Boshlang'ich davr. Kalorimetr atrofidagi harorat o'lchanadi. Kalorimetrdagi suvni aralashtirish bilan kalorimetrning barcha nuqtalaridagi harorat tenglashadi va ma'lum vaqt o'tgach (aralashtirgich ishga tushgandan 10 daqiqa o'tgach) teng o'zgaraga boshlaydi. Shu paytdan boshlab (A nuqta) 5 daqiqa davomida har 30 soniyada harorat ko'rsatkichi hisobga olib boriladi. Vaqt sekundomer yordamida

hisobga olinadi, harorat 0,001 °C aniqlikda o'lchanadi (lupa yordamida 0,01 °C ga teng bo'lgan oraliq 10 qismga bo'linadi). Boshlang'ich davrning oxirgi harorat ko'rsatkichi asosiy davrning boshlanish nuqtasi hisoblanadi.

Asosiy davr. Boshlang'ich hisobga olish davri nihoyasiga yetishi bilan yondirish zanjirining tugmasi bosiladi (jarayon laborant tomonidan amalga oshiriladi). Asosiy davrning birinchi harorat ko'rsatkichini hisoblash 30 – soniyadan boshlanadi va bu jarayon har 30 soniyada qayd qilib boriladi. Asosiy davrda ham haroratning teng taqsimlanishi hisobga olib boriladi.

Oxirgi davr. Asosiy davrning oxirgi harorat hisoboti oxirgi davr uchun dastlabkisi hisoblanadi. Bu davrda ham har 30 soniyadagi harorat ko'rsatkichlari 3 daqiqa davomida olib boriladi.



8.3 – rasm. Kalorimetrik tajribada harorat ko'rsatkichlarining o'zgarish xarakteri

Termometrning barcha ko'rsatkichlari uchinchi tovush signalidan keyin olinadi (30 s dan keyin). Barcha o'lchash davrlarida xatolik 0,002 °C dan oshmasligi shart.

Tajriba tugagandan keyin qo'shib-ajratish moslamalari ish holatidan chiqariladi, kalorimetr qopqog'i ochiladi, bomba qisqichlaridan simlar ajratilib uning o'zi idishdan chiqariladi. Bomba klapanlarining qalpog'i olinadi, chiqish klapani ochiladi, ichidagi gaz sekinlik bilan chiqazib yuboriladi va bomba qismlarga ajratiladi. Korpusning ichki yuzasi va bombaning qopqog'i ko'rikdan o'tkaziladi. Bombaning ichida ora-sira qurum yoki chala yongan yoqilg'i yuqi qolgan bo'lsa, korpusning tashkil etuvchilari, qopqoq va tigellar issiq distillat suvi bilan yuvib tozalanadi. Barcha yuvish suvlari (taxminan 250-350 sm³) bitta idishga

yig'ib olinadi va keyinchalik oltingugurt miqdorini aniqlash uchun (keyingi 4 – tajriba ishida) olib qo'yiladi.

Bombaning ichki yuzalari va uning barcha detallari quritib tozalanadi.

TAJRIBA NATIJALARIGA ISHLOV BERISH

Bombada sinalayotgan analitik yoqilg'i namunasining solishtirma yonish issiqligi Q_b^a , kЖ/кг quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$Q_b^a = \frac{C_i \cdot \Delta t - m_1 \cdot q}{m}, \quad (8.1)$$

bu yerda C_i – kalorimetrik tizimning energetik ekvivalenti, kJ/°C; Δt – idishdagi rostlanadigan harorat ko'rsatkichining o'sishi, °C; m_1 – yoqishgacha va yoqishdan keyingi tortilgan simlar og'irligi farqi, kg; q – simning yonish issiqligi, kJ/kg; m – yoqilg'i namunasining taqribiy og'irligi, kg. C_i , q ko'rsatkichlar ma'lumotnomadagi jadvallardan tanlab olinadi.

Rostlanadigan harorat ko'rsatkichining o'sishi Δt , °C, quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta t = [(t_n + \Delta t_n) - (t_o + \Delta t_o) + \Delta h] \cdot z, \quad (8.2)$$

bu yerda t_n , t_o – termometr shkalasi bo'linmalariga muvofiq asosiy davrning oxirgi harorati va yoqish haroratiga mos keladigan termometr ko'rsatkichi; Δt_n , Δt_o – termometrning to'g'rilash ko'rsatkichlari; z – termometr shkalasidagi daraja bo'linmasi, $z = 1,000$ °C; Δh – kalorimetrning atrof-muhit bilan issiqlik almashinuvini to'g'rilash qiymati:

$$\Delta h = \frac{V' + V''}{2} \cdot n_1 + V'' \cdot n_2, \quad (8.3)$$

bu yerda V' , V'' – 30 soniyalik vaqt oralig'ida boshlang'ich va oxirgi davrlarda harorat o'zgarishining o'rtacha tezligi, °C; n_1 , n_2 – asosiy davrda harorat tez va sekin ko'tarilishini yarim daqiqalik o'lchashlar soni, $n_1 + n_2 = n$ – asosiy davrdagi yarim daqiqalik o'lchashlarning umumiy soni.

V' , V'' , °C ko'rsatkichlari quyidagicha hisoblanadi:

$$V' = \frac{t' - t_o}{n_o}, \quad (8.4)$$

$$V'' = \frac{t_n - t''}{n_n}, \quad (8.5)$$

bu yerda t' , t'' – boshlang'ich davrning dastlabki va oxirgi davrning oxirgi harorat ko'rsatkichlari, °C; n_o , n_n – boshlang'ich va oxirgi davrlarda harorat ko'tarilishining yarim daqiqalik o'lchashlar soni.

n_I ko'rsatkichini 12.6 tenglamadan aniqlanadigan a mezoniga bog'liq holda 12.1 – jadvaldan tanlab olish mumkin:

$$a = \frac{t_a - t_o}{t_n - t_o}, \quad (8.6)$$

bu yerda t_a – asosiy davrning 2 – daqiqasi davomida termometr shkalasining ko'rsatkichlari.

8.1 – jadval

A	n_I
0,5 gacha	9
0,5 dan 0,64 gacha	8
0,64 dan 0,73 gacha	7
0,73 dan 0,82 gacha	6
0,82 dan 0,91 gacha	5
0,91 dan 0,95 gacha	4
0,95 dan yuqori	3

Sinalayotgan yoqilg'i namunasining yuqori yonish issiqligi, Q_s^a , kJ/kg, quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$Q_s^a = Q_b^a - (94 \cdot S_i^a + \alpha \cdot Q_b^a), \quad (8.7)$$

bu yerda: 94 – yoqilg'i yoqilayotganda uning tarkibidagi suv massasida 1 %li oltingugurt kislotasining eritmasi va yonish natijasida ajralayotgan oltingugurt (II)-oksididan oltingugurt kislotasi hosil bo'lish issiqligini hisobga olish koeffitsienti, kJ/kg; S_i^a – analitik yoqilg'i namunasi tarkibidagi oltingugurtning massaviy ulushi, %; α - azot kislotasini paydo bo'lish issiqligini hisobga olish koeffitsienti (chala tayyor ko'mir va antratsitlar uchun – 0,001; boshqa turdagi ko'mirlar, yonuvchi slanets va torf uchun – 0,0015).

Sinalayotgan analitik yoqilg'i namunasining quyi yonish issiqligi, Q_i^a , kJ/kg, quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$Q_i^a = Q_s^a - 24,42 \cdot (8,94 \cdot H^a + W^a), \quad (8.8)$$

bu yerda: 24,42 – o'lchov harorati 25 °C bo'lganda ajraladigan 1 % suvga nisbatan bug' hosil bo'lish issiqligi, kJ/kg; 8,94 – suv tarkibidagi vodorod elementining massaviy ulushini hisobga olish koeffitsienti; W^a , H^a – analitik yoqilg'i namunasi tarkibidagi suv va vodorodning massaviy ulushi, %.

H^a – ko'rsatkichining qiymati H^r normativ sonini qayta hisoblash orqali aniqlashtiriladi.

W^a – ko'rsatkichining qiymati esa 2 ishda aniqlanadi, ya'ni $W^a = W^{rH}$ shaklida qabul qilsa ham bo'ladi.

Ishchi yoqilg'i namunasining quyi yonish issiqligi, Q_i^r , kJ/kg, quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$Q_i^r = \frac{100 - W_i^r}{100 - W^a} (Q_s^a + 24,42 \cdot W^a) - 24,42 \cdot W_i^r, \quad (8.9)$$

bu yerda: W_i^r – yoqilg'ining ishchi holatidagi namlikning massaviy ulushi (2 – ishdan yoki malumotlar to'plamidan olinadi), %.

Hisoblash natijalari 20 kJ/kg gacha yaqin qiymatgacha yaxlitlanadi.

Olingan Q_i^r natija normativ ko'rsatkichlar bilan taqqoslanadi.

Kalorimetrik sinov va hisoblashlarning yozuv bayonnomalari N A M U N A S I

1. Uzlukli to'ldirishli simobli termometr joylangan, izotermik rejimda ishlaydigan V-08MA turidagi kalorifer uskunasi yordamida T markali toshko'mir namunasini sinash.

2. Berilgan kattaliklar:

Sinov bayonnomasi					
Davriy ravishda termometr shkalalarining ko'rsatkichlari					
Boshlang'ich		Asosiy		Oxirgi	
O'lchov raqami	Qiymat	O'lchov raqami	Qiymat	O'lchov raqami	Qiymat
0	1,258 t'	1	1,450	1	3,645
1	1,259	2	2,400	2	3,644
2	1,260	3	2,900	3	3,643
3	1,261	4	3,200 t _a	4	3,640
4	1,262	5	3,350	5	3,638
5	1,264	6	3,450	6	3,636
6	1,265	7	3,508	7	3,634
7	1,266	8	3,542	8	3,632
8	1,268	9	3,576	9	3,630
9	1,269	10	3,601	10	3,628 t''
10	1,270 t ₀	11	3,614		

		12	3,625		
		13	3,632		
		14	3,638		
		15	3,641		
		16	3,643		
		17	3,645		
		18	3,645 t_n		

Xona harorati 22,5 °C;

Qoplama harorati 27,45±0,05 °C;

Suvli idish og'irligi 4,8 ±0,002 kg;

$C_i=14,920 \text{ kJ/}^\circ\text{C}$; oraliq farqi $t_0=1,270$;

$m=1,0902 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$; oraliq farqi $t_n=3,645$;

$m_l=0,01 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$; oraliq farqi $t_a=3,2$;

$q=3140 \text{ kJ/kg}$; $\Delta t_0=\Delta t_n=0$;

$z=1,000 \text{ }^\circ\text{C}$;

$W^a=2,9 \%$ (2-ishda aniqlanadi); $W_i^r=9,7 \%$ (2-ishda aniqlanadi);

$S_i^a=2,5 \%$ (4-ishda aniqlanadi); $H^a=3,08 \%$ (ma'lumotnomadan).

3. Yoqilg'ining yonish issiqligini hisoblash:

Boshlang'ich va oxirgi davrlarda harorat o'zgarishining o'rtacha tezligi:

$$V' = \frac{t' - t_0}{n_0} = \frac{1,258 - 1,270}{10} = -0,0012;$$

$$V'' = \frac{t_n - t''}{n_n} = \frac{3,645 - 3,628}{10} = +0,0017;$$

Issiqlik almashinuviga kiritiladigan tuzatishlar:

$$a = \frac{t_a - t_0}{t_n - t_0} = \frac{3,2 - 1,27}{3,645 - 1,27} = 0,81;$$

$$n_1 = 6;$$

$$n_2 = n - n_1 = 18 - 6 = 12;$$

$$\Delta h = \frac{V' + V''}{2} \cdot n_1 + V'' \cdot n_2 = \frac{-0,0012 + 0,0017}{2} \cdot 6 + 0,0017 \cdot 12 = 0,022.$$

To'g'rilangan harorat o'sishi:

$$\Delta t = (t_n - t_0 + \Delta h) \cdot z = (3,645 - 1,27 + 0,022) \cdot 1,0 = 2,397.$$

Bombadagi yonish issiqligi, kJ/kg:

$$Q_b^a = \frac{C_i \cdot \Delta t - m_l \cdot q}{m} = \frac{14,92 \cdot 2,397 - 0,01 \cdot 10^{-3} \cdot 3140}{1,0902 \cdot 10^{-3}} = 32776.$$

Yoqilg'ining analitik holatida yuqori yonish issiqligi, kJ/kg:

$$Q_s^a = Q_b^a - (94 \cdot S_i^a + \alpha \cdot Q_b^a) = 32776 - (94 \cdot 2,5 + 0,001 \cdot 32776) = 32508.$$

Yoqilg'ining analitik holatida vodorod miqdori, %:

$$H^a = H^r \cdot \frac{100 - W^a}{100 - W_i^r} = 3,08 \cdot \frac{100 - 2,9}{100 - 9,7} = 3,31.$$

Yoqilg'ining analitik holatida quyi yonish issiqligi, kJ/kg:

$$Q_i^a = Q_s^a - 24,42 \cdot (8,94 \cdot H^a + W^a) =$$

$$= 32508 - 24,42 \cdot (8,94 \cdot 3,31 + 2,9) = 31715.$$

Yoqilg'ining ishchi holatida quyi yonish issiqligi, kJ/kg:

$$Q_i^r = \frac{100 - W_i^r}{100 - W^a} \cdot (Q_s^a + 24,42 \cdot W^a) - 24,42 \cdot W_i^r =$$
$$= \frac{100 - 9,7}{100 - 2,9} \cdot (31715 + 24,42 \cdot 2,9) - 24,42 \cdot 9,7 = 29323.$$

Hisobot tuzish bo'yicha ko'rsatmalar

Tajriba ishining hisobotiga quyidagi ma'lumotlar kiritilishi shart:

- ishning maqsadi;
- yoqilg'ining quyi va yuqori yonish issiqliklari to'g'risida ma'lumotlar;
- bombada yoqilg'ining yonish issiqligini aniqlash uslubining mohiyati;
- tadqiq etilayotgan yoqilg'ining turi va markasi, ularning normativ tavsifnomalari;
- tajriba qurilmasining qisqacha tavsifiy yozilmasi;
- o'tkazilgan sinov uslubining asosnomasi va yozilmasi;
- sinov bayonnomasi;
- o'tkazilgan tajribaning barcha hisoblash formulalari va sonli qiymatlari ko'rsatilgan natijalari;
- xulosa va yechimlar.

Texnika xavfsizligi bo'yicha ko'rsatmalar

Tajriba ishini bajarishga kirishishdan oldin talaba o'zi uchun mo'ljallab tuzib chiqilgan va 1-ilovada keltirilgan texnika xavfsizligi yo'riqnomasi bilan yaqindan tanishib chiqishi shart.

Ushbu ishga doir qurilma bilan ishlashda quyidagi xavfsizlik qoidalariga amal qilish shart:

1. Bombani kislorod bilan to'ldirish ishini laborant bajaradi, hamda bombadagi bosim ko'rsatkichi 3,9 MPadan oshib ketmasligi shart ekanligiga amal qiladi.

2. Portlash xavfini bartaraf etish uchun bombani to'ldirishda qo'l, kiyim va burash kalitlarida moy yuqi bo'lmasligi shart. Kislorodning moy bilan aktiv reaksiyaga kirishishini esda tutish lozim.

3. "Yoqish" tugmasini bosish paytida va keyingi 20 soniya mobaynida qurilmadan uzoqroq masofada turish va kuzatish shart.

4. Aralashtirgichning tezligini rostlash paytida u reostatning elektr toki mavjud qismiga tegmasligi shart.

5. Bombaning qopqog'i ochilishidan oldin uning ichidagi gazlar chiqish klapani orqali sekin chiqarib yuborilishi shart.

6. Kerakli o'lchamdagi kalitlardan foydalanish shart.

Bundan tashqari, talabalarga, tajriba o'tkazish uslubiyotida ko'zda tutilmagan har qanday harakatni amalga oshirish ta'qiqlanadi.

Laboratoriya ishi № 9.

ISSIQLIK ELEKTROSTANSIYALARINI TEXNOLOGIK SXEMASINI O'RGANISH. BUG' TURBINALI VA DIZEL ELEKTROSTANSIYALARINI PRINSIPIAL SXEMALARI BILAN TANISHISH VA O'RGANISH. ISSIQLIK GENERATORLARINI (BUG' QOZONLARINI) SODDALASHTIRILGAN USULDA SINASH, UNI F.I.K NI ANIQLASH, ISSIQLIK BALANSINI TENGLAMASINI TUZISH

9.1. Issiqlik generatorlarini (bug' qozonlarini) soddalashtirilgan usulda sinash, uni f.i.k ni aniqlash, issiqlik balansini tenglamasini tuzish.

Ishdan maqsad: issiqlik elektrostansiyalarini texnologik, bug' turbinali hamda dizel elektrostansiyalarini prinsipial sxemalari bilan tanishish va o'rganish.

Ish jihozlari: issiqlik elektrostansiyalarini texnologik sxemasi, bug' turbinali va dizel elektrostansiyalarini prinsipial sxemalari, asosiy uskunalarning harakteristikasi, issiqlik elektr stansiyasining komponentlari.

NAZARIY QISM

Organik yoqilgi (qazib olinadigan ko'mir, torf, slanets, gaz va boshqalar) yoqib elektr energiyasi ishlab chiqaradigan korxonada issiqlik elektr stansiyasi (TES) deyiladi.

Yoqilg'i bug' qozonlarining o'txonalarida yoki ichki yonuv dvigatellarida yonganda uning ximiyaviy energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi va birlamchi

dvigatelning ish jismiga (bug' yoki gazga) uzatib beriladi. Ish jismi turbina parraklarida yoki dvigatel silindrida kengayib, mexanikaviy ish bajaradi va uni elektr generatori valiga uzatadi, bu yerda esa ushbu ish elektr energiyasiga aylanadi.

Hozirgi vaqtda elektr stansiyalarining ko'pchiligi iste'molchini bir vaqtning o'zida elektr va issiqlik energiyasi bilan ta'minlaydi. Ishlab bo'lgan bug' (yoki gaz) issiqligidan foydalaniladigan, issiqlik bilan elektr energiyasi birgalikda ishlab chiqariladigan bazaga asoslangan markazlashtirilgan issiqlik ta'minoti teplofikatsiya deyiladi. Issiqlik bilan elektr energiyalari birgalikda ishlab chiqariladigan stansiyalar tekloelektrotsentrallar (TES) deyiladi.

Mamlakatimizdagi elektr stansiyalarning ko'pchiligi, shu jumladan, issiqlik stansiyalari ham, birlashtirilgan energosistemalar tarkibiga kiradi. Turli xil elektr stansiyalarning (issiqlik, gidravlik, atom elektr stansiyalari va boshqalarning) o'zaro elektr uzatish liniyalari bilan birlashtirilgan va markazlashtirilgan usulda umumiy boshqariladigan majmun energosistema deyiladi.

Elektr energiya iste'molchilari. Elektr energiyaning asosiy iste'molchisi sanoatdir. Elektr energiyasidan mashina, stanoklar va boshqa sanoat uskunalari harakatga keltirish, shuningdek turli-tuman texnologik protsesslarni: suyuqlantirish, qizdirish va metallarni payvandlash, elektroliz protsesslari va boshqalarni amalga oshirish uchun foydalaniladi. Transportda elektr-tortish qurilmalari xam elektr energiya iste'molchisi xisoblanadi. Elektr energiyasidan qishloq xo'jaligidagi ko'pchilik ishlarni mexanizatsiyalash va elektrlashtirishda ham keng foydalaniladi. Elektr energiyasining kattagina qismi ishlab chiqarish va turar joy binolarini, yo'llar, ko'chalarni yoritishga va madaniy-maishiy maqsadlar uchun sarflanadi.

Issiqlik iste'molchilari. Qanday maqsadda ishlatilishiga qarab issiqlik tashuvchilar sifatida tegishli bosim va temperaturadagi bug' xamda qaynoq suv ishlatiladi. Ishlab chiqarish agregatlari, masalan, bug' bilan ishlaydigan to'qmoqlar, presslar, bug' nasoslari, turbokompressorlar va boshqalar uchun issiqlik tashuvchi sifatida 8—10 bar bosimli to'yingan yoki o'ta qizdirilgan bug' ishlatiladi. Texnologik protsesslar uchun foydalaniladigan ishlab chiqarish apparatlari va qurilmalarini isitish uchun issiqlik tashuvchi sifatida 3—8 bar bosimli to'yingan yoki salgina o'ta qizdirilgan bug' va temperaturasi 150°C gacha, bosini esa tegishli bo'lgan suv ishlatiladi. Isitish ventilyatsiya va havoni kondensionirlash maqsadida, odatda, qaynoq suv, ba'zi hollarda esa bosimi 6 bar gacha bo'lgan bug' ishlatiladi.

Issiqlik elektr stansiyalarining klassifikatsiyasi. Issiqlik elektr stansiyalari to'rtta asosiy belgisiga: 1) birlamchi dvigatel turiga; 2) quvvatiga; 3) bug'ning boshlang'ich parametrlariga; 4) qanday maqsadda ishlatilishiga ko'ra

klassifikatsiyalanadi. Birlamchi dvigatelning turiga ko'ra elektr stansiyalar quyidagilarga bo'linadi:

a) bug' turbinali elektrostansiyalari—bug' turbinali TES, ular mamlakatimizdagi va chet ellardagi elektr stansiyalarining asosiy turidir;

b) gaz turbinali elektrostansiyalar — gaz turbinala TES;

v) bug'-gaz ustanovkali elektr stansiyalar — gaz va bug' turbinalardan birgalikda foydalaniladigan bug'-gaz TES;

g) ichki yonuv dvigatelli elektr stansiyalari; dizel yonilg'i juda qimmat bo'lganligidan bunday elektr stansiyalar keng tarqalmagan. Ichki yonuv dvigatellari neftli rayonlarda, tabiiy gaz qazib chiqariladigan raionlarda yoki qattiq yoqilg'i konlaridan uzoqdagi raionlarda joylashgan kichikroq quvvatli elektr stansiyalarida ishlatiladi.

Elektr stansiyalari quvvatiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

a) agregatlari 25 Mvt gacha bo'lgan kichik quvvatli elektr stansiyalari;

b) agregatlari 50—100 Mvt, li o'rta quvvatli elektr stansiyalari;

v) agregatlari 150, 300, 800 Mvt li katta quvvatli elektr stansiyalari;

Bug'ning boshlang'ich parametrlariga ko'ra elektr stansiyalari quyidagilarga bo'linadi:

a) past bosimli — 30 bar gacha;

b) o'rta bosimli — 30-50 bar;

v) yuqori bosimli — 90 —170 bar;

g) kritik bosimidan katta bosimli — 245 bar,

Lekin stansiyalarni quvvatiga va parametrlariga ko'ra klassifikatsiyalash hozircha shartlidir, chunki agregatlarning quvvati va bug'ning parametrlari yildan-yilga ortib bormoqda.

Elektr stansiyalar vazifasiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

a) teplofikatsion elektr stansiyalari, bular issiqlik va elektr energiyasi beradi. Ular, odatda, sanoat korxonalarini yaqinida yoki ularning territoriyasida, shaharlar va TES dan issiqlik oladigan axoli yashaydigan punktlar yaqinida churiladi.

Issiqlik energiyasi uzatiladigan masofani qisqartirish issiqlik uzatmalar qurishga ketadigan harajatlarni va issiqlikni iste'molchilarga uzatishdagi umumiy isroflarni kamaytiradi. Issiqlik nagruzkalar (iste'molchi) kam bo'lganda TES qurish iqtisodiy jihatdan o'zini oqlamaydi, chunki nisbatan kam quvvatlarda teplofikatsion dvigatellar ishlatish kapital harajatlarni va ekspluatatsion sarflarni oshirib yuboradi;

b) kondensatsion issiqlik elektr stansiyalari KES, bular faqat elektr energiyasi beradi. Yirik sanoat rayonlarida, odatda, shu rayon yakunida joylashgan TES

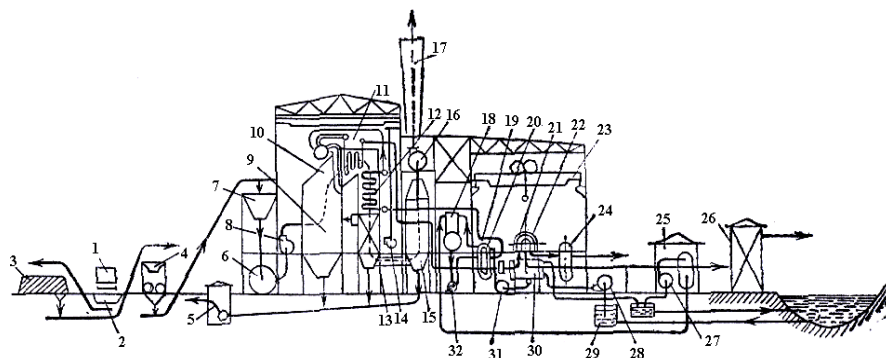
ishlab chiqaradigan elektr energiyasidan ko'proq elektr energiya iste'mol qilinadi. Bu rayonlar qo'shimcha elektr energiyasini umumiy energetika sistemasidan oladi.

Umumiy energosistemaga elektr energiyasi beradigan asosiy manbalar kuchli KES lardir. Ular albatta yog'ilg'i qazib chiqariladigan joylar yaqiniga va quvvati shunga mos keladigan suv manbaining bevosita yaqiniga quriladi.

TES ning texnologik sxemasi. Issiqlik elektr stansiyasidagi asosiy texnologik protsesslari —stansiyaga yoqilg'i keltirishdan tortib to iste'molchiga elektr va issiqlik energiyasi berishgacha bo'lgan barcha asosiy protsesslarni ko'rib chiqamiz.

9.1-rasmda yoilg'i sifatida ko'mir kukuni ishlatiladigan bug' turbinali elektr stansiyaning tipik texnologik sxemasi ko'rsatilgan.

Elektr stansiyaga vagonlar 1 da kelgan yoqilg'i tarozida tortiladi va chuqurlar 2 ga tukuladi, so'ngra ulardan transportyorlar vositasida ko'mir yoqiladi 3 ga yoki avva 1 maydalash ustanovkasi 4 dan o'tib, qozonxona bunkerlari 7 ga beriladi. Bunkerlar 7 dan maydalangan ko'mir tegirmon 6 ga beriladi va u yerda kukun (chang)ga aylantiriladi. Tegirmonning ish kamerasidan muallaq xoldagi ko'mir changgi zarralari aralashgan havo ventilyator 8 bilan gorenkalar orqali o'txona kamerasi 9 ning radiasion qismiga yunaltiriladi va ikkilamchi havo bilan aralashib yonadi. Yoqilg'ining to'liq yonishi uchun zaruriy ikkilamchi havo kamerasiga ventilyator 1 yordamida havo qizdirgich 13 orqali beriladi.



9.1- rasm. Bug'-turbigali elektr stansiyasining texnologik sxemasi

Yuqori temperaturali yonish mahsulotlari o'z issiqligini dastlab o'txonaning radiatsin sistemada joylashgan ekranlangan trubalar 10 ga beradi; shundan keyin konvektiv qismiga siljib, issiqligini shu qismda joylashgan isish sirtlariga—bug' qizdirgich 11, suv ekonomayzeri 12 va havo qizdirgich 13 ga beradi.

Konvektiv qismidan yonish mahsulotlari kul tutib qolish qurilmalari 15 orqali o'tadi va tutun tortgich 16 lar bilan tortilib, tutun trubasi 17 orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Qozon trubalaridagi suv va bug'-suv aralashmasi yonish mahsulotlarining issiqligini oladi va dastlab to'yingan, so'ngra esa o'ta qizigan bug'ga aylanadi. Berilgan parametrli bug' bug' qizdirgichdan bug' trubalari orqali turbina 21 ga keladi va kengayib ish bajaradi. Turbinada hosil qilingan mexanikaviy energiya turbina validen elektrogenerator 22 valiga uzatiladi va elektr energiyasiga aylantiriladi.

Generatorida olingan elektr energiyasi ikki yunalishda tarqatiladi; uning birinchi asosiy qismi kuchli podstansiyaga keladi va asosiy taqsimlash qo'rilmasi 26 orqali tarmoqqa, tashqi iste'molchilarga ketadi, elektr energiyasining ikkilamchi, kichikroq qismi stansiyaning xususiy ehtiyojlarini qondirish uchun mahalliy taqsimlash qurilmasiga yunaltiriladi.

Iste'molchilarni issiqlik bilan ta'minlash uchun turbinadan olinadigan bug'dan foydalaniladi. Uning bir qismi iste'molchiga bosim ostidagi bug' holda yuboriladi, boshqa qismi esa issiq almashtirgich 24 ga junatiladi, bu yerda bug' o'z issiqligini suvga beradi va kondensatlanadi. Kondensatorni sovituvchi suv bug'ning kondensatlanishi hisobiga isib, suyuq issiqlik tashuvchi tarzida iste'molchiga yuboriladi, kondensatdan esa qozonlarni ta'minlash suvi sifatida foydalaniladi.

Ishlab bo'lga ya to'yingan nam bug' turbinadan kondensator 30 ga yunaltiriladi. Kondensatorlarni sovitadngan suv kanal 29 dan nasoslar 28 yordamida beriladi.

Kondensetordan kondensat nasoslar 31 yordamida past bosimli isitkichlar 20 orqali deaerator 18 ga beriladi. Deaeratorida kondensatda erigan havo ajraladi, ya'ni kondensat gazzizlanadi. So'ngra u dastlab yuqori bosimli isitkichlar 19 va suv ekonomayzeri 12 orqali o'tib, nasoslar 32 yordamida ta'minlash suvi sifatida qozon barabanlariga beriladi.

Kondensat va bug'ning isrof bo'lib kamiga ximiyaviy tozalangan suv bilan uzluksiz to'ldirib turilish kerak. Suv tozalash apparatlari 25 ga suv nasoslar 27 yordamida beriladi, so'ngra deaeragorlarda gazzizlantiriladi va ta'mirlash suvi sifatida qozon barabanlariga yunaltiriladi.

O'txona kamerasidagi shlak va kultutkichda to'plangan kul gidravlik transport vositasida avval haydash ustanovkasi 5 ga, so'ngra ag'darmaga uzatib beriladi.

Uskunalarni montaj va remont qilish uchun mashina zalida va qozonxonada elektr ko'prik kraplar 23 o'rnatilgan.

Asosiy uskunalar xarakteristikasi. Uskunalarining tayyorlovchi zavodlarning katalog va spravochniklarida beriladigan ayrim turlariga tegishli raqamiy ma'lumotlar uskunaning xarakteristikasi deyiladi. Bular — uskuna egallaydigan yuzaning kattaligi, uskunaning gabaritlari, og'irligi, quvvati,

unumdorligi, bir minutdagi aylanishlar soni, ishlatiladigan yoqilg'i turi va uning umumiy hamda solishtirma sarfi, bug' turbinalari uchun bug'ning bosimi va temperaturasi qozon agregatlari uchun esa bug' unumdorligi, yoqilg'i va suvning sarfidan iborat.

Elektr stansiyasining prinsipial issiqlik sxemasi. Elektr stansiyasining issiqlik uskunalari, apparatlari va turli xil issiqlik qurilmalarining bug', suv hamda kondensat truboprovodlari bilan birgalikda grafik usulda tasvirlanishi uning prinsipial issiqlik sxemasi deyiladi.

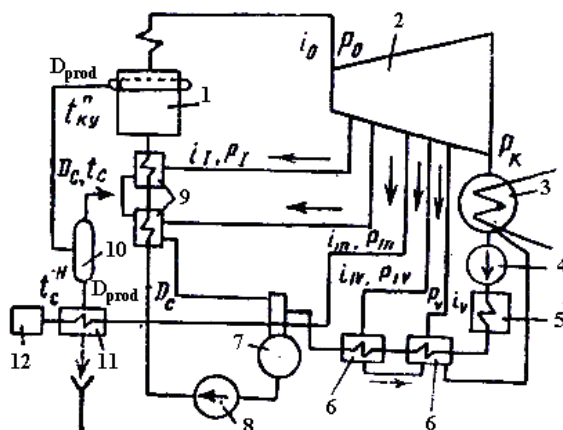
Issiqlik sxemasi TES lardagi turli xil ishlab chiqarish protsesslarini tashkil etishni aniqlaydi. U issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarish protsesslari amalga oshiriladigan asosiy va yordamchi issiqlik kuch agregatlarining o'zaro aloqadorligini belgilab beradi.

Prinsipial issiqlik sxemasiga boshlang'ich ma'lumotlarning hammasi ham kiritilavermaydi, balki issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqarish protsesslarini qisqacha va yetarli darajada aniq tasvirlab beradigan hamda issiqlik sxemasining hisob-kitobini analiz qilish va baholash uchun yetarli bo'lgan ma'lumotlarini kiritiladi.

Bir tipdagi agregatlar ularning stansiyadagi haqiqiy sonidan qat'i nazar, prinsipial issiqlik sxemasida faqat bittadan ko'rsatiladi (bitta turbina, bitta nasos va xokazo).

Ayrim elementlar sxemada muayyan sistema bo'yicha joylashtiriladi (9.2-rasm). Masalan, yuqorigi chap burchakda qozon, o'ng burchakda turbina tasvirlanadi. Boshqa elementlar soat strelkasining xarakat yunaliish bo'yicha, turbinadan o'ngga qarab va ish jismining yo'li bo'yicha pastga qarab joylashtirib chiqiladi. Bunda uning parametrlari dastlab kamayadi, qozonga yaqinlashgan sari yana ortib boradi.

9.2- rasmda $K=100=50$ bug' turbinali elektr stansiyasining prinsipial issiqlik sxemasi ko'rsatilgan. Qozon 1 dan parametrlari p_o, t_o bo'lgan bug' turbinasi 2 ga o'tadi, turbinaning besh joyidan bug' olinadi. I va II joylardan olingan, parametrlari i_1, p_1 va i_2, p_2 bo'lgan bug' yuqori bosimli isitkichlab



9.2-rasm. K=100=50 turbinali elektr stansiyaning prinsipial issiqlik sxemasi

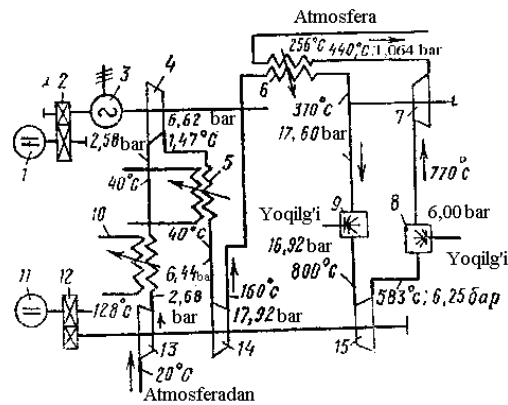
9 ga o'tadi, ularda qozonga yuboriladigan ta'minlash suvi isitiladi. Bug' issiqligini ta'minlash suviga berib, kondensatga aylanadi. Kondensat deaerator 7 ga yuboriladi, bu yerda u gabsizlanadi va ta'minlash nasosi 8 vositasida isitkichlar 9 orqali qozonga beriladi.

Entalpiyasi i_2 va bosimi p_3 bo'lgan III joydan olingan bug' separator 10 bilan tutashtirilgan issiq almashtirgich 11 ga yuboriladi. Separatorga qozondan $p_o > p_{III}$ bosimli tozalash suvi kiradi. Suv ancha past bosimli sohaga kirgandan keyin qaynaydi va uning bir qismi bug' tarzida bug' qizdirgich 9 ga uzatiladi. Separatorida qolgan temperaturasi ancha yuqori bo'lgan suv ximiyaviy tozalash apparatlari 12 qo'shimcha suvni isitish uchun foydalaniladi. Tozalash suvi o'z issiqligini berib, texnikaviy kanalizatsiyaga tushadi.

IV va V joylardan olingan bug' past bosimli isitkichlar 6 va 5 ga yuboriladi. Bug'ning qolgan qismi turbinada to'liq ishlab bo'lgach, kondensator 3 ga o'tib kondensatga aylanadi. Olingan kondensat nasos 4 yordamida issiq almashtirgichlar 5 va 6 orqali deaerator 7 ga, so'ngra nasos 8 bilan isitkichlar 9 orqali qozonga haydaladi.

9.3-rasmda gaz-turbinali ustanovkasi bor elektr stansiyaning prinsipial sxemasi ko'rsatilgan. Gaz-turbinalni dvigatelda yoqilg'ining yonishi uchun zaruriy havo atmosferadan so'rib olinadi va kompressor bilan past bosim 13, o'rta bosim 4 va yuqori bosim 14 bosqichlarida ketma-ket siqiladi.

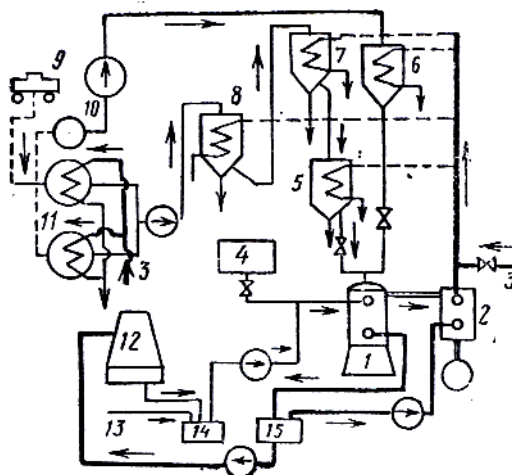
O'rta va yuqori bosim bosqichlari oldidan xavo sovitkichlar 10 va 5 da sovitiladi*. Kompressorda tegishli bosimgacha siqilgan xavo regeneratordan 6 orqali o'tadi va isib, yuqori bosimli yonish kamerasi 9 ga kiradi, bu yerda bir vaqtning o'zida tuzatilgan yoqilg'i xam beriladi.



9.3-rasm. GTU li elektr stansiyaning prinsipial issiqlik sxemasi

Kamerada yog'ilgi yonadi, yonish maxsulotlari esa yuqori bosimli yordamchi gaz turbinasi 15 ning parraklariga o'tadi, bu yerda ularning issiqlik energiyasi mexanikaviy ishga aylanadi, bu ish esa kompressorning past va yuqori bosim bosqichlarini xarakteratga keltirishga sarflanadi.

Yuqori bosim turbinasida ishlab bo'lgan gaz katta miqdordagi havo bilan aralashib, past bosimli yonish kamerasi 8 ga o'tadi, shu kameraga to'zitilgan yoqilg'i ham beriladi. Kamerada yoqilg'i yonadi, yonish maxsulotlari esa past bosimli asosiy gaz turbinasni 7 ning parraklariga o'tadi. Bu yerda gazning issiqlik energiyasi mexanikaviy energiyaga aylanadi.



9.4-rasm. Dizel elektr stansiyasining prinsipial issiqlik sxemasi

Olingan mexanikaviy energiyaning ozroq qismi kompressorning o'rta bosim bosqichini xarakteratga keltirish uchun sarflanadi, asosiy qismi esa elektr energiyasi olish uchun generator 3 ning valiga uzatiladi.

Past bosimli turbinada ishlab bo'lgan yonish mahsulotlari kompressordan kelayotgan havoni isitish uchun regeneratori 6 ga beriladi, so'ngra esa atmosferaga chiqarib yuboriladi.

Yuqori bosim turbinasi ishga tushirish dvigateli 1 vositasida reduktor 2 orqali harakatga keltiriladi. Past bosim turbinasi ishga tushirish dvigateli 11 vositasida reduktor 12 orqali harakatga keltiriladi.

9.4- rasmda og'ir mazut yonilg'isida ishlaydigan dizel elektr stansiyasining prinsipial issiqlik sxemasi keltirilgan. Mazut 40—45°C dan past temperaturada kam oquvchan bo'ladi.

Stansiyaga keltirilgan mazut sisternalar 9 ning o'zida suyuq holga kelguncha isitiladi, so'ngra yoqilg'i ombori 11 ga quyiladi, bu yerda 50°C temperatura saqlab turiladi. Omborda mazut tiniydi va undan suv xamda mexanikaviy aralashmalar ajraladi. Ombordan mazut tindirgich 8 ga beriladi va bu yerda u 60—70°C temperaturada 10—16 soat davomida tindirilib suv, smola va mexanikaviy aralashmalardan qo'shimcha ravishda tozalanadi. Mazut yonilg'i tindirgichdan filtrlar 7 orqali sarflash baklari 5 ga, so'ngra dvigatellar 1 ga beriladi.

Mazut tashiladigan barcha yonilg'i trubalari ularga yonma-yon joylashtirilgan qaynoq bug' quvurlari bilan isitiladi. Ikkala truboprovod bitta umumiy issiqlik izolyatsiya materiali bilan o'ralgan bo'ladi.

Yonilg'i quvurlari va mazut tindiriladigan rezervuarlar qozonxona 3 dan yoki dizelning chiqib ketadigan gazlarida ishlaydigan qozon-utilizator 2 dan keladigan bug' bilan isitiladi.

Dvigatellarni sovitish sistemasi — yopiq sistemadir. Dvigatellar sovigandan keyin suv bak 15 ga kiradi, undan kaynoq suvning bir qismi qozon-utilizatorga, qolgan suv esa gradirnya 12 ga xaydaladi. Gradirnyadan sovigandan suv bak 14 ga yuboriladi (9.4-rasmdagi strelkalarga qarang), so'ngra sovitish uchun dvigatellarga beriladi. Isrof bo'lgan suvning o'rnini to'ldirish uchun bak 14 ga qo'shimcha suv 13 beriladi.

Bak 4 avariya ehtimoli uchun sovuq suv zapasiga mo'ljallangan.

Dvigatelni ishga tushirish uchun neft ishlatiladi. U ombor 10 dan alohida truboprovodlar orqali neft tushirish bakchalari 6 ga beriladi.

Issiqlik elektr stansiyasining komponentlari. Komponentlar so'zi muayyan maqsadga mo'ljallab alohida qismlardan (komplektlardan) bir butun narsa tuzish degan ma'noni bildiradi.

Elektr stansiyaning joylashish o'rnini tanlash. Elektr stansiyaning joylashish o'rnini to'g'ri tanlash murakkab texnikaviy-iqdisodiy masaladir. Bu masalani xal qilishda quyidagi shartlarga rioya qilish kerak.

1. Elektr energiyasi va issiqlik iste'molchilari yaqin bo'lishi lozim. Xozirgi vaqtda qaynoq suv 35 km gacha, bug' esa 10 km gacha masofaga berilmoqda. Elektr energiyasi uzoq masofalarga (1000 km dan uzoqroqqa) uzatib beriladi, lekin iqtisodiy muloxazalarga ko'ra masofalarni iloji boricha qisqartirish maqsadga muvofiqdir.

2. Yoqilg'i bazasi yaqin bo'lishi yoki elektr stansiyasi ko'rish uchun tanlangan joyga yoqilg'i tashib keltirilishi qulay bo'lishi zarur.

3. Suv manbai yaqin bo'lishi kerak. Elektr stansiyasidan suv manbaigacha bo'lgan masofa minimal bo'lishi lozim, chunki kondensatsion turbinalar uchun ham, teplofikatsion turbinalar uchun ham suv juda ko'p sarflanadi va uni uzoq masofalarga uzatib berish uchun ko'p elektr energiyasi sarflash zarur bo'ladi.

4. Maydonchani o'lchamlari. Katta quvvatli rayon elektr stansiyasi qurish uchun zaruriy uchastka maydoni 0,03 — 0,06 ga/Mvt bo'lishi lozim.

Tanlangan maydonchada elektr stansiyali tashkil etuvchi barcha bino va inshootlar joylashtiriladi. Ularni shunday joylashtirish kerakki, ulardan foydalanishda normal shart-sharoitlar yaratilgan bo'lsin. Elektr stansiyaning barcha bino va inshootlariga quriladigan avtomobil yo'llari, asosiy inshootlarga keltiriladigan keng izli temir yo'llar esa shu maydoncha ichiga sig'diriladi.

Elektr stansiyadagi bino va inshootlarning tarkibi har bir konkret holda uning xarakteriga qarab aniqlanadi. Elektr stansiya territoriyasida asosiy bino va xonalarining joylashuvini umumiy tarzda ko'rib chiqamiz.

Asosiy korpus. Elektr stansiyalarining barcha asosiy va yordamchi uskunalari asosiy korpusga joylashtiriladi. U kelajakda yanada kengaytirish mo'ljali bilan quriladi. Kelajakda kengaytirilishi hisobiga olingan holda asosiy korpusning ikki chekkasi ikki xil bo'ladi: birinchisi doimiy bo'lib korpus bu tomondan kengaytirilmaydi; ikkinchisi muvaqqat bo'lib, stansiya kengayganda o'zgaradi. Asosiy korpusning muvaqqat chekkasi oldidagi maydoncha bo'sh qoldiriladi.

Asosiy korpus atrofiga qolgan barcha bino va inshootlar joylashtiriladi. Maydonchada asosiy bino o'rnini tanlashda sotuvchi suv kommunikatsiyalari, teplofikatsiya tarmoqlari, elektr uzatish liniyalaridan tortilgan simlar, kulni chiqarib tashlash quvurlari va boshqalarning uzunligi minimal bo'lishi lozimligini hisobga olish kerak.

Xizmat korpusi. Bu yerda elektr stansiya boshqarmasi, laboratoriyalar, navbatchi shaxslar va boshqalar joylashtiriladi.

Asosiy boshqarish shchiti va asosiy taqsimlash qurilmasi. Kichik quvvatli issiqlik elektr stansiyalarida boshqarish shchiti va taqsimlash qurilmalari asosiy binoning ichiga, o'rta va katta quvvatli stansiyalarda esa alohida maxsus binolarga joylashtiriladi. Bunda maxsus binolar asosiy binoga usti yoliq yo'laklar bilan tutashtiriladi.

Yonilg'i xo'jaligi yo'li bilan ish olib boriladigan barcha bino va inshootlar, odatda, omborlar tomonga va yoqilg'iga ishlov berish texnologik prosessi bo'yicha yoqilg'i keltirilish yo'llari tomonga joylashtiriladi. Masalan, yoqilg'ini maydalash

korpusi yoqilg'ini tushirish qurilmasi bilan asosiy korpusning qozonxona tomoni orasiga quriladi.

Suv xo'jaligi. Gradirnyalar, purkash xovuzlari, sirkulitsion suv quvurlari va boshqa inshootlarni mashina zali tomonga qurish tavsiya etiladi.

Suvni ximiyaviy tozalash ustanovkasi. Kichik quvvatli stansiyalarda suvni ximiyaviy usulda tozalash ustanovkasi asosiy binoda bo'ladi. Katta quvvatli stansiyalarda maxsus binoga o'rnatiladi.

Elektr stansiyaning issiqlik-kuch qismiga tegishli bino va inshootlardan tashqari, elektr qismiga xamda boshqa xizmatlarga tegishli bino va inshootlar xam bo'ladi. Ularga masalan, oshiruvchi elektr stansiyasi, xususiy extiyojlarga mo'ljallangan taqsimlash qurilmasi, materiallar ombori, garaj remont ustaxonalari, maishiy binolar va boshqalar kiradi.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Issiqlik elektr stansiyalarining klassifikatsiyasi bilan tanishiladi.
2. Bug'-turbinali elektr stansiyasining texnologik sxemasi o'rganiladi.
3. Asosiy uskunar xarakteristikasi tahlil qilinadi.
4. $K=100=50$ turbinali elektr stansiyaning prinsipial issiqlik sxemasi o'rganiladi.
5. GTU li elektr stansiyaning prinsipial issiqlik sxemasi o'rganiladi va boshqa elektr stansiyalar bilan taqqoslanadi.
6. Og'ir mazut yoqilg'isida ishlaydigan dizel elektr stansiyasining prinsipial issiqlik sxemasi o'rganiladi va afzalliklari ko'rsatiladi.
7. Issiqlik elektr stansiyasining komponovkasi tahlil qilinadi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Tiplofikatsiya deb nimaga aytiladi?
2. Issiqlik bilan elektr energiyalari birgalikda ishlab chiqariladigan stansiyalar qanday nomlanadi?
3. Issiqlik elektr stansiyalari qanday klassifikatsiyalanadi?
4. Bug'-turbigali elektr stansiyasining texnologik sxemasi nimalardan tashkil topgan?
5. Uskunaning xarakteristikasi deb nimaga aytiladi?
6. Elektr stansiyasining issiqlik uskunalari, apparatlari va turli xil issiqlik qurilmalarining bug', suv hamda kondensat truboprovodlari bilan birgalikda grafik usulda tasvirlanishi uning qanday sxemasi deyiladi?
7. Dvigatellarni sovitish sistemasi qanday sistemadir?
8. Komponovka so'zi qanday ma'noni anglatadi?

9.2. Issiqlik generatorlarini (bug' qozonlarini) soddalashtirilgan usulda sinash, uni f.i.k ni aniqlash, issiqlik balansini tenglamasini tuzish.

Ishdan maqsad: Bug' qozonini soddalashtirilgan usulda sinash, isroflarni va uni f.i.k ni aniqlash, issiqlik balansini tenglamasini tuzish.

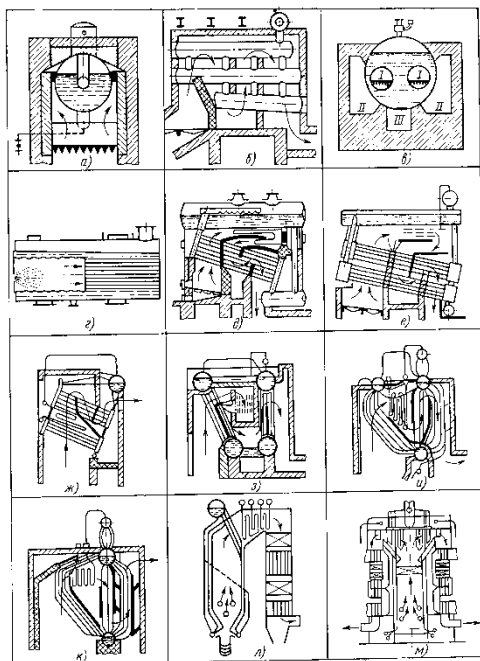
Ish jihozlari: bug' qozoni, uni boshqaruvchi qurilmalari, o'lchov asboblari.

Qozon agregatlari 9.1-rasmda ko'rsatilgan ketma-ketlikda takomillashib bordi. Takomillashtirishdan asosiy maqsad metal sarfini kamaytirish, qozonning tejamligini va bug' unumdorligini oshirish, hamda parametrlari yanada ham yuqoriroq bo'lgan bug' olishdir. Hozirgi katta quvvatli qozonlarning boshlang'ich sxemasi 9.1-rasm (a,b) da keltirilgan silindr shaklidagi oddiy qozon edi.

XIX asrning o'rtalarida silindrsimon va o't-quvurli qozonlardan (v) suv-quvurli (v-m) qozonlarga o'tildi. Qozonlarni takomillashtirish ikki yo'nalishda bordi: birinchidan gaz-quvurli, ikkinchidan suv-quvurli qozonlar yaratildi.

Natijada quvurlarning diametrini kamaytirgan holda isish sirtini kattalashtirishga erishildi, chunki gazlarga qaraganda suvga issiqlik berish yuqori bo'ladi, bu esa metallni tejash va unumdorlikni ko'tarish imkonini berdi.

Kamerali gorizontel suv-quvurli qozonlarda (d,e) qaynatish quvurlar to'plami o'zining uchlari bilan yassi kameralarga ulanar edi. Bular anker boltlari ko'pligi tufayli murakkab bo'lib, bug' bosimini 12-15 bar dan yuqori ko'tarishga imkon bo'lmadi.



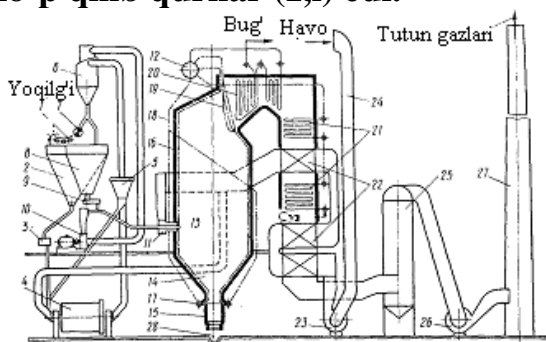
9.1-rasm. Tabiiy tsirkulyatsiyali qozonlarning takomillashib borishi:
a – silindrsimon; b-batareyali; v-o't quvurli; g-o't va tutun quvurli; d,e-
kamerali gorizontel-suv quvurli; j-bo'limli gorizontel-suv quvurli; z-

qaynatish quvurlari to‘g‘ri bo‘lgan; i,k-qaynatish quvurlari egilgan; l- P-simon bir barabanli qozon; m- T-simon zamonaviy barabanli qozon agregati.

Bu kamchiliklar gorizontal suv-quvurli qozonlarda sezilarli darajada bartaraf etildi. Bularda yassi kameralar o‘rniga silindrsimon qopqoqlar qo‘llanildi, ularga to‘g‘ri quvurlar to‘plami ulandi, quvurlar ikki to‘plam holida gorizontal ravishda barabanga (j) birlashdi. Shu tufayli bug‘ning bosimi ortdi, quvurlarning soni va uzunligi ortishi esa, qozonning unumdorligini oshirish imkonini yaratdi. Barabanlar avvalo uzunasiga, keyinroq ko‘ndalangiga joylashtirildi. Suv ekonomayzerlari va havo isitkichlarni qo‘llash natijasida qozonlarning tejamliligi va unumdorligi ortdi.

Gorizontal suv-quvurli qozonlar o‘z vaqtida gaz quvurli qozonlarga nisbatan katta afzalliklarga ega edi, lekin ularning hozirgi vertikal suv-quvurli qozonlarga qaraganda muhim kamchiliklari bor. Avvalo, bir necha barabanning bo‘lishi metall sarfini oshirib yuboradi, qimmat turadigan tutashtirish kameralari esa, qozon narxini ortishiga sabab bo‘ldi.

Shuning uchun ularni vertikal suv-quvurli qozonlar siqib chiqardi va hozirgi paytda gorizontal suv-quvurli qozonlar ishlab chiqarilmaydi. Vertikal suv-quvurli qozonlar dastlab qozonning eng qimmat qismining– barabanlarning soni ko‘p qilib qurilar (z,i) edi.



9.2-rasm. Qozon qurilmasining texnologik sxemasi.

1 – transporter; 2 – nam ko‘mir bunkeri; 3 – nam ko‘mir taqsimlagich; 4– ko‘mir maydalaydigan tegirmon; 5 – separator; 6 – siklon; 7 – chang vinti; 8 – ko‘mir changi bunkeri; 9 – ko‘mir changi ta‘minlagichi; 10 – tegirmon ventilyatori; 11 – gorelkalar; 12 – baraban; 13 – o‘txona; 14 – sovuq voronka; 15 – shlak yig‘gich; 16 – o‘txona ekranlari (ko‘tarish quvurlari); 17 - ekran kollektorlari; 18 – tushirish quvurlari; 19 – feston; 20 – bug‘ qizdirgich; 21 – suv ekonomayzeri; 22 – havo qutisi; 23 – puflash ventilyatori; 24 – havo tortishi qutisi; 25 - gaz tozalash qurilmasi; 26 – so‘rish ventilyatori; 27 – tutun quvuri –mo‘ri; 28 – kul-shlak chiqarish kanali.

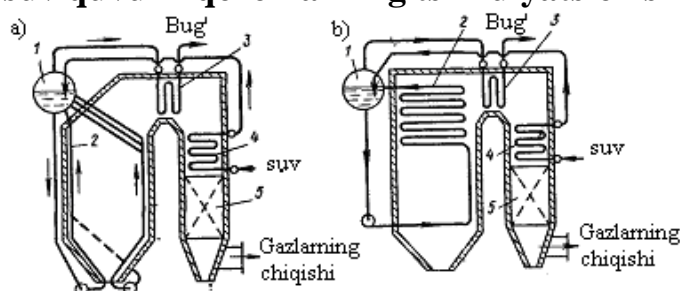
Vertikal suv-quvurli qozonlarning keyingi takomillashuvi natijasida barabanlarning soni bittaga keltirildi (k,l,m), qaynatish quvurlarining to‘plami bevosita baraban bug‘ yig‘gichga tutashtirildi. Shunday qilib, barabanlar sonining kamayishi bilan bir vaqtda qozon isish sirtining konvektiv qismi qisqardi va o‘txonada ekranlar tarzida joylashgan radiatsion qismi

ko‘paydi. Zamonaviy bug‘ qozon qurilmasi (9.2-rasm) qozon agregatidan va yordamchi qurilmalardan (ko‘mirni maydalash va chang tayyorlash, yoqilg‘i va suvni uzatish, havoni va yoqilg‘i mahsulotlarini tortish va puflash, nazorat-o‘lchov asboblari, avtomatik boshqarish asboblari) tashkil topgan. Qozon devorlarining o‘ta qizib ketishi ularning buzilish xavfini tug‘diradi. Buning oldini olish uchun qozonning qizigan sirtlaridan issiqlikni tez olib turish kerak. Buning uchun isitish sirtlari bo‘ylab suv va suv-bug‘ aralashmasining harakatini tegishli tarzda tashkil etish lozim.

Suv va suv-bug‘ aralashmasining isitish sirtlari bo‘ylab harakatlanish tavsifiga ko‘ra qozon agregatlari uch turga bo‘linadi:

- 1) tabiiy tsirkulyatsiyali;
- 2) majburiy tsirkulyatsiyali;
- 3) to‘g‘ri oqimli.

9.3-rasmda suv quvurli qozonlarning tsirkulyatsion sxemasi keltirilgan.



9.3-rasm. Qozon sxemalari.

a – tabiiy tsirkulyatsiyali; b – majburiy tsirkulyatsiyali; 1 – baraban; 2 – isitish sirtlari; 3 – bug‘ qizdirgich; 4 – ekonomayzer; 5 – havo isitkich.

Tabiiy tsirkulyatsiyali bug‘ qozonlarida suv yopiq tsirkulyatsiyali konturda (9.3-rasm, a): «baraban – tushirish quvuri – pastki kollektor – ko‘tarish quvuri – baraban» da harakat qiladi. Bunday qozonlarda suvning va suv – bug‘ aralashmasining harakatlanishi ularning zichliklari orasidagi farqqa asoslanib amalga oshiriladi. Majburiy tsirkulyatsiyali qozonlarda suv bilan suv-bug‘ aralashmasi tsirkulyatsion nasos yordamida harakatlantiriladi.

Qozon qurilmasida yoqilg‘i yonishida ajralib chiqqan issiqlikni foydali ishlatilgan issiqlikka va issiqlik yo‘qolishiga taqsimlanishi issiqlik balansi deyiladi. Issiqlik balansi 1 kg qattiq (suyuq) yoki 1 m³ gazsimon yoqilg‘i uchun qozon qurilmasida o‘rnatilgan issiqlik holatiga ko‘ra tuziladi.

Issiqlik balansining tenglamasi $\left(kJ / kg, \frac{kJ}{m^3} \right)$ quyidagi ko‘rinishga ega

$$Q_m^i = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (9.1)$$

yoki foizda ifodalanishi

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 100\% \quad (9.2)$$

bu yerda $q_1 = \left(\frac{Q_1}{Q_m^i} \right) 100\%$, $q_2 = \left(\frac{Q_2}{Q_m^i} \right) 100\%$ va hokazo

(9.1) va (9.2) tenglamalarda Q_m^i - mavjud issiqlik; $Q_1(q_1)$ - qozon qurilmasida bug' olish uchun foydali ishlatilgan issiqlik; $Q_2(q_2)$ - chiqib ketayotgan tutun gazlari bilan yo'qolgan issiqlik; $Q_3(q_3)$ - ximik yoqilg'i to'liq yonmaganda yo'qolgan issiqlik; $Q_4(q_4)$ - yoqilg'i mexanik to'liq yonmaganda yo'qolgan issiqlik; $Q_5(q_5)$ - atrof muhitga yo'qolgan issiqlik; $Q_6(q_6)$ - shlakning fizik issiqligi bilan yo'qolgan issiqlik.

Mavjud issiqlik $\left(kJ / kg, \frac{kJ}{m^3} \right)$ 1 kg qattiq (suyuq) yoki $1 m^3$ gazsimon yoqilg'i uchun quyidagi ifodadan aniqlanadi.

$$Q_m^i = Q_q^i + Q_y + Q_n + Q_p + Q_k \quad (9.3)$$

$$Q_m^i = Q_q^q + Q_y + Q_n + Q_p \quad (9.4)$$

bu yerda Q_q^i va Q_q^q - ishchi massaviy qattiq va suyuq yoqilg'ining va quruq massaviy gazsimon yoqilg'ining quyi yonish issiqligi, $(kJ / kg, kJ / m^3)$;

Q_y - yoqilg'ining fizik issiqligi; $kJ / kg, kJ / m^3$;

Q_h - o'txonaga havo bilan kirgan issiqlik, $kJ / kg, kJ / m^3$;

Q_p - o'txonaga bug'li purkanish bilan kirgan issiqlik, $kJ / kg, kJ / m^3$

Q_k - slanetslar yonishida korbonatlarning parchalanishiga sarflangan issiqlik, kJ / kg .

Yoqilg'ining fizik issiqligi.

$$Q_y = C_y^i \cdot t_y \quad (9.5)$$

bu yerda C_y^i - yoqilg'ining ishchi massasining issiqlik sig'imi, $kJ / kg \cdot ^\circ C$; t_y - o'txonaga kirayotgan yoqilg'ining harorati, $^\circ C$.

Yoqilg'i ishchi massasining issiqlik sig'imi

$$C_y^i = C_y^q \frac{100 - W^i}{100} + C_{H_2O} \frac{W^i}{100} \quad (9.6)$$

bu yerda C_y^q va C_{H_2O} - mos ravishda quruq massaviy qattiq yoqilg'ining va suvning issiqlik sig'imi, $\frac{kJ}{kg \cdot K}$.

C_y^q - antratsit uchun 0,921 toshko‘mir uchun 0,962 ko‘ng‘ir ko‘mir uchun 1,088, frezer torflar uchun 1,297 va slanetslar uchun 1,046 ga teng.

Mazutning issiqlik sig‘imi

$$C_y^i = 1,74 + 0,0025 \cdot t_y \quad (9.7)$$

Qozon qurilmasidan tashqarida yoqilg‘i oldindan qizdirilganda (mazutni qizdirish, yoqilg‘ini quritish va boshqalar uning fizik issiqligi hisobga olinadi.

O‘txonaga havo bilan kiritilgan issiqlik

$$Q_h = \alpha_{o'} \cdot V^o \cdot C_h \cdot \Delta t_h \quad (9.8)$$

bu yerda $\alpha_{o'}$ - o‘txonadagi havoning ortiqchalik koeffitsenti; V^o - 1 кг yoqilg‘ini yoqish uchun kerakli havoning nazariy hajmi $\frac{m^3}{kg}$;

C_h - bosim doimiy bo‘lganda havoning o‘rtacha hajmiy issiqlik sig‘imi $\frac{kJ}{m^3 \cdot K}$; havoning harorati 300 °C gacha bo‘lganda $C_h = 1,33 \frac{kJ}{m^3 \cdot K}$ ga teng.

Δt_h - qizdirilgan va suyuq havoning haroratlari farqi, °C.

O‘txonaga bug‘li purkanish bilan kiritilgan issiqlik

$$Q_p = W_p (i_p - 2510) \quad (9.9)$$

bu yerda W_p va i_p - mos ravishda purkashga yoki yoqilg‘ini changlatishga berilgan sarfi va entalpiyasi $\frac{kg}{kg}$, $\frac{kJ}{kg}$; Purkash uchun $W_p = 0,7 \div 0,8 \frac{kg}{kg}$,

bug‘li forsunkalarda changlantirish uchun $W_p = 0,35 \frac{kg}{kg}$; bug‘ mexanikli

forsunkalar uchun $W_p = 0,03 \div 0,035 \frac{kg}{kg}$

Slanetslarni yondirishda karbonatlar parchalanishiga sarflangan issiqlik.

$$Q_K = 40,6 \cdot K \cdot (CO_2)_k^i \quad (9.10)$$

bu yerda K - karbonatlar parchalanish koeffitsenti

Qozon qurilmasida foydali ishlatilgan issiqlik $\frac{kJ}{kg}$

$$Q_1 = \frac{D_{QB}}{B} \left[(i_{QB} - i_{is}) + \frac{P}{100} (i_{QS} - i_{is}) \right] + D_{tB} (i_{tB} - i_{is}) \quad (9.11)$$

bu yerda D_{QB} va D_{tB} - mos ravishda o'ta qizigan va to'yingan bug'ning sarfi kg/C ; B - yoqilg'i sarfi kg/C ; $i_{QB}, i_{tB}, i_{iS}, i_{QS}$ - mos ravishda o'ta qizigan, to'yingan, istemol suvining va qozon suvining entalpiyalari $\frac{kJ}{kg}$; P - to'xtovsiz purkash kattaligi (%).

Suv isitish qozonlarida foydali ishlatilgan issiqlik

$$Q_1 = \frac{G_s}{B} (i_2 - i_1) \quad (9.12)$$

bu yerda i_1 va i_2 -mos ravishda qozonga kirgan va chiqqan suvning entalpiyalari $\left(\frac{kJ}{kg}\right)$; G_s -suvning sarfi kg/C ; qozon qurilmasida foydali ishlatilgan issiqlik (%).

$$Q_1 = \left(\frac{Q_1}{Q_m^i}\right) \cdot 100\% \quad (9.13)$$

Chiqib ketayotgan tutun gazlar bilan issiqlik yo'qolishi:

$$\begin{aligned} Q_2 &= (V_{ch} \cdot C_{ch} \cdot t_{ch} - \alpha_{ch} \cdot V^0 \cdot C_h \cdot t_h)(100 - q_4)/100 = \\ &= (J_{ch} - \alpha_{ch} J_{sh}^o)(100 - q_4)/100 \end{aligned} \quad (9.14)$$

bu yerda V_{ch} -qozon qurilmasidagi oxirgi gaz yo'lidan chiqqan (tutun) gazlarining hajmi $\frac{m^3}{kg}$; C_{ch} - bosim doimiy bo'lganda gazlarning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imi $\left(\frac{kJ}{m^3 \cdot K}\right)$; t_{ch} - oxirgi gaz yo'lidan chiqib ketayotgan azning harorati ($^{\circ}C$); α_{ch} - qozon qurilmasidan tashqaridagi havoning ortiqchalik koeffitsenti; qozonxonadagi havoning harorati ($^{\circ}C$); V^0 -1 kg yoqilg'ini yondirish uchun kerakli havoning nazariy hajmi $\frac{m^3}{kg}$; q_4 - mexanik nlto'liq yonishda yo'qolgan issiqlik % ; J_{ch} va J_{sh} - mos ravishda yonish mahsulotlarining va sovuq havoning entalpiyalari $\left(\frac{kJ}{kg}\right)$.

Chiqib ketadigan gazlar bilan yo'qolgan issiqlik foizlarda

$$q_2 = \left(\frac{Q_2}{Q_m^i} \right) \cdot 100 = (J_{ch} - \alpha_{ch} \cdot J_{sh}^o) (100 - q_4) / Q_m^i \quad (9.15)$$

Yoqilg'i ximik to'liq yonmaganda issiqlikning yo'qolishi yonish mahsulotlarida CO miqdori bilan aniqlanadi:

$$Q_3 = 237(C^i + 0,375S_u^i)CO / (RO_2 + CO) \quad (9.16)$$

bu yerda C^i va S_u^i - yoqilg'idagi uglerod va oltingugurt miqdori (%); CO - chiqib ketayotgan gazlardagi uglerod oksidining miqdori (%); $RO_2 = CO_2 + SO_2$ chiqib ketayotgan gazlardagi CO_2 va SO_2 miqdori (%).

Yoqilg'ining ximik to'liq yonmaganda issiqlikning yo'qolishi (%).

$$q_3 = \left(\frac{Q_3}{Q_m^i} \right) \cdot 100\% \quad (9.17)$$

Yoqilg'i mexanik to'liq yonmaganda issiqlikning yo'qolishi uch tashkil etuvchidan tuziladi: yoqilg'i shkala $Q_4^{sh} \left(\frac{kJ}{kg} \right)$ bilan issiqlikning yo'qolishi,

o'txona panjarasidan yoqilg'i tushishida issiqlikning yo'qolishi $Q_4^p \left(\frac{kJ}{kg} \right)$ va chiqib ketayotgan gazlarda yoqilg'i zarrachalari bilan issiqlikning yo'qolishi $Q_4^k \left(\frac{kJ}{kg} \right)$ ya'ni

$$Q_4 = Q_4^{sh} + Q_4^p + Q_4^k \quad (9.18)$$

Yoqilg'ini foizlarda ifodalangan mexanik to'liq yonmaganda issiqlikni yo'qolishi (%)

$$q_4 = \left(\frac{Q_4}{Q_m^i} \right) 100 = \frac{327A^i}{Q_m^i} \left(\frac{a_{sh} \cdot C_{sh}}{100 - C_{sh}} + \frac{a_k \cdot C_k}{100 - C_k} \right) \quad (9.19)$$

bu yerda A^i - yoqilg'idagi kulning miqdori (%)

a_{sh} , a_k - shlakdagi kul miqdori va olib ketilgan qismining miqdori (%); C_{sh} va C_k - shlakda va olib ketishda yonuvining miqdori (%)

Atrof muhitga issiqlikning yo'qolishi $\left(\frac{kJ}{kg} \right)$

Qozon qurilmasining sirt yuzasini o'lchovlariga, qoplama sifati va issiqlik izolyatiyasiga bog'liq bo'ladi. Hisoblashlarda atrof muhitga issiqlikning yo'qolishi

normativ bo'yicha olinadi, qozon qurilmasini tekshirishda esa issiqlik balansi tenglamasida aniqlanadi.

$$Q_5 = Q_m^i - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - Q_6) \quad (14.20)$$

yoki foizlarda

$$Q_5 = 100 - (q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_6) \quad (9.21)$$

Shlakning fizik issiqligi orqali issiqlik yo'qolishi:

$$Q_6 = a_{sh} \cdot C_{sh} \cdot t_{sh} \cdot A^i / 100 \quad (9.22)$$

Bu yerda a_{sh} -shlakdagi yoqilg'i kulining ulushi, kamerali o'txona uchun $a_{sh} = 1 - Q_{un}$, qatlami o'txona uchun a_{sh} ga chuqur joydagi a_p yoqilg'i

kulining ulushini qo'shish kerak. C_{sh} - shlakning issiqlik sig'imi $\left(\frac{kJ}{kg \cdot K}\right)$, t_{sh} -

bo'lakning harorati ($^{\circ}C$); A^i - yoqilg'idagi kulning miqdori (%)

Shlakning fizik issiqligi orqali foizlarda issiqlik yo'qolishi

$$q_6 = \left(\frac{Q_6}{Q_m^i}\right) \cdot 100\% = a_{sh} \cdot C_{sh} \cdot t_{sh} A^i / Q_m^i \quad (9.23)$$

Qozon agregati (brutto) foydalanish koeffitsientlari uning ish samaradorlik darajasini ifodalaydi va u qozon agregantida ishlatilgan issiqlik miqdorining yoqilg'i umumiy issiqligiga nisbatan teng, ya'ni

$$\eta_{qa}^{br} = \left(\frac{Q_1}{Q_m}\right) 100 \quad (9.24)$$

yoki

$$\eta_{qa}^{br} = \eta_{qa}^b - \frac{Q_{o'}}{B \cdot Q_m^i} 100 \quad (9.25)$$

Qozon qurilmasining (netto) F.I.K teng bo'ladi qozon agregati brutto F.I.K dan o'z ehtiyojlari (yoritish, nasoslar, ventiyatorlar va boshqalar) uchun kerak bo'lgan yoqilg'i sarfi ayrimasiga teng.

$$\eta_{q\ddot{u}}^n = \eta_{qa}^b - \left(\frac{Q_{o'}}{B \cdot Q_m^i}\right) 100 \quad (9.26)$$

bu yerda $Q_{o'}$ - o'z ehtiyojlariga sarflangan issiqlik $\left(\frac{kJ}{kg}\right)$.

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Qozonlarning vazifasini, sinflanishini o'rganing.

2. Qozon qurilmasini tuzilishini, ishlashini o'rganing va qismlarga ajratib tahlil qiling.
3. Qozon qurilmasida sodir bo'ladigan yo'qotilishlarni aniqlang va F.I.K nimalarga bog'liq ekanligini ko'rsating.
4. Issiqlik balansi tenglamasini tuzing.
5. Bajarilgan ish to'g'risida hisobot yozing. Hisobotda qozonlarning vazifasini sinflanishini va issiqlik balansi tuzilgan qozonning tavsifini keltiring.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar

1. Qozon agregatining foydali ish koeffitsiyenti qanday yo'llar bilan amalga oshirish mumkin?
2. Qozon agregatining issiqlik balansi qanday kattaliklar yig'indisidan iborat?
3. Qozon agregatida qanday yo'tilishlar sodir bo'ladi?
4. Mavjud issiqlikni ya'ni o'txonadagi issiqlik miqdorini kirim qismini tushuntiring?
5. Qozon agregati (brutto) va qurilmaning (netto) foydali ish koeffitsiyentlari nimalardan tashkil topgan?

Foydalanilgan asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati.

Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O'qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O'zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O'qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O'.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O'qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. "Issiqlik texnikasi" fanidan o'quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.

2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

TEST SAVOLLARI

1. **Quyida keltirilgan formulalarning qaysi biri suyuqliklarning hajmiy kengayishini ifodalovchi hajmiy kengayishning temperatura koeffitsiyentini ifodalaydi?**
 - A) $\beta_p = -\frac{1}{V} \Delta V ;$
 - B) $\beta_t = \frac{V_{t_2} - V_{t_1}}{V_{t_1} (t_2 - t_1)} ;$
 - C) $\beta_t = \frac{1}{V_t (t_2 - t_1)} ;$
 - D) $\beta_p = \frac{1}{V \Delta P} ;$
2. **Quyidagi formulalarning qaysi birida suyuqlikning ixtiyoriy nuqtasidagi bosim suyuqlik turiga qarab va olingan nuqtaning erkin sirtidan qanday masofada ekanligiga qarab aniqlanadi?**

- A) $h = \frac{\rho}{P}$;
- B) $p = mgh$;
- C) $p = m\vartheta^2$;
- D) $h_1 = h_2\rho_2$.
3. Quyidagi formulalarning qaysi birida gidrostatik bosimning biror koordinata o'qidagi o'zgarishi zichlik bilan birlik og'irlik kuchining shu o'q yo'nalishidagi proyeksiyasi ko'paytmasiga teng?
- A) $p = \frac{F}{S}$;
- B) $P_x = mg$;
- C) $\frac{\partial p}{\partial x} = \rho\theta_x$;
- D) $P = \rho g$;
4. Quyida keltirilgan shartlarning qaysi biri o'tkinchi tartibni ifodalaydi?
- A) $Re < 2320$;
- B) $2320 > Re > 10000$;
- C) $Re > 10^4$;
- D) $Re < 10^4$;
5. Quyida keltirilgan formulalarning qaysi biri Laminar oqimda trubaning uzunligi bo'ylab bosimni yo'qotilishini ifodalaydi?
- A) $h = \frac{64}{Re} \frac{l}{d} \frac{\vartheta^2}{2g}$;
- B) $h = 0,11 \frac{l}{d} \frac{\vartheta^2}{2g}$;
- C) $h = \frac{P}{\rho g}$;
- D) $h = \xi \frac{\vartheta^2}{2g}$;
6. Quyidagi formuladan $Q = \frac{P_1 - P_2}{128\mu l} \pi d^4$ dinamik yopishqoqlik koeffitsiyentini aniqlaganda o'lchov birligi qaysi javobda to'g'ri?
- A) $\frac{\kappa\mathcal{Z}}{M^3} C$;

B) $\frac{\mathcal{K}}{C}$;

C) $\frac{H}{M^2} C$;

D) $\frac{M^3}{H} C^2$;

7. Quyida keltirilgan formulalarning qaysi biri real suyuqlik elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasini ifodalaydi?

A) $gZ_1 + \frac{P_1}{\rho} + \frac{U_1^2}{2} = gZ_2 + \frac{P_2}{\rho} + \frac{U_2^2}{2}$;

B) $Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{U^2}{2g} = const$;

C) $Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 \vartheta_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 \vartheta_2^2}{2g} + h_{\sigma, \dot{u}}$;

D) $Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{U_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{U_2^2}{2g} + h_{\sigma, \dot{u}}$;

8. Quyida keltirilgan formulalarning qaysi biri Shezi koefitsiyentini ifodalaydi?

A) $C = \sqrt{8g/\lambda}$;

B) $C = \sqrt{R_i}$

C) $C = K\sqrt{i}$;

D) $C = \omega\sqrt{R_i}$;

9. Suyuqlik oqib chiqishida nasadkaning uchida oqim uning kesimini to'la egallaydi va shuning uchun siqilish koefitsiyenti $\varepsilon = 1$ bo'lganda sarf koefitsiyenti nimaga teng bo'ladi?

A) $f_0 = \frac{Q_0}{\vartheta_0}$;

B) $\psi = \frac{\vartheta}{\sqrt{2gH}}$;

C) $V = \frac{\Delta P}{\rho c}$;

D) $\mu = \psi$;

10. Hajmi V bo'lgan suyuqlikni H balandlikka uzatib berishda nasosning bajargan foydali ishi nimaga teng?

A) $A = \frac{P}{\rho g}$;

B) $A = H\rho g$

C) $A = \frac{g^2}{2g}$;

D) $A = V\rho gH$

11. **G'ildiraklarning soniga ko'ra markazdan qochma nasoslar qanday klassifikasiyalanadilar?**

- A) Sekin aylanadigan;
- B) Bir bosqichli va ko'p bosqichli;
- C) Gorizontal;
- D) Bir tomonlama;

12. **Hajmiy gidroyuritmalarda gidravlik uzatma sifatida nimalardan foydalaniladi?**

- A) Hajmiy ta'sirga ega bo'lgan nasoslar va gidrodvigatellardan;
- B) Parrakli nasoslardan;
- C) Markazdan qochma nasoslardan;
- D) Uqli nasoslardan;

13. **Gidrodinamik uzatmalar qanday gidromashinalar yordamida ishlaydi?**

- A) Hajmiy;
- B) shesternyali;
- C) Diafragmali;
- D) Parrakli;

14. **Pnevmo yuritmalarda ishchi jism sifatida nimadan foydalaniladi?**

- A) Suv;
- B) Moylar;
- C) Gaz;
- D) Bitum;

15. **Quyidagi ifodalarning qaysi biri Reynol'ds kriteriyasini ifodalaydi?**

A) $Re = \frac{g}{v}$;

B) $Re = \frac{g\ell}{v}$;

C) $Re = v\ell$;

D) $Re = \frac{\ell}{g}$.

16. **Eyler kriteriyasi uchun to'g'ri ifodani ko'rsating?**

A) $E_U = P\rho$;

B) $E_U = \rho g^2$;

C) $E_U = \frac{P}{g^2}$;

D) $E_U = \frac{P}{\rho g^2}$

17. Quyidagi ifodalarning qaysi biri Frud kriteriyasi bo'ladi?

A) $F_r = \frac{g^2}{gl}$;

B) $F_r = g^2 l$;

C) $F_r = lg$;

D) $F_r = \frac{g^2}{g}$

18. Nyuton kriteriyasi uchun to'g'ri ifodani ko'rsating?

A) $N_e = \frac{F}{m g}$;

B) $N_e = m g$;

C) $N_e = \frac{F \cdot t}{m g}$;

D) $N_e = \frac{F \cdot t}{g}$

19. Dinamik bosim ifodasi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

A) $\rho \frac{g^2}{2}$;

B) ρg^2 ;

C) $\frac{g^2}{2}$;

D) $\frac{g^2}{\rho}$.

20. Quyidagi ifodalarning qaysi biri gidravlik bosimni ifodalaydi?

A) ρZ ;

B) $\rho g Z$;

C) $\frac{\rho}{g}$;

D) $\frac{\rho}{Z}$.

21. Quyida keltirilgan shartlarni qaysi biri laminar tartibni ifodalaydi?

- A) $Re < 150$;
- B) $Re < 2320$;
- C) $Re < 1810$
- D) $Re < 2000$.

22. Barqarorlashgan to'rbulent tartib uchun to'g'ri ifodani ko'rsating?

- A) $Re < 2320$;
- B) $Re > 2320$;
- C) $Re > 10000$;
- D) $Re > 1000$.

23. Arximed qonuni ifodasi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

A) $F_A = \rho_c g$;

B) $F_A = \frac{\rho_c}{V_{\text{oc}}}$;

C) $F_A = \frac{\rho_c}{g}$;

D) $F_A = \rho_c g V_{\text{oc}}$

24. Agar F_A - Arximed kuchi va G - jism og'irligi bo'lsa, qaysi shart bajarilganda jism cho'kadi?

A) $F_A > G$;

B) $F_A = G$;

C) $F_A < G$;

D) $F_A \gg G$

25. Agar \mathcal{G} - oqim tezligi va ω - oqim ko'ndalang kesim yuzasi bo'lsa, uzluksizlik sharti qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

A) $\mathcal{G}_1 = \mathcal{G}_2 \omega_2$;

B) $\mathcal{G}_2 = \frac{\mathcal{G}_1}{\omega_2}$;

C) $\mathcal{G}_2 = \frac{\omega_1}{\mathcal{G}_2}$;

D) $\mathcal{G}_1 \omega_1 = \mathcal{G}_2 \omega_2$

26. Oqim sarfining o'lchov birligi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

A) $\frac{M^3}{C}$;

B) $\frac{\kappa \mathcal{E}}{M^3}$;

C) $\frac{H}{M^2}$;

D) $\frac{M}{C^2}$

27. Quyidagi ifodalarning qaysi biri suyuqlik qatlamlari orasidagi urinma kuchlanish tenglamasi bo'ladi?

A) $\tau = \mu du$;

B) $\tau = \mu \frac{du}{dr}$;

C) $\tau = \mu dr$;

D) $\tau = \frac{du}{dr}$.

28. Oqim markazidagi maksimal tezlik nimaga teng?

A) $U_{\max} = \frac{r_0^2}{4\mu\ell}$;

B) $U_{\max} = \frac{P_1 - P_2}{\mu\ell}$;

C) $U_{\max} = \frac{P_1 - P_2}{4\mu\ell} r_0^2$;

D) $U_{\max} = (P_1 - P_2) r_0^2$

29. Quyidagi ifodalarning qaysi biri Puazeyl formulasi bo'ladi?

A) $\mu = \frac{P_1 - P_2}{128l}$;

B) $\mu = \frac{P_1 - P_2}{128lQ} \pi d^4$

C) $\mu = (P_1 - P_2)\pi d^4;$

D) $\mu = \frac{\pi d^4}{128Q}.$

30. Hidravlik press tomonidan hosil qilingan kuch qaysi javobda to'g'ri?

A) $P_2 = \eta Q \frac{c}{a};$

B) $P_2 = \eta Q \frac{c}{a} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2;$

C) $P_2 = Q \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2;$

D) $P_2 = \eta Q C \cdot a.$

31. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi ifodasini ko'rsating?

A) $P = P_0 + \rho gh;$

B) $P = \rho hg;$

C) $P = \frac{P_0}{\rho g};$

D) $P = \frac{h}{\rho g}.$

32. Tinch holatdagi suyuqliklarga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar nechta gruppaga bo'linadilar?

A) Birta (Sirt kuchlari);

B) Ikkita (Sirt va massali kuchlar);

C) Uchta (Sirt, massali va chiziqli kuchlar);

D) Birta (Massali kuchlar).

33. Suyuqlik muvozanatining differensial tenglamasi Eyler tomonidan qachon e'lon qilingan?

A) 1701;

B) 1755;

C) 1695;

D) 1715.

34. Kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti V - ning ulchov birligi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

A) $\frac{M^2}{C};$

B) $\frac{M}{C}$;

C) $\frac{H}{M^2}$;

D) $\frac{\kappa z}{M^3}$.

35. Quyidagi ifodalarning qaysi biri Darsi- Veysbax formulasi bo'ladi?

A) $h = \lambda \frac{l}{d}$;

B) $h = \lambda \frac{g^2}{2g}$;

C) $h = \lambda \frac{l}{d} \frac{g^2}{2g}$;

D) $h = \lambda \frac{g^2 m}{2g}$.

36. Suyuqlikning oqib chiqish tezligini aniqlaydigan Torichelli formulasini ko'rsating?

A) $g_0 = \sqrt{2g}$;

B) $g_0 = \frac{H}{2}$;

C) $g_0 = 2gH$;

D) $g_0 = \sqrt{2gH}$.

37. Torichelli (Italiyalik fizik) formulasini qachon e'lon qilgan?

A) 1610;

B) 1641

C) 1618;

D) 1630.

38. Kuch gidrodvigatellari hajmiy gidrouzatma sistemasining asosiy qismi bo'lib, silindrda porshenni siljitish yo'li bilan suyuqlik potensial energiyasini qanday energiyaga aylantirish uchun foydalaniladi?

A) Mexanik energiya;

B) Issiqlik energiya;

C) To'la energiya;

D) Energiyaga aylanmaydi.

39. Bir harakatli silindr porshening shtokidagi zo'riqish $P(N)$ qaysi formula bilan aniqlanadi?

A) $P = p \cdot \eta_{mex}$;

B) $P = \frac{p}{S}$;

C) $P = p \cdot S \cdot \eta_{mex}$;

D) $P = \frac{S}{\eta_{mex}}$.

40. Ikki harakatli gidrosilindrda shtokning mavjudligi hisobga olinganda siljivchi zo'riqish qaysi formula bilan aniqlanadi?

A) $P = p \frac{\pi}{4} \eta_{mex}$;

B) $P = p D^2 \frac{\pi}{4}$;

C) $P = \frac{\pi d^2}{4}$;

D) $P = p \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \eta_{mex}$.

41. Gidrosilindr porshenining harakat tezligi ifodasini ko'rsating?

A) $\vartheta = \frac{10Q}{0,185(D^2 - d^2)} \eta_0$;

B) $\vartheta = \frac{Q \cdot \eta_0}{D^2}$;

C) $\vartheta = \frac{10Q}{d^2 \cdot \eta}$;

D) $\vartheta = \frac{Q \cdot \eta_0}{D^2 - d^2}$.

42. Hajmiy gidrouzatma sistemasining asosiy qismi kuch gidrodvigatellari bo'lib, silindrda porshenni siljitish yo'li bilan suyuqlik qanday energiyasini mehanik energiyaga aylantirish uchun foydalaniladi?

A) Potensial;

B) Elektr;

C) Issiqlik;

D) To'la energiyasi.

43. Burilma gidrodvigateli parragining burchak tezligi nimaga teng?

A) $\omega = Ql$;

B) $\omega = \frac{Q}{l \cdot S};$

C) $\omega = \frac{Q}{S};$

D) $\omega = Q \cdot S.$

44. Burilma girodvigateli validagi burovchi moment nimaga teng bo'ladi?

A) $M = \frac{l \cdot S}{2};$

B) $M = \frac{l}{\Delta p};$

C) $M = \frac{R^2 - r^2}{2} \Delta P;$

D) $M = \frac{\Delta P}{R^2}.$

45. Porshenli gidrodvigatelning har bir porsheniga ta'sir qilayotgan bosim kuchi qaysi formula bilan aniqlanadi?

A) $P = \frac{p}{\pi d^2};$

B) $P = \frac{pd^2}{4};$

C) $P = \frac{\pi d^2}{4};$

D) $P = p \frac{\pi d^2}{4}.$

46. Quyida keltirilgan ifodalarning qaysi biri plastinkali gidrodvigatellarning momentini ifodalaydi?

A) $M = \frac{b}{\pi} [\pi(r_2^2 - r_1^2) - (r_2 - r_1)z\delta];$

B) $M = \frac{b}{\pi} \eta_M [\pi(r_2^2 - r_1^2) - (r_2 - r_1)z\delta] P;$

C) $M = \frac{b}{\pi} [(r_2^2 - r_1^2) - (r_2 - r_1)] P;$

D)
$$M = \eta_M P \frac{b}{\pi}.$$

47. **Shesternyali gidrodvigatelning tishlaridagi bosim burovchi moment hosil qiladi u qaysi formula bilan hisoblanadi?**

A)
$$M_T = \Delta P (m^2 z + m^2 l^2);$$

B)
$$M_T = \Delta P \cdot m^2 z;$$

C)
$$M_T = \Delta P \cdot b (m^2 z + m^2 l^2);$$

D)
$$M_T = b (m^2 z + m^2 l^2).$$

48. **Rotorli gidrodvigatellar validagi quvvatning burovchi moment bilan bog'lanishi tenglmasini ko'rsating?**

A)
$$M_T = n N_T;$$

B)
$$M_T = 71620 \frac{N_T}{n};$$

C)
$$M_T = 71620 N_T;$$

D)
$$M_T = \frac{71620}{n}.$$

49. **Porshenli gidrodvigatelning momenti nimaga teng?**

A)
$$M_\varphi = \frac{\pi d^2}{4} \text{Sin} \left(\varphi - \frac{2\pi}{Z} k \right);$$

B)
$$M_\varphi = \frac{\pi d^2}{4} \frac{\ell}{R} \sum_{k=0}^{k=n} r_K;$$

C)
$$M_\varphi = r_K \frac{\ell}{R} \text{Sin} \left(\varphi - \frac{2\pi}{Z} k \right);$$

D)
$$M_\varphi = \frac{\pi d^2}{4} \frac{\ell}{R} \sum_{k=0}^{k=n} r_K \text{Sin} \left(\varphi - \frac{2\pi}{Z} k \right)$$

50. **Gidrosilindrni hisoblashda zo'riqma silindrning mexanik (η_{mex}) foydali ish koeffitsiyenti qiymati qanchaga teng deb olinadi?**

B) 0,85;

C) 0,90;

D) 0,75.

51. **Gidrosilindrni hisoblashda kuch silindrining hajmiy foydali ish koeffitsiyenti η_0 nimaga teng bo'ladi?**

A) 0,80;

- B) 0,98;
 C) 0,75;
 D) 0,90.
- 52. Hidromuftalarda transformasiya koeffitsiyenti K nimaga teng?**
- A) $K=0,5$;
 B) $K=1,0$;
 C) $K=0,6$;
 D) $K=0,7$.
- 53. Kurakli gidrouzatmalarda yetaklanuvchi val momenti M2 ning yetakchi val momenti M1 ga nisbati qanday koeffitsiyent deb ataladi?**
- A) Transformasiya;
 B) Saqlash;
 C) Taqsimlash;
 D) Aylanish.
- 54. Aylanish momentining uzatilish usuliga qarab gidrodinamik uzatmalar qanday turga bo'linadilar?**
- A) Hidromuftalar;
 B) Gidrotransformatorlar;
 C) Gidro muftalar va Gidrotransformatorlar;
 D) Javoblar orasida to'g'risi yo'q.
- 55. Gidravlik uzatmalarda suyuqlik ishtirokida nima uzatiladi?**
- A) Harakat;
 B) Tok;
 C) Issiqlik;
 D) Xech narsa uzatilmaydi.
- 56. Qo'llanilish prinsipiga qarab gidravlik o'zatmalar qanday turlarga bo'linadilar?**
- A) Hajmiy;
 B) Gidrodinamik va hajmiy;
 C) Gidrodinamik;
 D) Oqimchaviy.
- 57. To'g'ri uzatuvchi gidrotransformatorning to'liq foydali ish koeffitsiyenti nimaga teng?**
- A) $\eta = \eta_{teks} \cdot \eta_{gidr} \cdot \eta_{m.mator}$;
 B) $\eta = \eta_{teks} \cdot \eta_{gidr}$;
 C) $\eta = \eta_{teks} \cdot \eta_{gidr} \cdot \eta_{m.mator} \cdot \eta_{m.nas}$;

D) $\eta = \eta_{\text{teks}} \cdot \eta_{\text{gidr}} \cdot \eta_{\text{m.nas}}$

58. **Gidromuftalarning foydali ish koeffitsiyenti qanday formula bilan ifodalanadi?**

A) $\eta_{\Gamma} = \frac{M_2}{M_1} \cdot n_1$;

B) $\eta_{\Gamma} = \frac{n_2}{n_1}$;

C) $\eta_{\Gamma} = \frac{M_2}{M_1} \frac{n_2}{n_1}$;

D) $\eta_{\Gamma} = \frac{n_2}{n_1} M_2$.

59. **Gidromuftaning sirpanish S nimaga teng?**

A) $S = n_1 - n_2$;

B) $S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$;

C) $S = \frac{n_2}{n_1}$;

D) $S = \frac{n_1}{n_2}$.

60. **Gidroyuritmaning nasos g'ildiragidan chiqishdagi harakat miqdori momenti qanday formula bilan ifodalanadi?**

A) $M_{2_k} = \frac{\gamma Q}{g} \cdot U_2 C_{U_2}$;

B) $M_{2_k} = \frac{\gamma Q}{g} \cdot C_{U_2}$;

C) $M_{2_k} = \frac{U_2 C_{U_2}}{g} \gamma$;

D) $M_{2_k} = \frac{C_{U_2} Q}{g} U_2$.

61. **Gidroyuritmaning nasos kuraklari oralig'iga kirishdagi harakat miqdori nimaga teng?**

A)
$$M_{1K} = \frac{C_{U_1} Q}{g} U_1 ;$$

B)
$$M_{1K} = \frac{\gamma Q}{g} \cdot U_1 C_{U_1} ;$$

C)
$$M_{1K} = \gamma Q g ;$$

D)
$$M_{1K} = \frac{U_1 C_{U_1}}{g} .$$

62. Tekis radial kurakli nasoslar uchun nazariy bosim qanday formula bilan ifodalanadi?

A)
$$H_{TK} = U_2^2 g ;$$

B)
$$H_{TK} = \frac{U_1^2}{g} ;$$

C)
$$H_{TK} = U_2 - U_1 ;$$

D)
$$H_{TK} = \frac{U_2^2 - U_1^2}{g} .$$

63. Gidrotransformatorning yetakchi valiga berilgan quvvat nimaga teng?

A)
$$N_H = \frac{\gamma Q}{\eta_H} ;$$

B)
$$N_H = \frac{\gamma Q H_H}{1000 \eta_H \cdot \eta_a} ;$$

C)
$$N_H = \frac{Q H_H}{\eta_H \cdot \eta_a} ;$$

D)
$$N_H = 1000 \gamma Q H_H .$$

64. Turbina valida hosil bo'lgan quvvat qanday formula bilan ifodalanadi?

A)
$$N_T = \gamma Q \eta_T ;$$

B)
$$N_T = 1000 \cdot \eta Q H_H ;$$

C)
$$N_T = \frac{\gamma Q H_H}{1000} \eta_T ;$$

D)
$$N_T = \frac{\gamma Q \cdot \eta_T}{H_H} .$$

65. Quyidagi formulalarning qaysi biri gidrotransformatorning to'liq foydali ish koeffitsiyentini ifodalaydi?

A) $\eta = \eta_a \cdot \eta_H \cdot \eta_T ;$

B) $\eta = \frac{\eta_a}{\eta_H} ;$

C) $\eta = \eta_H \cdot \eta_T ;$

D) $\eta = \frac{\eta_T}{\eta_a} .$

66. Nasoslar qanday katta guruhlarga bo'linadilar?

A) Kurakli;

B) Hajmiy;

C) Oqimchaviy;

D) Hajmiy, kurakli va oqimchaviy.

67. Kurakli nasoslar qanday guruhlarga bo'linadilar?

A) markazdan qochma;

B) O'qiy va propellerli;

C) O'qiy, markazdan qochma, propellerli va uyurmaviy;

D) Uyurmaviy va o'qiy.

68. Hajmiy nasoslar qanday guruhlarga bo'linadilar?

A) Porshenli;

B) Porshenli va rotorli;

C) Rotorli;

D) Markazdan qochma.

69. Oqimchali nasoslar qanday guruhlarga bo'linadi?

A) Ejektor;

B) Injektor va ejektor;

C) Hidroelevator va ejektor;

D) Ejektor, injektor va gidroelevator.

70. Nasoslar suyuqlikka bergan bosimining katta-kichikligiga qarab qanday guruhlarga bo'linadi?

A) Past bosimli (20 metr suv ustunigacha);

B) Past, o'rtacha va yuqori bosimli;

C) Yuqori bosimli (60 metr suv ustunidan yuqori);

D) O'rtacha bosimli (20 -60 metr suv ustunigacha).

- 71. Nasoslarning asosiy parametrlariga nimalar kiradi?**
- A) Nasosning so'rishi (Sarfi);
 B) Nasosning bosimi va sarfi;
 C) Nasosning sarfi, bosimi, quvvati va foydali ish koeffitsiyenti;
 D) Nasosning foydali ish koeffitsiyenti, quvvati va bosimi.
- 72. Suvning energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda ishlatiladigan gidrovigatellarga nima deb ataladi?**
- A) Turbinalar;
 B) Nasoslar;
 C) Pul'sometrlar;
 D) Erliftlar.
- 73. Nasos vaqt birligida so'rgan suyuqlik hajmi nima deb ataladi?**
- A) Zichligi;
 B) Sarfi;
 C) Tezligi;
 D) Solishtirma og'irligi.
- 74. Nasosning so'rishi ya'ni sarfi qanday birliklarda o'lchanadi?**
- A) $\frac{M^3}{C}$;
 B) $\frac{M}{C}$;
 C) $\frac{M}{C^2}$;
 D) M^3 .
- 75. Ko'p amaliy porshenli nasosning sarfi nimaga teng?**
- A) $Q = F \cdot L \cdot n$;
 B) $Q = \frac{F \cdot L \cdot i}{60}$;
 C) $Q = \frac{F \cdot L \cdot n}{60} i$;
 D) $Q = F \frac{n}{60} i$.
- 76. Nasosning bosimi uchun qo'yidagi munosabatlarning qaysi biri o'rinli?**
- A) $H = H_M + H_{vak} + H_0$;

- B) $H = H_M + H_{vak} + H_0 + \frac{g_x^2}{2g}$;
- C) $H = H_0 + \frac{g_x^2 - g_0^2}{2g}$;.
- D) $H = H_M + H_{vak} + H_0 + \frac{g_x^2 - g_0^2}{2g}$.

77. Quyida keltirilgan birliklardan qaysi biri nasos quvvatini ifodalaydi?

- A) $\frac{Ж}{C}$;
- B) $\frac{\kappa Z}{M^3}$;
- C) $\kappa Z \frac{M}{C^2}$;
- D) $H \cdot M$.

78. Nasosning foydali quvvati ifodasini ko'rsating?

- A) $N_\phi = \rho g H$;
- B) $N_\phi = \rho g Q H$;
- C) $N_\phi = \frac{Q}{\rho g}$;
- D) $N_\phi = \rho g Q$.

79. Quyida keltirilgan birliklardan qaysi biri nasos bajargan ishni ifodalaydi?

- A) $H \cdot M$;
- B) $\frac{H}{M}$;
- C) $\frac{\kappa Z}{M^3}$;
- D) $\kappa Z \frac{M}{C^2}$.

80. Nasosning gidravlik foydali ish koeffitsiyenti formulasi qaysi javobda to'g'ri yozilgan?

- A) $\eta_{\Gamma} = \frac{H}{\sum h_{\text{onas}}}$;
- B) $\eta_{\Gamma} = \sum h_{\text{onas}}$;
- C) $\eta_{\Gamma} = \frac{H}{H + \sum h_{\text{onas}}}$;
- D) $\eta_{\Gamma} = H \sum h_{\text{onas}}$.

81. Nasosning hajmiy foydali ish ko'ffisiyentini aniqlovchi ifodani ko'rsating?

- A) $\eta_v = Q + \Delta Q$;
- B) $\eta_v = \frac{Q}{Q + \Delta Q}$;
- C) $\eta_v = \frac{Q}{\Delta Q}$;
- D) $\eta_v = \frac{\Delta Q}{Q}$.

82. Nasosning to'liq foydali ish ko'ffisiyenti formulasi qaysi javobda to'g'ri yozilgan?

- A) $\eta = \eta_{\Gamma} \cdot \eta_v$;
- B) $\eta = \frac{\eta_{\Gamma}}{\eta_v}$;
- C) $\eta = \eta_{\Gamma} \cdot \eta_v \cdot \eta_M$;
- D) $\eta = \eta_v \cdot \eta_M$.

83. Porshenli nasoslarning to'liq foydali ish ko'ffisiyenti qiymati uchun to'g'ri javobni ko'rsating?

- A) $\eta = 0,7 \div 0,9$;
- B) $\eta = 0,2 \div 0,6$;
- C) $\eta = 0,1 \div 0,5$;
- D) $\eta = 0,3 \div 0,6$.

84. Markazdan qochma nasoslarning to'liq foydali ish ko'ffisiyenti nimaga teng?

- A) $\eta = 0,1 \div 0,5$;

B) $\eta = 0,6 \div 0,8$;

C) $\eta = 0,2 \div 0,4$;

D) $\eta = 0,1 \div 0,4$.

85. Teshikdan oqib chiqayotgan suyuqlik sarfi nimaga teng?

A) $Q_0 = \frac{H}{f_0}$;

B) $Q_0 = 2gH$;

C) $Q_0 = f_0 \sqrt{2gH}$;

D) $Q_0 = \sqrt{\frac{H}{2g}}$.

86. Teshikdan oqib chiqayotgan suyuqlik tezligi tezlik faktori $\Psi < 1$ ni e'tiborga olganda nimaga teng?

A) $g = \Psi \sqrt{2gH}$;

B) $g = 2g\Psi$;

C) $g = \frac{\Psi H}{2}$;

D) $g = \sqrt{2gH}$.

87. Silindr shaklidagi tashqi nasadka (naycha) lar uchun sarf koeffitsiyentining qiymati nimaga teng?

A) $\mu = 0,71$;

B) $\mu = 0,57$;

C) $\mu = 0,82$;

D) $\mu = 0,65$.

88. Uchi torayib boradigan konussimon nasadka (naycha)lar uchun sarf koeffitsiyentining qiymati nimaga teng?

A) $\mu = 0,82$;

B) $\mu = 0,92$;

C) $\mu = 0,57$;

D) $\mu = 0,68$.

89. Ideal suyuqlik elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasini ko'rsating?

A) $\frac{g^2}{g} + \frac{P}{\rho} = const$;

- B) $\frac{g^2}{2} + Z = const$;
- C) $\frac{g^2}{2g} + Z + \frac{P}{\rho g} = const$;
- D) $\frac{P}{g} + Z + \frac{g^2}{2} = const$.

90. Suyuqlik to'liq energiyasi qaysi javobda to'g'ri ko'rsatilgan?

- A) $W = \frac{m g^2}{2} + mg$;
- B) $W = \frac{m g^2}{2} + mgh$;
- C) $W = m \left(\frac{g^2}{2} + h \right)$;
- D) $W = m(g^2 + g)$.

91. Trubaning keskin kengayishida bosimni yo'qotilishini aniqlaydigan ifodani ko'rsating?

- A) $H_m = \frac{g^2}{2g}$;
- B) $H_m = 2g^2 g$;
- C) $H_m = \frac{(g_1 + g_2)^2}{2g}$;
- D) $H_m = \sqrt{g^2 2g}$.

92. Keskin kengayish uchun mahalliy qarshilik koeffitsiyenti nimaga teng?

- A) $\xi_K = (1 - S)^2$;
- B) $\xi_K = \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2$;
- C) $\xi_K = (S_2 - S_1)^2$;

D)
$$\xi_K = \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2$$

93. Keskin torayish uchun mahalliy qarshilik koeffitsiyenti nimaga teng?

A)
$$\xi_T = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{S_2}{S_1}\right);$$

B)
$$\xi_T = (S_2 - S_1)^2;$$

C)
$$\xi_T = \frac{1}{2} S_2;$$

D)
$$\xi_T = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2$$

94. Kichik diametrli trubalardagi tirsaklar uchun qarshilik koeffitsiyentini to'g'ri ifodasini ko'rsating?

A)
$$\xi_{TP} = 0,946 \sin^2 \frac{\varphi}{2};$$

B)
$$\xi_{TP} = 2,047 \sin^4 \frac{\varphi}{2};$$

C)
$$\xi_{TP} = 0,946 \sin^2 \frac{\varphi}{2} + 2,047 \sin^4 \frac{\varphi}{2};$$

D)
$$\xi_{TP} = 0,946 + 2,047 \sin^4 \frac{\varphi}{2}$$

95. Burilishlarda (Burilish burchagi $\varphi = 90^\circ$) qarshilik koeffitsiyenti qaysi formula bilan aniqlanadi?

A)
$$\xi_B = 0,19 \frac{D}{R_B};$$

B)
$$\xi_B = 0,051 + 0,19 \frac{D}{R_B};$$

C)
$$\xi_B = \frac{0,051}{R_B};$$

D) $\xi_B = \frac{0,19}{R_B}$.

96. Turbulent oqimda gidravlik ishqalanish ko'ffisiyenti uchun to'g'ri ifodani ko'rsating?

A) $\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{\text{Re}} \right)^{\frac{1}{4}}$;

B) $\lambda = 0,11 \left(\frac{K_{\vartheta}}{d} \right)^{\frac{1}{4}}$;

C) $\lambda = 0,11 \left(\frac{K_{\vartheta}}{d} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{\frac{1}{4}}$;

D) $\lambda = \left(K_{\vartheta} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{\frac{1}{4}}$.

97. Uzunligi ℓ va diametri d bo'lgan truba qismidagi oqim sarfi qaysi formula bilan aniqlanadi?

A) $Q = \frac{\pi d^4}{128 \mu \ell}$;

B) $Q = \frac{P_1 - P_2}{\mu \ell}$;

C) $Q = \frac{P_1 - P_2}{128 d}$;

D) $Q = \frac{P_1 - P_2}{128 \mu \ell} \pi d^4$

98. Dinamik yopishqoqlik ko'ffisiyenti μ bilan kinematik yopishqoqlik ko'ffisiyenti ν orasida qanday bog'lanish mavjud?

A) $\mu = \nu \rho$;

- B) $v = \frac{\rho}{\mu};$
 C) $\rho = v\mu;$
 D) $\mu = \frac{\rho}{v}.$

99. Suyuqlikning hajm birligiga teng miqdorining og'irligi (Solishtirma og'irligi) ifodasini ko'rsating?

- A) $\gamma = \frac{V}{G};$
 B) $\gamma = \frac{G}{V};$
 C) $V = \gamma G;$
 D) $G = \frac{V}{\gamma}.$

100. Mashina va mexanizmlarni pnevmatik energiya yordamida harakatga keltiruvchi qurilmalar majmuiga nima deb ataladi?

- A) Pnevmatik uzatma;
 B) Gidravlik uzatma;
 C) Zanjirli uzatma;
 D) Magnitli uzatma

101. Asosiy tarkibiy qismi nimadan iborat yonuvchi moddaga yoqilg'i deyiladi?

- A. Kislorod
 B. Azot
 C. Oltingugurt
 D. Uglerod

102. Yoqilg'ining ish qismi qanday kimyoviy elementlar yig'indisidan iborat?

- A. $C'' + H'' + O'' + N'' + S'' + A'' = 100\%$
 B. $C'' + H'' + O'' + N'' + S'' + A'' + W'' = 100\%$
 C. $C'' + H'' + O'' + N'' + S'' = 100\%$
 D. $C'' + H'' + O'' + N'' = 100\%$

103. Yoqilg'ining quruq massa qismi qanday kimyoviy elementlar yig'indisidan iborat?

A. $C^q + H^q + O^q + N^q + S^q + A^q = 100\%$

B. $C^q + H^q + O^q + N^q = 100\%$

C. $C^q + H^q + O^q + N^q + S^q = 100\%$

D. $C^q + H^q + O^q = 100\%$

104. Yoqilg'ining yonuvchi massa qismi qanday kimyoviy elementlar yig'indisidan iborat?

A. $C^{yo} + H^{yo} + O^{yo} = 100\%$

B. $C^{yo} + H^{yo} + O^{yo} + N^{yo} = 100\%$

C. $C^{yo} + H^{yo} + O^{yo} + N^{yo} + S^{yo} = 100\%$

D. $C^{yo} + O^{yo} = 100\%$

105. Yoqilg'ining organik massa qismi qanday kimyoviy elementlar yig'indisidan iborat?

A. $C^o + O^o = 100\%$

B. $C^o + H^o + O^o = 100\%$

C. $C^o + O^o + N^o = 100\%$

D. $C^o + H^o + O^o + N^o = 100\%$

106. 1 kg uglerod to'la yonganda CO_2 hosil bo'ladi va qancha issiqlik miqdori (MJ) ajraladi?

A. 24,2

B. 32,8

C. 25,1

D. 20,8

107. 1 kg vodorod yonganda qancha issiqlik miqdori (kJ) ajraladi?

A. $12,56 \cdot 10^4$

B. $8,7 \cdot 10^4$

C. $9,2 \cdot 10^4$

D. $10,8 \cdot 10^4$

108. Yuqori issiqlik ajralishi (q_{yu}^u) bilan quyi issiqlik ajralish (q_q^u) orasida qanday bog'lanish mavjud?

A. $q_{yu}^u = q_q^u + 25(H^u + W^u)$

B. $q_{yu}^u = q_q^u \cdot H^u$

C. $q_{yu}^u = q_q^u + 25(9H^u + W^u)$

D. $q_{yu}^u = q_q^u + 25W^u$

109. Shartli yoqilg'i sifatida issiqlik ajralishi q_q^u (MJ/kg) qanchaga teng bo'lgan yoqilg'i qabul qilingan?

A. 20,2

- B. 18,9
- C. 26,3
- D. 29,35

110. Suyuq yoqilg'ilarida issiqlik ajratish $q_{u.a}^u$ (MJ/kg) qanchagacha bo'ladi?

- A. 30,2
- B. 39
- C. 37,5
- D. 38,2

111. Yoqilg'ini yonishida asosiy oksidlovchi modda sifatida kislorod yoki nimani olish mumkin?

- A. Azot
- B. Oltingugurt
- C. Atmosfera havosi
- D. Vodorod

112. O'txonada qattiq yoki suyuq yoqilg'ining 1kg to'liq yonish uchun zarur bo'lgan kislorod miqdori qaysi tenglikdan aniqlanadi (kislorod-yoqilg'i nisbatidan)?

- A. $q_{K.H} = (2,67C^u + 8H^u + S^u + O^u):100$
- B. $q_{K.H} = (2,67C^u + 8H^u):100$
- C. $q_{K.H} = (2,67C^u + 8H^u + S^u):100$
- D. $q_{K.H} = (8H^u + S^u + O^u):100$

113. To'la yonish uchun zauru bo'lgan haqiqiy havo miqdorining (V_h) nazariy hisoblab topilgan miqdori ($V_{H.N}$) ga bo'lgan nisbatiga nima deb ataladi?

- A. Ortiqcha koefitsent
- B. Ortiqcha havo koefitsenti
- C. Havo koefitsenti
- D. Ortiqcha havo

114. Yoqilg'ini to'la yonishi uchun o'arur bo'lgan haqiqiy havo miqdori qanday bo'ladi?

- A. $V_h = 0,01(2,67C^u + 8H^u + S_{o+k}): 0,21-1,43$
- B. $V_h = 0,01(2,67C^u + 8H^u + O^u): 0,21-1,43$
- C. $V_h = 0,01(2,67C^u + 8H^u + S_{o+k} - O^u): 0,21-1,43$
- D. $V_h = 0,01(2,67C^u + O^u): 0,21-1,43$

115. Quruq gazlarga qanday gazlar kiradi?

- A. $CO_2 + CO + N_2 = 100\%$
- B. $SO_2 + O_2 + N_2 = 100\%$

- C. $CO_2 + CO + SO_2 + N_2 = 100\%$
 D. $CO_2 + CO + SO_2 + O_2 + N_2 = 100\%$

116. Uch atomli gazlar hajmi (V_{RO_2}) qanday bo‘ladi?

- A. $V_{RO_2} = 0,0168(C^u - 0,375 \cdot S_{c+k})$
 B. $V_{RO_2} = C_u - S_{c+k}$
 C. $V_{RO_2} = 0,0168C^u$
 D. $V_{RO_2} = 0,0168(C^u - S_{c+k})$

117. Yoqilg‘ini yonishidan hosil bo‘ldaigan suv bo‘g‘ining hajmi (V_{H_2O}) qaysi formuladan aniqlanadi?

- A. $V_{H_2O} = 0,111H^u$
 B. $V_{H_2O} = 0,111H^u + 0,0124W^u$
 C. $V_{H_2O} = 0,0124W^u$
 D. $V_{H_2O} = H^u + W^u$

118. Issiqlik qanday usullarda uzatiladi?

- A. Issiqlik utkazuvchanlik va konveksiya orqali
 B. Faqat konveksiya orqali
 C. Faqat issiqlik o‘tkazuvchanlik orqali
 D. Issiqlik o‘tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish orqali

119. Issiqlik o‘tkazuvchanlikning asosiy qonunini ifodalovchi Furrye qonuni ifodasi qanday ko‘rinishda?

- A. $q = -\lambda dt$
 B. $q = -\lambda dn$
 C. $q = -\lambda \frac{dt}{dn}$
 D. $q = -\frac{dt}{dn}$

120. Issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientining o‘lchamliligi qaysi javobda to‘g‘ri ko‘rsatilgan?

- A. $\frac{Bm}{M \cdot \text{grad}}$
 B. $\frac{Bm}{M}$
 C. $M \cdot \text{grad}$
 D. $\frac{Bm}{\text{grad}}$

121. Issiqlik oqimining zichligi nimaga teng?

- A. $q = F \cdot d\tau$

$$B. q = \frac{dQ}{F \cdot d\tau}$$

$$C. q = \frac{dQ}{F}$$

$$D. q = \frac{dQ}{d\tau}$$

122. Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti necha $\left(\frac{B_T}{m \cdot \text{grod}}\right)$ dan kichik bo'lgan materiallarga issiqlik izolyatsion materiallar deyiladi?

A. 0,1

B. 0,05

C. 0,2

D. 0,07

123. Yassi devorda issiqlik oqimining zichligi nimaga teng?

$$A. q = \frac{t_1 - t_2}{\delta}$$

$$B. q = \frac{\lambda}{\delta}$$

$$C. q = \lambda(t_1 - t_2)$$

$$D. q = \frac{\lambda}{\delta}(t_1 - t_2)$$

124. Ko'p qatlamli devorning umumiy termik qarshiligi nimaga teng?

$$A. R = \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \dots + \delta_n / \lambda_n$$

$$B. R = \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2$$

$$C. R = \delta_1 / \lambda_1$$

$$D. R = \delta_1 / \lambda_1 + \delta_2 / \lambda_2 + \delta_3 / \lambda_3$$

125. Silindrik devordan o'tuvchi issiqlik oqimining chizig'iy zichligi nimaga teng?

$$A. q' = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{2\lambda}$$

$$B. q' = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}}$$

$$C. q' = \pi(t_1 - t_2)\lambda$$

$$D. q' = \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}$$

126. Silidrik devor uchun termik qarshilik qanday tenglikdan aniqlanadi?

$$A. R_\lambda = \frac{1}{2\lambda} d$$

B. $R_\lambda = 2\lambda d$

C. $R_\lambda = \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}$

D. $R_\lambda = \ln \frac{d_2}{d_1}$

127. Gaz yoki suyuqlik mikrozaralarining bir joydan ikkinchi joyga siljishida issiqlikning uzatilish protsessiga nima deyiladi?

- A. Konveksiya
- B. Sublimatsiya
- C. Erish
- D. Sovish

128. Issilik berish koeffitsenti qanday tenglamadan aniqlanadi?

- A. $Q = F \cdot t_c$
- B. $Q = \alpha F$
- C. $Q = \alpha F t_c$
- D. $Q = \alpha F (t_c - t_{dev})$

129. Issiqlik berish koeffitsenti qanday tenglikdan aniqlanadi?

- A. $\alpha = \frac{q}{t_c}$
- B. $\alpha = \frac{q}{t_c - t_{dev}}$
- C. $\alpha = q t_c$
- D. $\alpha = q t_{dev}$

130. Qattiq jism bilan issiqlik tashuvchi muhit chegarasidagi issiqlik almashinuvini xarakterlaydigan Nusselt soni nimaga teng?

- A. $N_u = \frac{\alpha}{\lambda}$
- B. $N_u = \alpha \cdot l_o$
- C. $N_u = \frac{\alpha l_o}{\lambda}$
- D. $N_u = \frac{l_o}{\lambda}$

131. Inersiya kuchlari bilan qovushoqlik nisbatini xarakterlaydigan Reynolds soni nimaga teng?

- A. $R_e = \frac{g_0 l_0}{\nu}$
- B. $R_e = \frac{g_0}{\nu}$

$$C. R_e = \frac{v}{l_o}$$

$$D. R_e = \frac{g_0}{l_o}$$

132. Issiqlikning konveksiya va issiqlik o'tkazuvchanlik yo'li bilan tarqalish tezliklari nisbatini xarakterlaydigan Pekle soni qanday tenglikdan aniqlanadi?

$$A. P_e = \frac{g_0}{a}$$

$$B. P_e = \frac{g_0 l_o}{a}$$

$$C. P_e = \frac{l_o}{a}$$

$$D. P_e = \frac{g_0}{l_o}$$

133. Bosim kuchlar bilan inersiya kuchlarining nisbatini xarakterlaydigan Eyler soni nimaga teng?

$$A. E_u = \frac{P}{\rho}$$

$$B. E_u = \frac{\rho}{g_0^2}$$

$$C. E_u = \frac{g_0^2}{\rho}$$

$$D. E_u = \frac{P}{\rho g_0^2}$$

134. Zichliklarning farqi tufayli suyuqlikda paydo bo'ladigan ko'tarish kuchlarining qovushoqlik kuchlariga nisbatini xarakterlaydigan Gragof soni nimaga teng?

$$A. G_r = \frac{g\beta}{v^2}$$

$$B. G_r = \frac{g\beta l_o^3}{v^2}$$

$$C. G_r = \frac{g\beta(t_{dev} - t_c)l_o^3}{v^2}$$

$$D. G_r = \frac{l_o^3 \cdot \beta}{v^2}$$

135. Ikki fazali muhitdagi erkin xarakatlanishda foydalaniladigan Arximed soni nimaga teng?

$$A. A_r = \frac{g l_o^3}{v} \cdot \frac{\rho_0 - \rho}{\rho}$$

$$B. A_r = \frac{gl_0^3}{\nu}$$

$$C. A_r = \frac{\rho_0 - \rho}{\rho}$$

$$D. A_r = \frac{l_0^3}{\rho}$$

136. Tabiiy konveksiyada issiqlik almashinuvini xarakterlaydigan Nusselt soni nimaga teng?

$$A. Nu_m = C \cdot Cr_m^n$$

$$B. Nu_m = C(Gr \cdot Pr)_m^n$$

$$C. Nu_m = C \cdot Pr_m^n$$

$$D. Nu_m = Cr_m^n$$

137. Gorizontalar joylashgan trubalarda issiqlik tashuvchining majburiy laminar xarakatlanishida issiqlik almashinuvini hisoblash uchun qaysi formula qo'llaniladi

$$A. Nu_c = 0,17 Re_c^{0,33}$$

$$B. Nu_c = 0,17 Re_c^{0,33} \cdot Pr_c^{0,43}$$

$$C. Nu_c = 0,17 Re_c^{0,33} \cdot Pr_c^{0,43} \cdot Gr_c^{0,1} (Pr_c / Pr_{dev})^{0,25} \cdot E_l$$

$$D. Nu_c = 0,17 Re_c^{0,33} \cdot Pr_c^{0,43} \cdot Gr_c^{0,1}$$

138. Turbulent oqim rejimida trubalardagi issiqlik berilishini hisoblash uchun M. A. Mixeyev qaysi formulani taklif etdi.

$$A. Nu = 0,021 Re_c^{0,8} \cdot Pr_c^{0,43} \left(\frac{Pr_c}{Pr_{dev}} \right)^{0,25} \cdot E_l$$

$$B. Nu = 0,021 Re_c^{0,8}$$

$$C. Nu = 0,021 Pr_c^{0,43}$$

$$D. Nu = 0,021 Re_c^{0,8} \cdot Pr_c^{0,43} \cdot E_e$$

139. Jismlarning nurlanish xususiyati nimaga teng?

$$A. E = \frac{Q}{F}$$

$$B. E = \frac{Q}{F \cdot \tau}$$

$$C. E = Q \cdot F$$

$$D. E = \frac{Q}{\tau}$$

Dasturning informatsion - uslubiy ta'minoti

“Gidravlika va issiqlik texnikasi” fanini o‘qitishda zamonaviy (xususan interfaol) metodlari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya (mediata’lim, amaliy dastur paketlari, prezentatsion, elektron-didaktik) texnologiyalarni qo‘llanilishi nazarda tutiladi. “Gidravlika va issiqlik texnikasi” kursida plakatlardan, tarqatma materiallardan, kompyuterdan, har xil grafiklardan va boshqa ko‘rgazmali qurollardan foydalaniladi.

Foydalanilgan asosiy darsliklar va o‘quv qo‘llanmalar ro‘yxati.

Asosiy darsliklar va o‘quv qo‘llanmalar:

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» // T. «O‘qituvchi» 1992.
2. A.Yu.Umarov «Gidravlika» // T. «O‘zbekiston» 2002.
3. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» // T. TDPU 2004.
4. K.SH. Latipov «Gidravlika va gidromashinalar» // T.: «O‘qituvchi» 1986.
5. J.Nurmatov. N.A.Halilov. O‘.Q.Tolipov. «Issiqlik texnikasi» // T.: «O‘qituvchi» 1998.
6. T.S.Xudoyberdiyev. «Issiqlik texnikasi asoslari» // T.: 2010.
7. R.A.Zohidov. «Issiqlik texnikasi» // O‘zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2010.
8. R.V.Daminova, V.K.Muhamedsaidov. «Issiqlik texnikasi» fanidan didaktik materiallar // T.: TDPU. 2012.
9. Б.Р.Андерс. «Контрольно-измерительные приборы» //М.: Высшая школа. 1998.

Qo‘shimcha adabiyotlar

1. R.B.Daminova. “Issiqlik texnikasi” fanidan o‘quv-metodik majmua. T.: TDPU. 2011.
2. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish, nazorat qilish va baholash uchun uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2012.
3. R.B.Daminova, B.K.Muhamedsaidov. “Issiqlik texnikasi” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. T.: TDPU. 2014.

Elektron ta’lim resurlari:

1. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar». Elektron darslik. // T. 2007. DGU.
2. Isyanov R.G., va boshqalar “Gidravlika va gidravlik mashinalar” fanidan innovatsion texnologiyalar asosida tayyorlangan o‘quv metodik majmua. T., TDPU, 2011 yil.
3. www.ziyonet.uz
4. www.mvd.uz

