

K O' CH I R M A

Namangan sh.

26.08.2008 y.

Qatnashdilar:

Rais – dosent X.O.Qo'chqarov, a'zolari: kafedra mudirlari: prof. N. Raximov, I. T. Uluxanov, dosentlar: D. Nugmanov, T. Umaraliev va boshqalar.

K U N T A R T I B I

1. 5142000-Mehnat ta'limi bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun "Gidravlika va gidromashinalar" fanidan tayyorlangan o'quv – uslubiy majmua muhokamasi.

Eshitildi: IMK raisi, dosent X.O.Qo'chqarov – 5142000-Mehnat ta'limi bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun "Gidravlika va gidromashinalar" fanidan tayyorlangan o'quv – uslubiy majmua tuzilishi, uning mazmuni bilan Ilmiy – metodik kengash a'zolarini tanishtirdi. Ushbu o'quv – uslubiy majmuani tayyorlash va elektron versiyasini yaratish bo'yicha kafedralardan vakillar tayinlanganligini IMK a'zolariga ma'lum qildi.

So'zga chiqdilar: kafedra dosentlari T. Umaraliev va D. Nugmanovlar tayyorlangan o'quv – uslubiy majmua mazmuni bilan tanishib chiqqanliklarini, uni tasdiqlash mumkinligi haqida o'z fikrlarini bildirdilar.

Qaror:

1. Kafedra dosentlarining axborotlari inobatga olinsin.
2. 5142000-Mehnat ta'limi bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun "Gidravlika va gidromashinalar" fanidan tayyorlangan o'quv – uslubiy majmua tasdiqlansin.

IMK raisi:		X.O.Qo'chqarov
Kotibi		T.Obidov

«Fizika-texnika» fakulteti «Umumtexnika fanlari va kasb talimi» kafedrasida 2008 yil 25 avgust 1 – sonli bayonnomasidan

K O' Ch I R M A

Qatnashdilar:

Rais – f.-m.f.n., dos. I. T. Uluxanov va kafedraning barcha professor - o'qituvchilari.

K U N T A R T I B I

1. 5142000-Mehnat ta'limi bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun "Gidravlika va gidromashinalar" fanidan tayyorlangan o'quv – uslubiy majmua muhokamasi.

Eshitildi: Kafedra mudiri dosent I.T.Uluxanov ushbu masala bo'yicha so'zga chiqib 5142000-Mehnat ta'limi bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun "Gidravlika va gidromashinalar" fanidan tayyorlangan o'quv – uslubiy majmua tuzilishi uning mazmuni bilan kafedraning barcha professor – o'qituvchilariga tanishtirdi va muhokamaga qo'ydi.

So'zga chiqdilar: dosent X.Akramov, dosent S.Abdullaevlar o'z so'zlarida dasturlarning standartga mos kelishini aytdilar va tasdiqlashga tavsiya etdilar.

Qaror: Yuqorida qayd etilgan 5142000-Mehnat ta'limi bakalavriat ta'lim yo'nalishi uchun "Gidravlika va gidromashinalar" fanidan tayyorlangan o'quv – uslubiy majmua tasdiqlansin.

Kafedra mudiri:		Dos.I.T.Uluxanov
Kotiba:		J.Muxitdinova

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

Ro'yxatga olindi
№BD 5140900-3.13
«13» avgust' 2006 y.

GIDRAVLIKA VA GIDRAVLIK MASHINALAR
fani dasturi.

Bilim sohasi:	100 000 – Ta`lim
Ta`lim sohasi:	140 000 –O`qituvchilar tayyorlash va pedagogika fani
Bakalavriat yo`nalishi:	5140900 – Kasb ta`limi (5810300 – Servis), 5140900 – Kasb ta`limi (5520600 – mashinasozlik texnologiyasi,mashinasozlik ishlab chiqarish jihozlari va ularni avtomatlashtirish), 5140900 – Kasb ta`limi (5520700 – Texnologik mashinalar va jihozlar), 5142000- Mehnat ta`limi,

Toshkent – 2006 y.

Tuzuvchi: pedagogika fanlari nomzodi, dotsent Isyanov R.G.

Taqrizchilar: Toshkent to'qimachilik va engil sanoat institutining dotsenti Isaev H.I

Nizomiy nomli TDPU «Kasb ta'limi metodikasi» kafedrası dotsenti Boltaboev S.

Dastur Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat pedagogika universiteti qoshidagi «Ta'lim» o'quv-metodik birlashmasida ko'rib chiqilgan va tavsiya etilgan.

2006 yil « 6 » iyuldagi 11-sonli majlis bayoni.

Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi o'quv-metodik birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengashning 2006 yil « 8 » iyuldagi 14-sonli qaydnomasi bilan tasdiqqa tavsiya etilgan.

Kirish

«Gidravlika va gidravlik mashinalar» fanining maqsad va vazifalari.

Suyuqliklarning muvozanat va harakat qonunlarini hamda bu qonunlarni xalq xo'jaligining turli sohalarida tadbiiq etilishini o'rganuvchi fan gidravlika deb ataladi.

Gidravlika 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 va shu bilan bir qatorda nazariyani tajribada sinash, tajriba natijalarini esa umumlashtirish bilan shugullanadi.

«Gidravlika va gidravlik mashinalar» fanining predmeti

Gidravlikaning rivojlanishi hakida qisqacha ma'lumotlar. Suyuqlik mexanikasi va gidravlik mashinalarni yaratishda olimlarning o'rni. O'zbekistonda gidroenergetikaning rivojlanishi.

Suyuqliklarning fizikaviy xossalari. Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar. Suyuqliklardagi ishqalanish kuchi. N'yuton qonuni, qovushqoqlik, sirt taranglik, ideal suyuqlik va uning xususiyatlari.

Gidrostatika.

Tinch turgan suyuqlikga ta'sir etuvchi kuchlar. Gidrostatik bosim va uning xossalari. Suyuqliklar muvozanatining differentsial tenglamasi. Gidrostatikaning asosiy tenglamasi. Bosimi teng sirtlar, erkin sirt, og'irlik kuchi ta'sirida tinch turgan suyuqliklarda bosimning uzatilishi. Paskal' konuni. Gidrostatik mashinalar. Absolyut, ortiqcha bosimlar va vakuum, P'ezometrik balandlik. Gidrostatik bosim, bosim o'lchash asboblari, suyuqlikning tekis devorga bosim kuchi. Ortiqcha bosim, markazning vaziyatini topish. Bosim epyurasi. TSilindrik sirtga ta'sir qiluvchi bosim kuchi, to'lik bosim kuchini va uning yo'nalishini aniqlash.

Suyuqliklar kinematikasi va dinamikasi asoslari. Suyuqliklarda harakat turlari.

Gidrodinamikaning asosiy masalasi va uslubi. Suyuqlikning barqaror va beqaror harakatlari. Oqimchalik harakat xaqida asosiy tushunchalar. Oqim chizig'i, oqim naychasi va oqimcha suyuqlik oqimlari, uzluksizlik tenglamasi. Ideal suyuqlik oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi, Bernulli tenglamasining geometrik, energetik va fizik xossalari. P'ezometrik chiziqlar. Real suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi. Gidravlik yo'qotish xaqida tushuncha. Gidravlik yo'qotishni ikki turi. Tezlik va sarfni o'lchash usullari hamda asboblari.

Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari. Suyuqlikning laminar va turbulent harakati. Reynol'ds soni va uning kritik qiymati. Gidrodinamik o'xshashlik asoslari. Gidrodinamik hodisalarni modellash.

Suyuqliklarning laminar harakati. Tekis va notekis harakat haqida tushuncha. Gidravlik qiyaliklar, bosimli va bosimsiz harakat. TSilindrik trubada laminar harakat. Bosimning kamayishiga ishqalanishning ta'siri. Puazeyl' formulasi.

Suyuqliklar turbulent harakatining xususiyatlari. Tezlik va bosim pul'satsiyalari. Tenglashtirilgan tezliklarning kesim bo'yicha taqsimlanishi. Trubalarda bosimning kamayishi. O'tkinchi zona. g'adir-budurlik turlari, absolyut, nisbiy va ekvivalent g'adir-budurlik xaqida tushuncha.

Mahalliy gidravlik qarshiliklar. Maxaliy qarshilik koeffitsienti. SHEzi formulasi. N.N Pavlovskiy formulasi: Turbulent harakatda bosimning maxaliy yo'qolishi. Oqimning keskin kengayishi (Bord teoremasi)

Suyuqliklarning teshik va naychalardan oqishi. Trubalarni gidravlik xisoblash. Trubalarning turlari. Uzun sodda trubalarni xisoblash, sarf xarakteristikasi. P'ezometrik

chiziq. Ketma-ket va paralel ulangan murakkab trubalarni hisoblash xaqida tushuncha. Tarmoqlangan trubalar va ularni grafoanalitik xisoblash. Sifonlarni xisoblash. Suyuqlik kichik teshikdan oqayotganda qarshilik, tezlik va sarf koeffitsientlari. Oqimchani siqilish turlari. Suyuqlikning naychadan oqishi. Naychalarining turlari va ularning gidravlik koeffitsientlari.

Suyuqliklarning beqaror harakati. Gidravlik zarba xodisasi. To'g'ri zarba uchun N.E Jukovskiy formulasi. Teskari gidravlik zarba xaqida tushuncha. Gidravlik zarbani susaytirish usullari. Gidravlik zarbadan amalda foydalanish.

Gidravlik mashinalar.

Nasoslarning ishlash printsipi, qo'llanilish soxasi va bajaradigan ishiga qarab klassifikatsiyasi. Porshenli nasoslar, tuzilishi va ishlash printsipi. Nasosning bosimi, unumdorligi, so'rish balandligi. Nasoslarda energiya balansi, FIK. Nasos konstruksiyalarining namuna sxemalari. Boshqa tur xajmiy nasoslar shesternyali, kolovorotli, vintli, plunjerli, diafragmali nasoslar, ularning qo'llanilish soxasi. Markazdan qochma nasosning tuzilishi. Gidravlik uzatmalar, qo'llanilish soxalari.

Mustaqil ish

Darslik va o'quv qo'llanmalarining (ularning to'la ta'minlanganligi taqdirda) boblari va mavzularini o'rganish. Tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruza qismlarini o'zlashtirish. O'qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan ishlash. Fanning boblari va mavzulari ustida ishlash.

«Gidravlika va gidravlik mashinalar» fanidan nazariy va amaliy mashg'ulotlar o'tish davomida talabalarni ijodiy jarayonga yo'naltirish, ularni tahlil qilish, mustaqil ishlashga o'rgatish, mashqlar bajarish. Badiiy asarlarni estetik-g'oyaviy jihatdan tahlil qilish, klassik asarlar matni ustida ishlash, adabiy jarayonni kuzatib borish. Malakaviy amaliyotni o'tish chog'ida yangi texnika, jihozlar, keng ko'lamli ilmiy ish olib borishga qulay jarayonlar va texnologiyalarni o'rganish. Talabalarining ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq holda fanning muayyan boblari va mavzularini chuqur o'rganish.

Darslik va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» T. «O'qituvchi» 1992 y.
2. A.YU. Umarov «Gidravlika» T. «O'zbekiston» 2002 y.
3. Isyanov R.G. «Gidravlika va gidravlik mashinalar» Ma'ruzalar matni T. TDPU 2000 y.
4. K.Latipov, S.Ergashev «Gidravlika va gidromashinalar» T. «O'qituvchi» 1986 y.
5. R.R CHugaev «Gidravlika» M. MashGiz 1984 y.
6. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» T. TDPU 2004 y.
- 7 S.S. Rudnev, L.G. Pevidza «Laboratorno'y kurs gidravliki, nasosov i gidroperedach.» M. MashGiz 1974 y.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAHSUS TA'LIM
VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT UNVERSITETI**

"Tasdiqlayman"
O'quv ishlari bo'yicha prorektor,
_____**dots. S.H.Abdullayev**
_____**2008 yil**

**GIDRAVLIKA VA GIDRAVLIK MASHINALARI
FANI BO'YICHA**

Bilim sohasi: 100000-Ta'lim
Ta'lim sohasi: 140000-O'qituvchilar tayyorlash va pedagogika fani.
Bakalavriat yo'nalishi: 5140900- Mehnat ta'limi (Kunduzgi) yo'nalishi uchun

ISHCHI O'QUV DASTURI

Umumiy o'quv soati: 85
Shu jumladan:
Ma'ruza: 18soat
Labaratoriya mashg'ulotlari: 26 soat
Mustaqil ta'lim: 41soat

Fanning ishchi o'quv dasturi Namangan davlat universitetning fizika -texnika fakulteti ilmiy kengashining 2008 yil 26.08 1-sonli majlisida muhokama etildi.

"5142000-mehnat ta'limi" ta'lim yo'nalishi bo'yicha o'quv dasturi rejasiga muvofiq ishlab chiqildi va tasdiqlandi.

Tuzuvchi:

o'qituvchi A.Nabiyev

Taqrizchi:

Pedagogika fanlar nomzodi dotsent
X.Akramov

Fanning ishchi o'quv dasturi " fizika -texnika" fakulteti ilmiy kengashining 2008 yil 26.08 dagi 1-sonli qarori bilan tasdiqlandi.

Ilmiy kengash raisi:

dots.X.Qo'chqarov

Bayonnoma № -1 26.08 2008 yil

Kelishildi:

Umumtexnika fanlari va kasb
ta'limi kafedrasi mudiri:

dots.I.T.Uluhanov

" 25 " 08 . 2008 yil

2008-2009 o'quv yili uchun Gidravlika va gidravlik mashinalar fanidan ishchi o'quv dasturiga o'zgarish va qo'shimchalar kiritish tugrisida.

5142000-mehnat ta'limi ta'lim yo'nalishi bo'yicha Gidravlika va gidravlik mashinalar fanining ishchi o'quv dasturiga qo'yidagi o'zgartirish va qo'shimchalar kiritilmoqda:

[illegible]

(professor o'qituvchining i.f.o.) (imzo)

o'qituvchining i.f.o.) (imzo) (professor

Ishchi o'quv dasturi fizika matematika fakulteti ilmiy kengashida muhokama etildi va ma'qullandi. (2008 yil "26" 08. "1"-sonli bayonnomasi)

Ilmiy kengash raisi:

dots. XQo'chqorov

So'z boshi

1.1.Fanni o'qitishdan maqsad.

Gidravlika va gidravlik mashinalar fanini o'qitishni asosiy maqsadi quyidagilar:

- suyuqlik turlari va ularning hossalari o'rganish;
- gidravlik bosim va ularning hossalari;
- suyuqlik va muvozanatning differensial tenglamasi. Paskal qonuni va uning qo'llanishi bilan tanishtirish;
- kriteylari va ularni amalda qo'llash bilan ta'nishtirish.

Bernulli tenglamasi va uni qo'llanishi. Puazeyl Dersi-Veysbah tenglamasi. Mezi formulasi bilan tanishtirish.

Suyuqlik sarfi va tezligini o'lchovchi asboblardan turli teshik va posodkalaridan oqishi va texnikada qo'llanishini o'rganish.

1.2.Gidravlika fanining o'rganadigan muammolari.

Talabalar gidravlika va gidromashinalar fanini o'rganish jarayonida:

- suyuqlik turlari, hossalari va muvozanat shartlari bilan tanishtirish;
- suyuqlikning harorat qonunlari, trubalarini gidrovlik hisoblashni o'rganadilar;

-talabalari gidrovlik mashinalarning turlari, ularning tuzilishi, ishlashi bilan tanishadilar:

-gidrovlik uzatmalar va gidro kuchqurilmalar ahamiyati, qo'llanish sohasini o'rganish;

1.3.Gidrovlika va gidromashinalar fanini boshqa fanlar bilan bog'liqligi.

Gidrovlika va gidromashinalar fani mashinasozlik fanlari tarkibiga kirib, u matematika, fizika, avtomobil, qishloq ho'jalik mashinalari, mexanizmlar, mexanizm va mashinalar nazariyasi kabi fanlar bilan ham uzviy bog'liq.

1.4. O'quv jarayonida talabalarga mavzularni mazmunini kengroq yoritib berish, ish uslublarini to'g'ri bajarish maqsadiga texnik vositalar qo'llaniladi. Bular epidpaskov, kinoprojektor, turli xil video-kino materiallar, slaydlar va shu kabilar foydalanish maqsadga muvofiqdir. Talabalarning o'zlashtirish mezonini kompyuter orqali, test va reyting usulida aniqlanadi.

2. Fanni o'qitish semestrlari va uslubiy ko'rsatmalar.

Semestrlar	Kurs	Auditoriya mashg'ulotlari turi bo'yicha o'quv yuklamasi taqsimoti (soat)			Mustaqil ish
		Jami	Ma'ruza	Labaratoriya mashg'uloti	
5-semestr	3-kasb ta'limi	85	18	26	41

3. Ma'ruzalar mazmuni: ularga ajratilgan soatlarning taqsimoti.

№	Mavzu	Soati
	Kirish. Gidravlika va gidromashinasozlikning tarixi va taraqqiyoti, rivojlanish istiqbollari.	2
	Gidrostatika. Tinch turgan suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar.	2
	Gidrostatik mashinalar. Bosimni o'lchash asboblari.	2
	Suyuqliklar kinematikasi va dinamikasi asoslari. Suyuqliklarda harakat turlari.	2
	Elementlar oqimcha uchun Bernulli tenglamasi. Real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasi	2
	Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari. Suyuqlik harakatining ikki xil tartibi	2
	Tezlik va bosim pulsasiyalari. O'tkinchi zona. Mahalliy qarshiliklar. Shezi formulasi.	2
	Oqimning keskin kengayishi. Trubalarning gidravlik hisobi. Gidravlik zarb hodisasi.	
	Gidravlik mashinalar va ularning klasifikatsiyasi. Nasoslar va ularni ishlash prinsipi bosimi, ish unumdorligi va F.I.K. Hajmiy markazdan qochirma nasosning tuzilishi va ishlash prinsipi	2
10.	Gidravlik dvigatellar. Gidravlik uzatmalar	2
11.	Gidravlik kuch qurilmalari Gidroenergetikaning resurslari.	
	Jami;	18

4. Gidravlika va gidromashinalar kursidan laboratoriya ishlari. Ularga ajratilgan soatlar taqsimoti.

№	Mavzu	Soati
1.	Suyuqliklarning asosiy hossalari o'rganish	4
2.	Suyuqliklarning qovushqoqligini aniqlash.	4
3.	Bosimni o'lchash asboblari	4
4.	Gidravlik presslar.	4
5.	Suyuqliklarning harakat tartibini o'rganish.	4
6.	Suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchash	6
	Jami	26

5. Mustaqil ishlarni tashkil etishning shakli va mazmuni.

Mustaqil ta'lim mavzusi talabalar mustaqil o'rganilgan ma'ruza va laboratoriya mashg'uloti mavzularidan iborat bo'ladi. Mustaqil ta'lim talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlashga, ma'ruzalarni tushintirish qobiliyatini maksimal darajada rivojlantirishga, umumiy dunyo qarashga yordam beradi.

6. Infarmatcion uslubi ta`minoti

Ko'rgazmali qurollar.

- Plakatlar.
- Medellar
- Detallar
- Talabalarning laboratoriya ishlaridan namunalar.

6.2. Metodik qo'llanma va ko'rsatmalar.

- 1.Konstantinov N.M.Gidravlika, gidrologiya, gidrometriya. M.Vishaya shkola 1987 g.
- 2.Bashta T.M.Gidravlika. Gidromashina i gidroprivoda. M.Mashinastrochnie. 1982g.
- 3.K.Sh.Latipov Gidrovlika, gidromashilar, gidroyuritmalar "O'qtuvchi" nashryoti 1992 yil

6.3. O'qitishning texnik vositalari.

- O'quv kop'yuterlari

6.4. Nazorat ishlari mavzularining ro'yhati.

Oraliq nazorat topshiriqlari "A.Nabiev gidrovlika testlar.Namangan 2005 yil"
Joriy nazorat ishlari laboratoriya mashg'ulotlari natijasini hisoblash tarzida o'tkaziladi. Yakuniy nazorat ishida talaba berilgan savollarga og'zaki javobini A3 bichimli katak qog'ozga kishqacha ifodalagan holda bajaradi.

7.O'zlashtirish nazorati.

7.1.Gidravlika fani bo'yicha talabalar bilimni baholash mezonlari.

Joriy baholash(JB)

Talaba laboratoriya mashg'ulotlarida rejadagi mavzular asosida turli hil mashqlar va grafik topshiriqlarni bajaradi. Mustaqil ta'lim jarayonida bo'lsa, laboratoriya mashg'ulotlaridagi topshiriq ishlarni yakunlaydi. Bunda talaba har joriy baholash mashg'ulotlarida quyidagicha ball to'plashi mumkin.

- o'quv intizomi_____20% ball;
- faollik va bajarilgan topshirikning sifati_____30% ball;
- nazariy bilimdonlik_____50% ball;
- Jami:_____100% ball:

Talabalarni joriy baholash har bir laboratoriya ishini yakunlab topshirilgandan keyin laborator ishi natijalari asosida amalga oshiriladi. Har bir laboratoriya ishi 1,5 ballgacha baholanadi. Qaydnomaga umumlashtirib ballar yig'indisi qo'yiladi.Laboratoriya ishlarini va laboratoriya mashg'ulotlaridagi topshiriq ishlarni yakunlanishi natijalari asosida talabalarning mustaqil ishlarini baholash amalga oshiriladi.Bunda har bir bajarib o'qituvchiga topshirilgan laboratoriya ishi uchun 1,5 ballgacha beriladi. Qaytnomaga umumlashtirib ballar yig'indisi qo'yiladi.

Oraliq baholash(OB)

Maruza mashg'ulotlari asosila OB o'tkaziladi.OB test tarzida o'tkaziladi, bunda testlar soni 36 tadan kam bilmagan miqdorda olinadi, 2 marta OB o'tkaziladi va har biri 20 ballgacha baholanadi.

Yakuniy baholash (YaB)

Talaba Joriy(JB) va oralik baholash (OB) bosqichlarida to'plagan ballari miqdoridan qat'iy nazar, yakuniy baholash topshirig'ini bajaradi. Uni bajarish uchun 3 soat vaqt beriladi.

Yakuniy baholashda talaba gidravlika fani biyicha berilgan savollarga og'zaki javobini A3 bichimli katak qog'ozga qisqacha ifodalagan holda bajaradi.

Reyting ballarini hisoblashda talabaning o'quv mashg'ulotlardagi faolligi, mustaqil ishlarni o'z muddatida bajara olganligi, o'quv-mehnat intizomiga amal qilish sifatleri ham hisobga olinadi.

8. Talaba bilimini baholash (mehnat ta'limi)

qoniqarsiz (55% dan kam)		Qoniqarli (56-70 %)		Yaxshi (71-85%)		A`lo (86-100%)	
B A L L A R							
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0	55,0	56,0	70,0	71,0	85,0	86,0	100

9. Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yhati.

1. K.Latipov, S.Ergashev "Gidrovlika va gidromashinalar" T. "O'qituvchi" 1992 yil
2. R.R.Chuliev Gidrovlika . "Energoottomizdat" 1982 yil
3. G.N.Smirnov Gidrologiya i Gidrotehnicheskije sooruzheniya. M.Vishaya
4. M.S.Trebubenko Vodosnabzhenie i vodovedenie. Primeri raschetov.M.Vishaya shkola.1989 g
5. H.P.Abdurahmanov "Gidrovlika va gidromashinalar kursidan laboratoriya ishlari"

10. Gidrovlika fanidan o'tiladigan mavzular va ular bo'yicha mashg'ulot turlariga ajratilgan soatlarning taqsimoti

№	Fanning bilimi va mavzusi, ma`ruza mazmuni	Soatlar		
		jami	ma`ruza	laboratoriya mashg'ulotlari
1	2	3	4	5
1	Kirish.Suyuqlikning asosiy xossalari.	4	2	2
2	Gidrostatika.	4	2	2
3	Bosim,birliklari va o'lchash asboblari.	4	2	2
4	Suyuqliklarda xarakat turlari.	4	2	2
5	Suyuqlik xarakatining tartiblari va gidrodinamik o'hshashlik asoslari. Suyuqlikning laminar va turbulent xarakati.	4	2	2

6	Mahalliy gidravlik qarshiliklar.	6	2	4
7	Suyuqliklarni teshik va naychalardan oqishi.	6	2	4
8	Trubalarni gidravlik xisoblash.	6	2	4
9	Gidromashinalar xaqida umumiy tushunchalar. Kurakli nasoslar nazariyasini asoslari.	6	2	4
	Jami:	44	18	26

11. O'quv-uslubiy (tehnalogik) harita (mehnat ta'limi).

11.1. Ma'ruzalar uchun o'quv-uslubiy harita(mehnat ta'limi)

No	Mavzular	Soat	O'tish muddati	Ko'rgazm ali	Mustaqil ish	Naz. turi	Izoh
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Kirish. Gidravlika va gidromashinasozlikning tarixi va taraqqiyoti, rivojlanish istiqbollari.	2	1-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash	1-OB	1-semestr
2.	Gidrostatika. Tinch turgan suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar.	2	2-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash		
3.	Gidrostatik mashinalar. Bosimni o'lchash asboblari.	2	3-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash		
4.	Suyuqliklar kinematikasi va dinamikasi asoslari. Suyuqliklarda harakat turlari.	2	4-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash		
5.	Elementlar oqimcha uchun Bernulli tenglamasi. Real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasi	2	5-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash		
6.	Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrokinematik o'xshashlik asoslari. Suyuqlik harakatining ikki xil tartibi	2	6-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash		
7.	Tezlik va bosim pulsasiyalari. O'tkinchi zona. Mahalliy qarshiliklar. SHEZI formulasi.	2	7-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash		
8.	Oqimning keskin kengayishi. Trubalarning gidravlik hisobi. Gidravlik zarb hodisasi.		8-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash		
9.	Gidravlik mashinalar va ularning klasifikatsiyasi. Nasoslar va ularni ishlash prinsipi bosimi, ish	2	9-hafta	plakat	o'tilganlarni takrorlash		

	unumdorligi va F.I.K. Hajmiy markazdan qochirma nasosning tuzilishi va ishlash prinsipi						
10.	Gidravlik dvigatellar. Hidravlik uzatmalar	2	10-hafta			Y B	
11.	Gidravlik kuch qurilmalari Gidroenergetikaning resurslari.		11-hafta				
Jami:		18					

11.2. Labaratoriya mashg'ulotlari uchun iquv-uslubiy harita (mehnat ta'limi).

№	Mavzu mazmuni	Soat	O'tish muddati	ko'rgazm ali qurollar	talabning mustakil ishi	nazorat turi	izoh
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Suyuqliklarning asosiy hossalari o`rganish	4	1-2 hafta	plakat	Suyuqlik, suyuqliklarni nisbiy tinchligi	1-JB	1-semestr
2.	Suyuqliklarning qovushqoqligini aniqlash.	4	3-4 hafta	plakat			
3.	Bosimni o`lchash asboblari	4	5-6 hafta	plakat			
4.	Gidravlik presslar.	4	7-8 hafta	plakat			
5.	Suyuqliklarning harakat tartibini o`rganish.	4	9-10 hafta	plakat			
6.	Suyuqliklarning tezligi va sarfini o`lchash	6	11-12 hafta	plakat			
	Jami :	26					

11.3. Maruzalar uchun taqvim reja (mehnat ta`limi).

№	Mavzu	soat	o'tish muddati	o'tildi
1	2	3	4	5
1.	Kirish. Gidravlika va gidromashinasozlikning tarixi va taraqqiyoti, rivojlanish istiqbollari.	2		
2.	Gidrostatika. Tinch turgan suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar.	2		
3.	Gidrostatik mashinalar. Bosimni o'lchash asboblari.	2		
4.	Suyuqliklar kinematikasi va dinamikasi asoslari. Suyuqliklarda harakat turlari.	2		
5.	Elementlar oqimcha uchun Bernulli tenglamasi. Real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasi	2		
6.	Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari. Suyuqlik harakatining ikki xil tartibi	2		
7.	Tezlik va bosim pulsasiyalari. O'tkinchi zona. Mahalliy qarshiliklar. Shezi formulasi.	2		
8.	Oqimning keskin kengayishi. Trubalarning gidravlik hisobi. Gidravlik zarb hodisasi.			
9.	Gidravlik mashinalar va ularning klasifikatsiyasi. Nasoslar va ularni ishlash prinsipi bosimi, ish unumdorligi va F.I.K. Hajmiy markazdan qochirma nasosning tuzilishi va ishlash prinsipi	2		
10.	Gidravlik dvigatellar. Gidravlik uzatmalar	2		
11.	Gidravlik kuch qurilmalari Gidroenergetikaning resurslari.			
	Jami	18		

11.4. Laboratoriya mashg'ulotlari uchun taqvim rezha (mehnat ta`lim).

№	Mavzu	soat	o'tish muddati	o'tildi
1	2	3	4	5
1.	Suyuqliklarning asosiy hossalari o'rganish	4		
2.	Suyuqliklarning qovushqoqligini aniqlash.	4		
3.	Bosimni o'lchash asboblari	4		
4.	Gidravlik presslar.	4		
5.	Suyuqliklarning harakat tartibini o'rganish.	4		
6.	Suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchash	6		
	Jami :	26		

12. Talabalar mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi

№	Mavzu	Mustaqil ta'limga oid topshiriq va tavsiyalar	Bajarilish muddatlar i	Hajmi (soatda)
1	Suyuqlikning qovushqoqligini aniqlash	O'quv adabiyotlari yordamida mustaqil va tavsiyalar	1-hafta	4
2	Aylanuvchi idishlarda suyuqliklarni nisbiy tinchligini o'rganish	O'quv adabiyotlari yordamida mustaqil va tavsiyalar	2-hafta	4
3	Bosimning o'lash asboblari tuzilishi bilan tanishish. Bosimni o'lchash	Laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorgarlik ko'rish	3-hafta	4
4	Reynalds asbobi yordamida suyuqlikning harakat rejimini aniqlash	Laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorgarlik ko'rish	4-hafta	4
5	Sodda trubalardagi gidravlik yuqotishni aniqlash	Laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorgarlik ko'rish	5-hafta	4
6	Venturi suv o'lchagichning gidravlik qashiligini aniqlash	Laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorgarlik ko'rish	6-hafta	5
7	Porshenli kurakchali nasoslarni tavsiyanomasini olish/ Porshenli va kurakchali nasoslarni turlari tuzilishi, ishlash va ularni xarakterlovchi kattaliklarni aniqlash	Laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorgarlik ko'rish	7-hafta	4
8	Ventilyator xarakteristikasini olish. Ventilyator ishlash prinsipi va ularni tuzilishi	Laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorgarlik ko'rish	8- hafta	6
9	Oddiy quvurlar va nasos qurilmalarini hisoblash. Quvurlarning optimal kesim yuzalarini aniqlash. Nasos qurilmalarining tuzilishi va ularni hisoblash metodlari bilan tanishish	Laboratoriya ishlarini bajarishga tayyorgarlik ko'rish	9- hafta	6
	Jami :			41

13. O'quv-uslubiy adabiyotlar ro'yhati.

№	Muallif	Adabiyotning nomi	ARMdagi soni	Muallif
I Asosiy adabiyotlar				
1.	K.Latipov, S.Ergashev	“Gidravlika gidromashinalar” T.”O`qituvchi” 1992 yil	5	1
2.	R.R.Chuliyev.	“Gidravlika”, “Energoottomizdat” 1982 yil	8	1
3.	G.N.Smirnov	Gidralogiya I gidrotexnichiskiye soorujeniya. M.Vishaya	10	1
4	M.S.Trebubenko	Vodosnabjeniye I vodovedeniye. Premire raschetov. M.Vishaya shkola 1989 yil	1	1
5	X.P.Abdurahmanov	“Gidravlika va gidromashinalar kursidan laboratoriya ishlari”	4	1
II Qo'shimcha adabiyotlar			7	1
1	N.M.Konstantinov	Gidravlika, gidralogiya, ubdrometriya. M.Vishaya shkola 1987 yil	6	1
2	T.M.Bashta	Gidravlika. Gidromashina I gidroprivoda. M. Mashinastrochnie. 1982 yil	15	1
3	K.SH.Latipov	Gidravlika. Gidromashinalar, gidroyuritmalar “O`qituvchi” nashryoti 1992 yil	8	1

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O`RTA MAXSUS
TA'LIMI VAZIRLIGI**

NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

**UMUMTEXNIKA FANLARI VA
KASB TA'LIMI KAFEDRASI**

**“GIDRAVLIKA VA GIDRAVLIK MASHINALAR”
FANIDAN**

MUAMMOLI

ma'ruza matnlari

Namangan - 2008y

Mazkur ma'ruza matnlari 5142000-Mehnat ta'limi yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga mo'jallangan bo'lib, unda 11ta mavzu bayon etilgan. Mavzularga oid tayanch so'z va iboralar, muammoli savollar hamda nazorat savollari berilgan. Talabalar mustaqil foydalanishlari mumkin bo'lgan adabiyotlar ro'yhati keltirilgan.

Tuzuvchi: **A.B. Nabiyev,** Umumtexnika fanlari
kafedrası o'qituvchisi.

Taqrizchi: **I.T. Uluhanov,** Umumtexnika fanlari
kafedrası mudiri,
dosent.

1-dars. Kirish. Gidravlika va gidromashinasozlikning tarixi va taraqqiyoti, rivojlanish istiqbollari.

Reja:

1. Gidravlika va gidromashinasozlikning taraqqiyoti haqida qisqacha ma'lumot.
2. Gidravlika fanini rivojlanishida vatandosh olimlarimizning hissalar.
3. Xalq xo'jaligida gidravlika va gidromashinalarning ahamiyati.
4. Suyuqlik va uning fizik xossalari.
5. Qovushqoqlik, suyuqliklarda ichki ishqalanish haqida Nyuton gipotezasi.

Tayanch so'z va iboralar

Suyuqlikning muvozanati, harakat qonunlari, yuza, bosim yo'nalishi, bir-birlik yuzaga berilgan bosim, ideal suyuqlik, real suyuqlik, ideal va real suyuqlik xossalari Solishtirma og'irlik, xajm, zichlik, yopishqoklik, issiqlik kengayish, siqilish, suyuqlikning xajm o'zgarishi, suyuqlikning ishqalanishi.

Muammolar:

1. Gidravlika fanini rivojlanishida qaysi fanlar muhim o'rin tutgan?
2. Suyuqliklarda bosim qanday hosil bo'ladi?

Adabiyotlar; (1,2,6)

1. Suyuqlikning harakat qonunlarini va texnikaning turli sohalarida qo'llanilishini o'rganuvchi fan gidravlika deyiladi. Gidravlika eng qadimiy fanlardan hisoblanadi. Arxeologik tekshirishlar insonlar juda qadim zamonlarda ham turli gidroteknik inshootlar qurishganligini ko'rsatadi. Bular hovuzlar, korizlar va vodoprovodlar. O'rta asrlarda qurilgan suv inshootlariga Forish va Nurotadagi suv saqlash omborlari misol bo'la oladi.

Gidravlikaga aloqador ilmiy ishlardan birinchisi Arximedning «Suzib yuruvchi jismlar haqida» nomli asaridir. Suyuqlikka oid bilimlar XYI-XYII asrlarga kelib rivojlana bordi. Bularga misol qilib Leonordo do Vinchi, S.Stevin, Galiley, Torrichelli, B.Paskal va I Nyutonlarning ilmiy ishlarini ko'rsatish mumkin. Keyinchalik suyuqliklarning muvozanat va harakat qonunlari ikki yo'nalishda rivojlandi. Bulardan birinchisi tajribalarga asoslangan gidravlika, ikkinchisi nazariy gidromexanika. Hozirda bu fanlar bir-birini to'ldiruvchi nazariy va amaliy omillardir. Hozirgi zamon gidravlikasi nazariyani tajriba bilan bog'lab, tajribada sinab, tajriba natijalarini esa nazariy umumlashtirib boruvchi, hamda o'z tekshirishlarida gidromexanika usullari va yutuqlaridan foydalanuvchi fandir.

Gidravlika asoslari Ibn Sino, Abu Rayhon Beruniy, Ahmad –al Farg'oniy asarlarida ham keltirib o'tilgan. Ayniqsa Ahmad-al Farg'oniyni «Nil» darsida suv sathining yil davomida kuzatishga mo'ljallab qurgan asbobi ajoyibdir.

Gidromashinalar mexanik harakatni suyuqlik harakatiga (nasos) yoki suyuqlik harakatini mexanik harakatga aylantiruvchi qurilmalardir. Bunday qurilmalardan eng birinchisi oddiy charxpalakdir. Undan O'rta Osiyo, Misr, Xitoy va Hindistonda qadimdan sug'orish, ishlari va tegirmonlarda foydalaniladi. Birinchi porshenli nasos qadimgi rusda qurilgan bo'lib inson yoki hayvon kuchi bilan harakatga keltirilib, shaxtalardan suvni tortib olgan. Lomonosov bir qancha qurilmalarni charxpalak yordamida harakatga keltirish ustida ishladi.

Dunyodagi birinchi GESni 1981y Dolivo-Dobrovoliskiy Germaniyada ishga tushirdi. Keyinchalik 1893 yilda SHchenovich rahbarligida Rossiyada qurilgan. O'zbekistonda 1926 yil Bo'z suv GES ishga tushdi.

Hozirda gidravlik mashinalardan paxta terish mashinalari, traktorlar turli xil avtomobillar va boshqa mashina-mexanizmlarda keng qo'llanilmokda. Gidravlik mashinalar xalq xo'jaligining turli sohalariga izchil kirib bormokda.

Juda kichik kuchlar ta'sirida o'z shaklini o'zgartiruvchi fizik jism suyuqlik deyiladi. Gidravlikada suyuqliklar 2 guruppga bo'linadi.

1-tomchilanuvchi, 2-gazsimon.

Gidravlika tomchilanuvchi suyuqlik bilan ish ko'radi.

Suyuqliklarni asosiy fizik xossalari quyidagilar.

a) Solishtirma og'irlik

Hajm birligidagi modda og'irligi solishtirma og'irlik deb ataladi.

$$\gamma = \frac{G}{V}, \quad \text{bu erda; } V\text{-suyuqlik hajmi, } G\text{-og'irligi, CI da } [\alpha] = \frac{G}{V} = \frac{H}{m}$$

$$\text{Texnik sistemada esa } \frac{1}{m} \frac{KZ}{m^3} = 9,8 \frac{H}{m^3}$$

γ -hajmi avvaldan ma'lum idishdagi suyuqliklarning og'irligini o'lchash usuli bilan yoki ariometr yordamida aniqlanadi. Solishtirma og'irlik (γ) bosim va temperaturaga bog'liq,

$$\text{ya'ni } \frac{P}{\gamma} = RT \quad (3), \quad \text{bu erda; } R\text{-bosim, } T\text{-temperatura}$$

b) Solishtirma hajm.

Suyuqlikning og'irlik birligiga to'g'ri kelgan hajmi solishtirma hajmi deyiladi.

$$V = \frac{V}{G} \quad \text{demak} \quad \gamma \cdot v = 1; \quad V = \frac{1}{\gamma} \cdot \gamma = \frac{1}{v}$$

$$\text{Birligi } [V] = \frac{V}{G} \cdot \frac{m}{H} \quad PV = RT \quad (5)$$

v) Zichlik. Suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri keluvchi tinch xoldagi massa zichlik deyiladi. $\rho = \frac{m}{v} \quad (6)$

Ba'zan nisbiy zichlik tushunchasi kiritiladi. «Suyuqlik zichligining suvni 4⁰ s dagi zichligiga nisbati nisbiy zichlik deyiladi.

$$\rho = \frac{\gamma}{g} \quad (7)$$

U holda nisbiy zichlik solishtirma og'irlik orqali quyidagicha ifodalanadi, $\rho_{\text{нисб}} = \frac{M_{\text{суюк}}}{M_{\text{суг}}} = \frac{M_{\text{суюк}}}{M_{\text{суг}}} = \gamma_{\text{нисбий}}$

Zichlik temperaturaga bog'liq shuning uchun $\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \beta_t(t - 20)} \quad (8)$

Demak, issiklik o'zgarishi bilan hajm ham o'zgaradi. Suyuqlikning bu xususiyatidan foydalanib ko'pgina asboblari yaratilgan. Suyuqlikning hajmiy kengayishini ifodalash uchun hajmiy kengayishni temperatura koeffisienti kiritilgan,

$$\beta_t = \frac{1}{v} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (9) \quad \Delta V = V - V_0$$

Birlik hajmdagi suyuqlikning $\Delta t = t - t_0$ t=1⁰ ga oshgandagi kengayish miqdori uning hajmiy kengayish temperatura koeffisienti deyiladi.

t=20⁰S da suv $\beta_t = 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{град}}$; mineral moylar uchun $\beta_t = 7 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{град}}$. Simob uchun

$$\beta_t = 18 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{град}}$$

Suyuqlikni siqilishi . Texnikada tabiatda katta hajmni katta bosim ostida o'zgarishi sezilarli bo'ladi. Hajmni siqilish

koeffisienti $\beta_{\rho} = \frac{-1}{\rho} \frac{\Delta \rho}{\Delta p}$ (10) $\Delta \rho = \rho - \rho_0$

5. **Qovushqoqlik** xodisasi suyuqliklar harakatlanayotganda namoyon bo'ladi va zarralarning harakatiga karshilik ko'rsatadi. Qovushqoqlik darajasi qovushqoqlik koeffisienti deyiladi.

F-kuch ta'sirida olgan tezligi U bo'lsin. Idish asosidan u , masofada ustki sirti u_2 –bo'lgan suyuqlik qatlamini ko'z oldiga keltirsak, pastki sirti tezligi U_1 -yuqorisi U_2 -u holda $\Delta U = U_2 - U_1$ ya'ni qatlam yuqori sirti pastiga nisbatan siljiydi. Siljish kattaligi esa quyidagiga teng,

$$tg \alpha = \frac{\Delta U}{\Delta y}$$

$$F = \mu S \frac{dU}{dy} \quad (11) \quad \mu - \text{qovushqoqlik.} \quad i = \frac{F}{S} = \mu \frac{dU}{dy}$$

Qovushqoqlik turli viskozimetrlar yordamida o'lchanadi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Suyuqlikning muvozanati tushuntiring.
2. Suyuqlikning harakat qonunlarini aytib bering
3. Real suyuqlik nima?
4. Ideal suyuqlik nima?
5. Bosim nima?
6. Suyuqlik to'g'risida asoosiy tushunchalarni ayting.
7. Suyuqlikning yuzaga bergan bosimini tushuntiring.
8. Suyuqliklarning muvozanat va harakat qonunlarini tushuntiring.
9. Suyuqlikni issiqlik kengayishi.
10. Suyuqlikni bosim ostida hajm o'zgarishi.
11. Suyuqlikning ishqalanishi.
12. Suyuqlikning qarshiligi.
13. Solishtirma og'irlik haqida tushuntiring.
14. Solishtirma xajm haqida tushuntiring.
15. Zichlik nima?

2-dars. Hidrostatika. Tinch turgan suyuqlikka ta'sir etuvchi kuchlar.

Ma'ruza rejasi:

1. Hidrostatik bosimning xossalari;
2. 1 - xossa.
3. 2 - xossa.
4. Eyler tenglamasini keltirib chiqarish.
5. Idishdagi suyuqliklar.
6. Hidrostatikaning asosiy tenglamasi
7. Paskal qonuni

Tayanch so'z va iboralar

Bosim yo'nalishi, bosim miqdori, urinma yo'nalish, normal yo'nalish, bosim birligi, yuza birligi, Bosim, yuza, balandlik, kuch, og'irlik, xajm yo'nalishi, suyuqlikka ta'sir etuvchi tashqi kuchlar, suyuqlik ichki kuchlari.

Muammolar;

1. Tinch turgan suyuqlikka qanday kuchlar ta'sir etadi?
2. Bosim qanday birliklarda o'lchanadi va ularni biridan ikkinchisiga qanday o'tiladi?

Adabiyotlar; (1,2,6)

GIDROSTATIKA

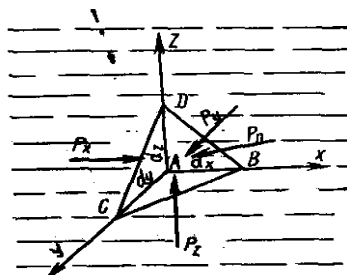
Gidravlikaning suyuqliklar muvozanat qonunlarini o'rganuvchi bo'limi gidrostatika deb yuritiladi. Bu qonunlarni tekshirish suyuqliklar orqali kuchlarni uzatish bilan bog'liq masalalarni 'al qilishda mu'im ahamiyatga ega. Bundan tashqari, gidrostatika suyuqliklarga to'liq yoki qisman botirilgan qattiq jismlarning muvozanat qonunlarini xam o'rganadi.

Odatda, suyuqliklar muvozanat holda bo'lganda uning ayrim bo'laklarining boshqa bo'laklariga bo'lgan ta'siri, suyuqlik saqlanayotgan idish devorlariga va unga botirilgan jismga ta'siri bosim orqali ifodalanadi.

Tinch turgan suyuqlikdagi bosimning xossalari

Tinch turgan suyuqlikdagi bosim (ya'ni gidrostatik bosim) ikkita asosiy xossaga ega:

1-xossa - gidrostatik bosim u ta'sir qilayotgan yuzaga normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Bu xossaning to'g'riligini isbotlash uchun gidrostatik bosim r o'zi ta'sir qilayotgan yuzaga normal bo'yicha yo'nalmagan deb faraz qilamiz. Bu holda r normal va urinma yo'nalishlarda proeksiyalarga ega bo'ladi.



Urinma yo'nalishidagi proeksiya I va II qismlarining bir-biriga nisbatan siljishiga olib keladi. Suyuqlik muvozanatda bo'lgani uchun r normal bo'yicha yo'nalmagan degan fikr noto'g'ri ekanligi kelib chiqadi.

1.1.-rasm. Bosimlarning xossalriga doir chizma.

2-xossa - gidrostatik bosim u ta'sir qilayotgan nuqtada hamma yo'nalishlar bo'yicha bir xil qiymatga ega. Bu xossani isbotlash uchun suyuqlik ichida tomonlari dx , dy , dz ga teng bo'lgan tetraedr ajratib olamiz. Tetraedrnin qiya yuzasiga R kuch ta'sir qilsin. U holda yOz tekislikdagi yuza bo'yicha R_x , yOz tekislikdagi yuza bo'yicha esa R_z kuchlar ta'sir qiladi. Qiya yuzaning sirti dS ga teng deb hisoblaymiz. Agar gidrostatik bosim Ox o'qi bilan α , Oy o'qi bilan β , Oz o'qi bilan γ burchak tashkil qilsa, u holda dS yuzaga ta'sir qilayotgan kuch (rdS) ning o'qlardagi proeksiyalari $rdS \cos\alpha$, $rdS \cos\beta$, $rdS \cos\gamma$ larga teng. Og'irlik kuchi esa

$$G = r g dV = \frac{1}{6} r g dx dy dz$$

Suyuqlik muvozanatda bo'lgani uchun kuchlarning o'qlardagi proeksiyalarining yig'indisi nolga teng, ya'ni Ox o'qi bo'yicha

$$\frac{1}{2} r_x dy dz - rdS \cos\alpha = 0$$

Oy o'qi bo'yicha

$$\frac{1}{2} r_y dy dz - rdS \cos\beta = 0$$

Oz o'qi bo'yicha

$$\frac{1}{2} r_z dy dz - rdS \cos\gamma - \frac{1}{6} r g dx dy dz = 0$$

dS yuzaning proeksiyalari quyidagilarga teng:

$$\cos\alpha = \frac{1}{2} dy dz, \cos\beta = \frac{1}{2} dx dz, \cos\gamma = \frac{1}{2} dx dy$$

YUqoridagi tenglamalar qisqartirilgandan keyin quyidagicha yoziladi:

$$r_x - r = 0; r_y - r = 0; r_z - r = 0; r - \frac{1}{3} r g dz = 0$$

Tetraedrnin tomonlari cheksiz kichik qiymatga intilganda u nuqtaga yaqinlashadi. Bu holda uning 'ajmi nolga intiladi. SHuning uchun yuqorida keltirilgan tenglamalardan quyidagi natija kelib chiqadi:

$$r_x = r; r_y = r; r_z = r, \text{ ya'ni } r_x = r_y = r_z = r \quad (2.1)$$

SHunday qilib, barcha yo'nalishlarda ta'sir qiluvchi bosim kuchli teng ekanligi isbotlanadi. Bu esa ikkinchi xossaning to'g'riligini ko'rsatadi.

Suyuqliklar muvozanatining Eyler differensial tenglamasi

Muvozanat holatidagi suyuqliklarga bosim va og'irlik kuchlari ta'sir qiladi. Bosim suyuqlik egallagan 'ajmning hil xil nuqtasida hil xil qiymatga ega. SHuning uchun bosimni koordinata o'qlari x , y , z larning funksiyasi deb qarash kerak. Ko'rilayotgan suyuqlikda tomonlari dx , dy , dz ga teng bo'lgan parallelopipedga teng elementar 'ajm ajratib olamiz (1.6-rasm). Endi suyuqlikka ta'sir qiluvchi kuchlarning muvozanat holatini tekshiramiz. Og'irlik kuchining proeksiyalari $\rho x dV$; $\rho y dV$; $\rho z dV$ bo'lsin; ya'ni $GQ\rho x dV$; $\rho y dV$; $\rho z dV$. Elementar 'ajmning uOz tekislikda

yotgan sirtiga Ox o'qiga yo'nalishida r ga teng, unga parallel bo'lgan sirtiga esa $r + \frac{\partial p}{\partial x} dx$ ga teng bosimlar ta'sir qiladi.

Bu sirlarga ta'sir qiluvchi bosim kuchlari esa tegishli $r dy dz$ va $(r + \frac{\partial p}{\partial x} dx) dy dz$ larga teng. Olingan elementar

'ajm Ox o'qi bo'yicha muvozanatda bo'lishi uchun bu o'q bo'yicha yo'nalgan kuchlar yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak:

$$r dy dz - (r + \frac{\partial p}{\partial x} dx) dy dz - \rho x dx dy dz = 0$$

SHuningdek, Oy o'qi bo'yicha, uOz tekislikda yotuvchi sirtga $r dx dz$,

unga parallel bo'lgan sirtga esa, $(r + \frac{\partial p}{\partial y} dy) dx dz$ kuchlar ta'sir qiladi

SHuning uchun elementar 'ajmining Ou o'qi bo'yicha muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi:

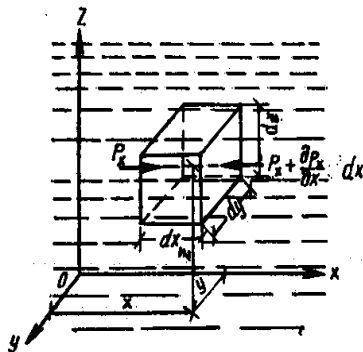
$$r dx dz - (r + \frac{\partial p}{\partial y} dy) dx dz - r y dx dy dz = 0$$

SHuningdek, Oz o'qi bo'yicha

$$r dx dy \text{ va } (r + \frac{\partial p}{\partial z} dz) dx dy$$

kuchlar ta'sir qiladi hamda ularning muvozanat sharti quyidagicha bo'ladi:

$$r dx dy - (r + \frac{\partial p}{\partial z} dz) dx dy - r z dx dy dz = 0$$



1.2-rasm. Suyuqliklar muvozanatining Eyler tenglamasiga doir chizma.

O'xshash miqdorlarni qisqartirish va qolgan 'adlarni dx , dy , dz ga bo'lishdan keyin quyidagi tenglamalar sistemasini olamiz:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial x} &= \rho X \\ \frac{\partial p}{\partial y} &= \rho Y \\ \frac{\partial p}{\partial z} &= \rho Z \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

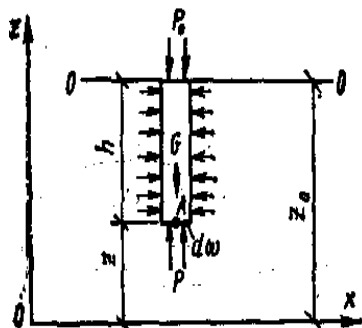
Bu tenglamalar sistemasida ko'rinib turibdiki, gidrostatik bosimning biror koordinata o'qidagi zichlikning birlik og'irlik kuchining shu o'q yo'nalishidagi proeksiyasiga ko'paytmasiga teng ekan, ya'ni muvozanatdagi suyuqliklarda bosimning o'zgarishi massa kuchlarga bog'liq. (2.2) tenglamalar sistemasi suyuqliklar muvozanat holatining umumiy differensial tenglamasidir. Bu tenglamani 1755y. L.Eyler chiqargan.

Gidrostatikaning asosiy tenglamasi

Tinch turgan idishdagi suyuqlikni qaraymiz. Bu suyuqlikka og'irlik kuchi ta'sir etadi. Koordinata o'qlarini Oz o'qi vertikal yuqoriga yo'naladigan qilib yo'naltiramiz.

Ko'rilyotgan idish ichida biror xOu tekisligidan z masofada, erkin sirtga esa N masofada joylashgan biror A nuqtani olamiz. U holda birlik massa kuchlarning bu koordinata sistemasidagi proeksiyalari quyidagicha bo'ladi:

$$X=0; Y=0; Z=-g$$



1.3. rasm. Gidrostatikaning asosiy tenglamasiga doir chizma.

Gidrostatik bosim r , suyuqlikning erkin sirtidagi bosim r_0 bo'lsin, erkin sirt xOu tekisligidan esa z_0 masofada joylashgan bo'lsin. Bu holda gidrostatikaning asosiy tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0; \frac{\partial p}{\partial y} = 0; \frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g$$

Birinchi va ikkinchi tenglamalardan bosimning x va y koordinatalarga bog'liq emas ekanligi kelib chiqadi. U holda uchinchi tenglamadan quyidagini olamiz:

$$dr = -\rho g dz$$

(Bu tenglamani (2.3) dan ham olish mumkin.) Bu esa yuqorida aytilgandek tinch turgan idishlardagi suyuqlik bosimi gorizontal sirtlar bo'yicha o'zgarmas degan fikrni tasdiqlaydi. Oxirgi tenglamani erkin sirtidan z nuqtagacha bo'lgan oraliq uchun integrallaymiz va quyidagi tenglamani chiqaramiz:

$$r - r_0 = -\rho g (z - z_0)$$

$z - z_0$ ning qiymati h ga teng bo'lgani uchun so'nggi tenglamani quyidagicha yoziladi:

$$r = r_0 + \rho g h$$

yoki

$$r = r_0 + \gamma h \quad (2.8)$$

Bu gidrostatikaning asosiy tenglamasi deb ataladi va suyuqlikning ixtiyoriy nuqtasidagi bosimni, suyuqlik turi va olingan nuqtaning erkin sirtidan qanday masofada ekanligiga qarab aniqlaydi. Gidrostatikaning asosiy

tenglamasi quyidagi qonuniyatni ifodalaydi: *suyuqlik ichidagi ixtiyoriy nuqtadagi bosim suyuqlik erkin sirtidagi bosim r_0 va shu nuqtadagi suyuqlik ustuning bosimi (γh) yig'indisiga teng.*

Paskal qonuni

Suyuqlik solingan va og'zi porshenp bilan yopilgan biror idish olamiz. Suyuqlik erkin sirtidagi bosim r_0 bo'lsin. U holda ixtiyoriy A nuqtadagi absolyut bosim quyidagiga teng bo'ladi:

$$r_A = r_0 + \gamma h_A$$

V va S nuqtalarda esa $r_V = r_0 + \gamma h_V$, $r_S = r_0 + \gamma h_S$.

Agar porshenni Δl masofaga siljitsak, u holda suyuqlik erkin sirtidagim bosim Δr ga o'zgaradi. Suyuqlikning solishtirma og'irligi bosim o'zgarishi bilan deyarli o'zgarmaydi. SHuning uchun A, V va S nuqtalardagi bosim quyidagi bo'ladi:

$$r'_A = r_0 + \Delta r + \gamma h_A,$$

$$r'_V = r_0 + \Delta r + \gamma h_V,$$

$$r'_S = r_0 + \Delta r + \gamma h_S.$$

Bu holda bosimning o'zgarishi hamma nuqtalar uchun hil xil buladi, ya'ni

$$r'_A - r_A = \Delta r$$

$$r'_V - r_V = \Delta r$$

$$r'_S - r_S = \Delta r$$

Bundan quyidagicha xulosa kelib chiqadi: *yopiq idishdagi suyuqlikka tashqaridan berilgan bosim suyuqlikning hamma nuqtalariga bir xil miqdorda (o'zgarishsiz) tarqaladi.* Bu Paskalp qonuni sifatida ma'lum. Ko'pgina gidromashinalarning tuzilishi ana shu qonunga asoslangan (masalan, gidroproess, domkratlar, gidroakkumulyatorlar, 'ajmiy gidroyuritma va hokazo).

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Bosim yo'nalishini tushuntiring.
2. Bosim miqdorini tushuntiring.
3. Urinma yo'nalishini tushuntiring.
4. Normal yo'nalishni tushuntiring.
5. Bosim birliklarini xossasi.
6. Bosim birliklarini tushuntiring.
7. Eyler differensial tenglamasini yozing.
8. Suyuqlikka ta'sir etayotgan kuchlarni tushuntiring.
9. Tashqi kuchlarni tushuntiring.
10. Ichki kuchlarni tushuntiring.
11. Eyler tenglamasini keltirib chikaring va tushuntiring.

3-dars . Gidrostatik mashinalar. Bosimni o'lchash asboblari.

Ma'ruza rejasi:

1. Gidropress.
2. Gidroakkumulyatorlar.
3. Gidrostatik g'ayritabiylilik.
4. Arximed qonuni.
5. Absolyut, manometrik, vakuumometrik va atmosfera bosimlari.
6. Bosim o'lchov birliklari

Tayanch so'z va iboralar

Tutash idishlar, suyuqlik bosimi, jisimlarni suyuqlikda qalqishi, zichlik, xajm, suyuqliklarni idish devoriga bosimi, suyuqlikni idish tubiga bosimi.

Muammolar;

1. Gidrostatik mashinalar qaysi sohalarida keng qo'llaniladi va nima uchun?
2. Bosimni o'lchash asboblarning ish prinsipi qaysi fizik qonunga asoslangan?
3. Gidroakkumulyatorlarda bosim va suyuqliklar qanday holatlarda bo'ladi?

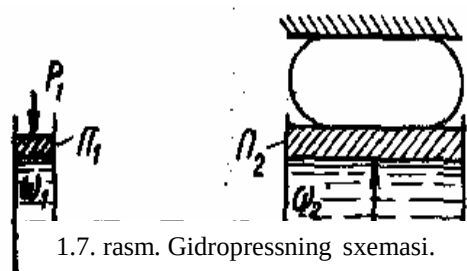
Adabiyotlar; (1,2,6)

Gidrostatik mashinalar

Gidrostatikaning asosiy qonunlari asosida ishlaydigan mashinalar gidrostatik mashinalar deb ataladi. Ularga gidroprosesslar, gidroakkumulyatorlar, domkratlar (gidroko'targichlar) va boshqalar kiradi. Quyida ularning ishlash prinsiplari haqida qisqacha ma'lumot beramiz.

a) **Gidroprosesslar** gidrostatik qonunlar asosida katta kuchlar hosil qilish uchun foydalaniladi. Bu narsa presslash, shtamplash, toblash, materiallarni sinash va boshqa ishlar uchun kerak. Ular ikki xil diametrli o'zaro tutashtirilgan ikki silindrdan iborat bo'lib, birinchi silindrdan diametri d_1 , katta silindrdan esa diametri d_2 ga teng bo'lgan ikki porshenp harakatlanadi. Kichik porshenga OAV richag orqali kuch qo'yiladi. Katta porshenga stol o'rnatilib, bu stol bilan D devor o'rtasiga presslovchi buyum qo'yiladi. Richag qo'l bilan yoki dvigatelp yordamida harakatga keltiriladi. Kichik porshenp kuch ta'sirida pastga qarab siljiydi va suyuqlikka bosim beradi. Bu bosim katta silindrga ham tarqaladi va natijada stolli porshenp harakatga keladi. Bunday harakat stol ustidagi buyum devor D ga taqalguncha davom etadi. Stolning bundan so'ngi ko'tarilishi natijasida buyum siqila boradi va u presslanadi.

Aytilgan usuldan faqat jismlarni ko'tarishda foydalanilsa, u holda konstruktiv sxemada D devor bo'lmaydi. Bu holda bizning mashina gidrostatik ko'targichga aylanadi. Endi, gidroprosesslarda kuchlarning munosabatini topamiz. OAV richagining V uchiga Q kuch qo'yilgan bo'lsin. U holda kuch momenti uchun quyidagi tenglamani olamiz:



$$Q(a+b)=R_1b$$

Bu tenglamadan kichik porshenga ta'sir qiluvchi kuchni topamiz:

$$R_1 = \frac{a+b}{b} Q$$

U holda kichik porshenp ostidagi suyuqlik bosimi

$$r = \frac{P_1}{S_1} = \frac{a+b}{b} \frac{4Q}{\pi d_1^2}$$

ga teng bo'ladi. Katta porshenp ostidagi bosim esa

$$r + \gamma h = \frac{a+b}{b} \frac{4Q}{\pi d_1^2} + \gamma h \quad (2.20)$$

Bu erda h porshenlarning ostki sirtlari orasidagi geometrik masofa.

Natijada katta porshen ta'sir qiluvchi kuch quyidagicha topiladi:

$$R_2 = (r + \gamma h) S_2 = \left(\frac{a+b}{b} \frac{4Q}{\pi d_1^2} + \gamma h \right) \frac{\pi d_2^2}{4} \quad (2.21)$$

Ko'pgina hollarda gidropresslarda gidrostatik bosim juda katta bo'lgani uchun γh na tashlab yuborsak ham bo'ladi, ya'ni:

$$R_2 = \frac{a+b}{b} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q \quad (2.22)$$

Biz keltirgan sxema soddalashtirilgan bo'lib, gidropresslarda juda ko'p yordamchi qismlar bo'ladi. Amalda gidropresslarda suyuqlikni porshenp va silindrlar orasidan sizib o'tishi, tutashtiruvchi trubalardagi qarshilik kuchi hisobiga katta porshenga ta'sir qiluvchi kuch yuqorida keltirilgan nazariy hisobdan farq qiladi va quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$R_2^I = \frac{a+b}{b} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q \cdot \eta \quad (2.23)$$

Bu erda η yuqorida aytilgan xatoliklarni o'z ichiga oluvchi koeffisient bo'lib, uni *foydali ish koeffisienti* deb ataladi. Amalda bu koeffisient qiymati 0,75 bilan 0,85 o'rtasida bo'ladi. Keltirilgan hisobdan ko'rinib turibdiki, silindrlarning diametri va richagning elkasini tanlab olish yo'li bilan presslovchi kuchni istagancha katta qilish mumkin. Amalda esa juda katta kuchlar paydo bo'lganda silindrlar devori deformasiyalanishi va hatto buzilishi mumkin. Bu esa qo'shimcha qiyinchiliklar tug'diradi. 'ozirgi vaqtda mavjud gidropresslarda 500t gacha kuch hosil qilish mumkin, ayrim hollarda esa (musta'kam materiallarni presslashda) kuch 4000-8000t ga ham etadi.

b) **Gidroakkumulyatorlar.** Gidravlik sistemalarda bosim va suyuqlik sarfining ortib ketishi va kamayish hollari bo'ladi. Bosim va sarfni normallashtirilishi uchun mana shu hollarda gaidroakkumulyatorlardan foydalaniladi. Ular suyuqlik sarfi yoki bosim ortib ketganda yuqori bosimli suyuqlikning bir qismini o'z ichiga olib, sistemada bosim va sarfni kamaytirilsa, teskari holda o'zidagi suyuqlikni sistemaga berish yo'li bilan bosimni va sarfni oshiradi. Gidroakkumulyatorlar gidrotormozlarda, ko'targichlar, presslar, chig'irlar va boshqa gidromashinalarda qo'llaniladi.

Potensial energiyaning qaysi usul bilan to'planishi va qaytarib berilishiga qarab pnevmatik, prujinali va yukli gidroakkumulyatorlarga silindr, uning ichida harakatlanuvchi va yuk orilgan elka (obkash) li plunjerdan iborat bo'lib, silindrga gidrosistemaning suyuqlik harakat qiluvchi qismlari tuba orqali tutashtirilgan bo'ladi. Sistemada bosim ortib ketsa, suyuqlik silindrga o'tib yukli plunjerni ko'taradi, bosim kamayganda esa plunjer pastga tushib suyuqlik sistemadan pastga qarab oqadi. Natijada bosimning o'zgarishi tekislanadi.

Pnevmatik gidroakkumulyatorlar tasvirlangan. U korpus 1, diafragma 2 dan tuzilgan bo'lib, shtuser 4 orqali gidrosistemaga ulangan bo'ladi. Shtuser 5 gidroakkumulyatorni gaz bilan to'ldirish uchun xizmat qiladi. SHayba 3 esa gazning rezina diafragmani korpusga bosib (akkumulyatorda bosim kamayganda) ezib quyishidan saqlaydi.

Diafragmani harakatga keltiruvchi kuch:

$$F_1 = (r_1 - r_2)S \quad (2.24)$$

Suyuqlikda ishqalanish kuchi F_2 mavjud. U holda diafragma ta'sir etuvchi kuch orqali 'iqiqiy bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$r = \frac{(p_1 - p_2)S + F_2}{S} \quad (2.25)$$

Bu holda 'aqiqiy badarilgan ish

$$A_x = \eta A = \eta \int r sh dh, \quad (2.26)$$

bu erda η - gidroakkumulyatorlaning foydali ish koeffisienti.

Gidrosistemadan gidroressga suyuqlik oqib o'tganida yuz beradigan qarshilikni hisobga olish mumkin edi. Bu gidroakkumulyatorga suyuqlik o'tishi tamomlanmagan taqdirdagina kerak. Boshqa hamma hollarda yuqoridagi formula gidroakkumulyatorlarni hisoblash uchun o'rinli bo'ladi.

v) **Gidromultiplikatorlar** gidrosistemadagi bosimni, bu vazifa ko'p hollarda xususan gidroakkumulyatorlar etarli bosimni taominlab berolmaganda mu'im ahamiyatga ega. Ggidromultiplikatorlarni soddalashtirilgan sxemasi kelg'tirilgan. U diferensial silindrda harakatlanuvchi deferensial porshendan tashkil topgan. Bo'shliq 1 gidrosxemaga ulangan, bo'shliq 2 ortiqcha sxemani ortib ketishi uchun, bo'shliq 3 esa suyuqlikning - gidrosistemaning ish bajaruvchi organiga bog'langan. Bo'shliq 2 dagi chegirma bosimni hisobga olganimizda uchinchi bo'shliqdagi bosim quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$r_3 = r_1 \left(\frac{D_1}{d_3} \right)^2 \eta \cdot \eta_{mex} \quad (2.27)$$

bu erda η_g - gidravlik qarshiliklarni hisobga oluvchi koeffisient; η_{mex} - mexanik qarshiliklarni hisobga oluvchi koeffisient.

Gidromultiplikatorlarning sarfi suyuqlik sarfining miqdoriga qarab hisobga olinadi va ular suyuqlik sarfining kichik qiymatlari uchun ishlatiladi. Suyuqlik sarfi katta o'zgarishlarga to'g'ri kelganda bunga qaraganda boshqacharoq sxemalar ishlatiladi.

Tekis sirtga ta'sir qiluvchi bosim

a) Gidrostatik g'ayritabiiylik (paradoks). Biror idishdagi suyuqlikning chuqurligi h bo'lsin, u holda ixtiyoriy nuqtadagi bosim uning suyuqlik ichida qancha chuqurlikda bo'lganiga bog'liq bo'ladi. A, V, S nuqtalardagi bosimlar quyidagilarga teng:

$$r_A = \gamma h_A; r_B = \gamma h_B; r_C = \gamma h_C$$

Suyuqlik tubidagi bosim kuchi esa

$$R = \gamma h S$$

ga teng. Demak, suyuqlik tubidagi bosim kuchi suyuqlikning og'irligiga teng bo'lar ekan.

Hil xil shakldagi idishlar tasvirlangan va barcha idishlardagi suyuqlikning chuqurligi h ga, idish tubining sirti esa S ga teng.

Bu holda idish tubiga bo'lgan bosim kuchi idishlarda

$$R_a = \gamma h S; R_b = \gamma h S; R_c = \gamma h S; R_e = \gamma h S; \quad (2.28)$$

ya'ni barcha idishlarda suyuqlik tubiga bo'lgan bosim kuchi idishning shakli va bosim hosil qilgan suyuqlikning miqdoridan qat'iy nazar quyidagiga teng bo'ladi:

$$R = \gamma h S$$

Qanday qilib 'ajmi va og'irligi hil xil suyuqliklarning idish tubiga bosimi bir xil? Bu erda fizikaning biror qonuni noto'g'ri talqin qiqilanayotgani yo'qmikan?

Gidravlik qonunlari bo'yicha suyuqlikdagi bosim uning shakliga bog'liq bo'lmay, uning chuqurligiga bog'liq.

Bu hodisa gidrostatik g'ayritabiiylik deb ataladi. Bu savolga javob olish uchun Paskalp qonuni chuqurroq talqin qilish kerak. Masalan birinchi holda idishning yuqoridagi devorlarida bosim yuqoriga yo'nalgan bo'lib, reaksiya kuchlari pastga yo'nalganda esa aksincha.

Ana shu hodisalar gidrostatik g'ayritabiiylikning mohiyatini ochib beradi.

b) **Suyuqlikning qiya sirtga bosimi.**

Qo'shimcha qiya tekislikka bo'lgan bosim kuchini aniqlash kerak bo'ladi. Xususi holda shitlarga ta'sir qiluvchi kuchlarni aniqlash xuddi shunday masalaga olib keladi. SHitlardagi kuchlarni hisoblash uchun quyidagi masalani ko'ramiz. Suyuqlik bilan to'ldirilgan idish olaylik. Uning gorizont bilan α burchag tashkil etgan qiya sirtida S yuzaga tushadigan bosim kuchi aniqlaymiz. Ox o'qini qiya sirt yo'nalishi bo'yicha, Ox o'qini esa unga tik yo'nalishda deb qabul qilamiz. Bu holda S sirtidagi kichgina dS sirtgacha bo'lgan bosim quyidagicha aniqlanadi:

$$dR = dS(\gamma h + r_0) \quad (2.29)$$

Bu erda γh - suyuqlik ustuning bosimi; r_0 - erkin sirtidagi bosim. U holda S yuzaga ta'sir qilayotgan to'la bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$R_s = \int_{(S)} \gamma h dS + \int_{(S)} r_0 dS = \gamma \int_{(S)} h dS + r_0 \int_{(S)} dS$$

agar $h = y \sin \alpha$
ekanligini hisobga olsak:

$$R_s = \gamma \sin \alpha \int_{(S)} u dS + r_0 \int_{(S)} dS \quad (2.30)$$

bu erda $\int_{(S)} u dS$ - sirtning Ox o'qiga nisbatan statik momenti.

Statik moment haqidagi tushunchaga asosan $\int_{(S)} u dS = S u_{o,m}$

bu erda $u_{o,m}$ - og'irlik markazining koordinatasi. Rasmdan ko'rinib turibdiki,

$$u_{o,m} \sin \alpha = h_{o,m}$$

demak

$$R_s = S(\gamma h_{o,m} + r_0) \quad (2.31)$$

Agar to'liq bosim kuchini atmosfera bosimi va chegirma bosimdan iborat desak

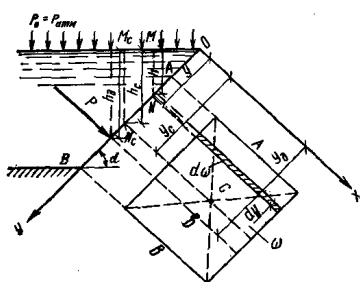
$$R_s = R_a + R_q$$

bo'ladi, bu erda chegirma bosim kuchi quyidagiga teng:

$$R_q = \gamma h_{o,m} S \quad (2.32)$$

Demak, qiya yuzaga tushadigan bosim kuchi shu yuza sirti bilan uning og'irlik markaziga ta'sir qiluvchi bosimning ko'paytmasiga teng bo'lib, gidrostatik bosim kuchi $R_a = R_0 S$ va chegirma bosim kuchi $R_q = \gamma h_{o,m} S$ yig'indisiga teng bo'ladi. Birinchi kuch yuzaning og'irlik markaziga qo'yilgan bo'lib, ikkinchi kuch undan pastroqqa qo'yilgan bo'ladi.

1.8-rasm. Qiya sirtga tushadigan bosimni hisoblashga doir chizma



s) Bosim markazini topish

Chegirma bosim teng ta'sir etuvchining quyilish nuqtasi bosim markazi deb ataladi. Bu nuqtani topish shitlarning o'lchamlarini aniqlash uchun kerak bo'ladi. SHuning uchun bosim markazi koordinatasini topish shitlarni hisoblashda juda zarur. Bosim markazining koordinatasi $u_{b,m}$ ga teng deb hisoblab, S sirtga ta'sir qilayotgan momentni aniqlaymiz:

$$R \cdot u_s = \int_{(S)} dR y = \int_{(S)} \gamma h dS \cdot u \quad (2.33)$$

Rasmdan $h_{o,m} = u_{o,m} \sin \alpha$, $h = y \cdot \sin \alpha$ ekanligi ko'rinib turibdi. U holda (2.33) munosabatdan quyidagi kelib chiqadi:

$$S \cdot u_{o,m} u_{b,m} \int_{(S)} u^2 dS = I_x \quad (2.34)$$

bu erda $I_x = \int_{(S)} u^2 dS$ - ko'rilayotgan sirtning Ox o'qqa nisbatan inersiya momenti.

U holda (2.34) dan bosim markazini topamiz:

$$u_{b,m} = \frac{I_x}{S \cdot y_{o,m}} \quad (2.35)$$

Inersiya momentini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$I_x = I_{o,m} + S \cdot u_{o,m}^2 \quad (2.36)$$

bu erda $I_{o,m}$ - ko'rilayotgan yuzaning uning og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti.

Jismlarning suyuqlikda suzishi. Suzuvchanlik

Jismlarning suyuqlik sirtiga qalqib chiqishi yoki suyuqlik ichida suzib yurishi yuqorida aytilgan kuchlarning o'zaro nisbatiga bog'liq. SHuning uchun suyuqlikka botirilgan jismlarga ta'sir etuvchi kuchlarning teng ta'sir etuvchisini topamiz:

$$R = R_1 + R_2 - G = -\gamma H_1 S + \gamma H_2 S - \gamma_1 V$$

yoki

$$R = \gamma(H_2 - H_1)S - \gamma_1 V$$

Bu kuchni ko'taruvchan kuch deb ataladi.

$\Delta N = N_2 - N_1$ va $\Delta N \cdot S = V$ ekanligini hisobga olsak, teng ta'sir etuvchi ko'taruvchi kuch

$$R = (\gamma - \gamma_1)V \quad (2.45)$$

Oxirgi munosabatdan quyidagi xulosalar kelib chiqadi:

1. Agar $\gamma > \gamma_1$ bo'lsa, ya'ni jismning solishtirma og'irligi suyuqlikdan kam bo'lsa, ko'taruvchi kuch R musbat bo'ladi (yuqoriga yo'nalgan). Bu holda jism sirtida qalqib yuradi.

2. Agar $\gamma = \gamma_1$ bo'lsa, ya'ni jism bilan suyuqlik solishtirma og'irliklari teng bo'lsa, u holda $R = 0$, ya'ni jism suyuqlik ichida suzib yuradi.

3. Agar $\gamma < \gamma_1$ bo'lsa, u holda ko'taruvchi kuch manfiy (pastga yo'nalgan) bo'ladi va jism suyuqlik tubiga cho'kadi.

(2.45) dan jismlarning suyuqlikda suzuvchanligi, ya'ni ma'lum yuk bilan suzib yurish qobiliyati to'g'risida xulosa chiqarish mumkin. Hil qanday qalqib yuruvchi jism suzuvchanlik zapasiga ega bo'lib, bu uning suzib yurishidagi xavfsizligini ta'minlaydi. Suzuvchanlik zapasi jismning suyuqlik sirtidan yuqori qismining 'ajmidagi suyuqlik og'irligiga teng.

Suzuvchanlik zapasi R_s bilan belgilanadi va quyidagicha topiladi:

$$R_s = \frac{R}{\gamma} = \frac{\gamma - \gamma_1}{\gamma} V$$

Suzuvchi jismning qancha qismi suvga botib turushi va uning suzishiga taaluqli boshqa qonuniyatlar ma'lum bo'lib, biz ular haqida to'xtalib o'tishimizga hojat yo'q.

Suzib yuruvchi jism haqida yana quyidagi tushunchalarni keltiramiz.

1. *Suzish tekisligi* - jismni kesib o'tuvchi erkin sirt AV.

2. *Vater chiziq* - suzish tekisligi bilan jism sirtining kesishish chizig'i.

3. *Suzayotgan jismning og'irlik markazi*.

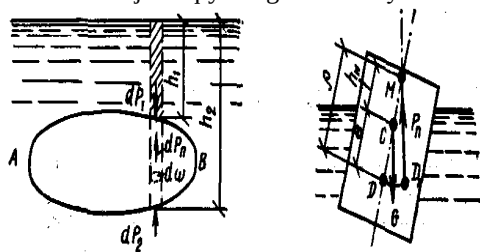
4. *Suv sig'imi markazi* yoki *bosim markazi*. Bu erda suv sig'imi - jismning suvga botgan qismi. Suv sig'imi markazi jismning suyuqlikka botgan qismiga ta'sir etuvchi bosimning teng ta'sir etuvchisi qo'yilgan nuqta bo'lib, u suvga botgan qismning og'irlik markaziga joylashgan.

5. *Suzish o'qi* - suzayotgan jism normal holatida uning o'rtasidan o'tgan 0-0 o'qi.

6. *Metamarkaz* - jismning qiya holatida teng ta'sir etuvchi bosim kuchi yo'nalishining suzish o'qi bilan kesishgan nuqtasi. Suzayotgan jismning og'irlik markazi S u qiyaligining hil xil holatida hil xil bo'ladi. Qiyalik burchagi 15° gacha bo'lganda D taxminan radiusi biror r ga teng bo'lgan aylana yoyi bo'yicha siljib boradi va bu radius D va M orasidaga masofa teng bo'lib, *metamarkaziy radius* deyiladi. M va S orasidagi masofa *metamarkaziy balandlik* deyiladi va h hilfi bilan belgilanadi.

Suyuqlikda suzayotgan jismning qiyalangandan keyin yana avvalgi holatiga qaytishi turg'unlik deyiladi. Bu tushunchaning to'liq mazmunini tushuntirish uchun quyidagilarga to'xtalib o'tamiz.

Normal holatda og'irlik markazi va suv sig'imi markazi suzish o'qida yotadi. Og'irlik kuchi G va bosim R esa suzish o'qi bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Suzayotgan jism qiyshayishi bilan G va R kuchlar moment hosil qiladi. Bu moment jism qiyalangan tomon yo'nalishida yoki unga teskari bo'lishi mumkin.



1.9-rasm. Suzib yuruvchi jismlarning turli holatlari.

Agar G va R kuchlarning momenti jism qiyalangan tomonga teskari yo'nalgan bo'lsa, u tiklovchi moment deyiladi. Bunday holat esa turg'un holat deyiladi. Agar moment jism qiyalangan tomonga bo'lsa, uni *ag'daruvchi moment* deyiladi. Bu holda jism avvalgi holatiga qaytmaydi G va R kuchlar momentining yo'nalishi bu kuchlarning quyilish nuqtalari yani og'irlik markazi S bilan suv sig'imi markazi D ning o'zaro holatiga bog'liq, Bunda uch holbo'lishi

mumkin:

1) agar metamarkaz og'irlik markazidan yuqorida bo'lsa G va R kuchlarning momenti jismni normal holatga qaytaradi, ya'ni jism turg'un xolatda bo'ladi;

2) agar metamarkaz og'irlik markazidan pastda bo'lsa, G va R kuchlarning momenti jismni ag'darishga harakat qiladi, ya'ni jism noturg'un xolatda bo'ladi;

3) agar metamarkaz og'irlik markazi ustiga tushsa, u holda suyuqlikda suzayotgan jism holati turg'unlikka bog'liq bo'lmaydi (masalan, shar uchun). Turg'unlikka bog'liq boshqa masalalar ustida to'xtalib o'tirmaymiz.

Absolyut, manometrik, vakuumometrik va atmosfera bosimlari.

Bosim o'lchov birliklari

Suyuqlik ichidagi ixtiyoriy nuqtadagi (gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida aniqlanadigan) bosim r shu nuqtadagi *absolyut bosim* deb ataladi. Suyuqlikning erkin sirtidagi bosim r_0 erkin sirtidagi absolyut bosimni beradi, γh esa suyuqlik ustuning nuqtadagi bosimini beradi. Usti yopilmagan idishlardagi, suv sig'implaridagi suyuqliklarning erkin sirtiga ta'sir qiluvchi bosim *atmosfera bosimi* deb ataladi va r_a hilfi bilan belgilanadi. Bu holda (2.8) tenglama quyidagicha yoziladi:

$$r = r_a + \gamma h \quad (2.9)$$

Agar suyuqlik nuqtasidagi bosim atmosfera bosimidan katta ($r > r_a$) bo'lsa, (2.9) tenglamaning oxirgi 'adi *manometrik* bosim deb ataladi:

$$r_m = \gamma h = r - r_0 \quad (2.10)$$

Manometrik bosim absolyut bosimdan atmosfera bosimining chigirilgan (ayirilgan) miqdoriga teng bo'lgani uchun uni *chegirma bosim* deb ham atash mumkin.

Manometrik bosim absolyut bosimning miqdoriga qarab hil xil qiymatga ega bo'lishi mumkin, masalan, $r = r_0$ bo'lganda $r_m = 0$; $r \rightarrow \infty$ bo'lganda $r_m \rightarrow \infty$, ya'ni manometrik bosim 0 bilan ∞ o'rtasidagi barcha qiymatlarni qabul qilishi mumkin.

Agar suyuqlik nuqtasidagi absolyut bosim atmosfera bosimidan kichik ($r < r_a$) bo'lsa, ularning ayirmasi *vakuuometrik bosim* (vakuum) r_a ga teng bo'ladi va suyuqlikdagi siyraklanish miqdorini belgilaydi:

$$r_a = \gamma h = r_a - r_0 \quad (2.11)$$

Vakuuometrik bosim nuqtadagi bosimning atmosfera bosimidan qancha kamligini ko'rsatadi va $r = r_a$ da $r_v \rightarrow 0$; $r \rightarrow 0$ da $r_v \rightarrow r_a$ bo'ladi. SHunday qilib, vakuuometrik bosim 0 dan r_a gacha bo'lgan qiymatlarni qabul qiladi.

Bosim o'lchash uchun texnikada turli birliklar ishlatiladi:

1. Kuch birliklarining yuza birliklariga nisbati, masalan,

$$N/m^2; kG/m^2; kG/sm^2.$$

2. Suyuqlik ustuning balandliklari, masalan, mm, suv.ust.-millimetr suv ustuni; m suv.ust.-metr suv ustuni, mm sim.ust.-millimetr simob ustuni.

3. Birlik yuzaga to'g'ri kelgan berilgan kuch miqdoriga nisbati yoki suyuqlik ustuning berilgan balandligi miqdorlari, masalan, texnik atmosfera (at) ($1 \text{ at} = 1 \text{ kG/sm}^2 = 10^4 \text{ kG/m}^2 = 735,6 \text{ mm sim.ust.}$) bar ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$) va 'akazo.

1. CHegirma bosim yuqoridagi birliklarda o'lchanadi va atilarda hisoblanadi.

Bosim o'lchash asboblari

Bosim o'lchash asboblari ikki gruppaga ajraladi. Ular suyuqlik va mexanik asboblardir.

1. Suyuqlik asboblari:

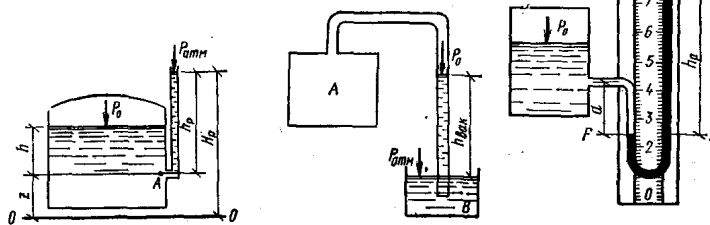
a) *ppezometrlar* - idishdagi bosim unga ulangan shisha naychadan tekshirilayotgan suyuqlikning ko'tarilishiga qarab aniqlanadi. Idishdagi bosimning katta yoki kichikligiga qarab ppezometr (shisha naycha) da suvning sat'i h_n balandlikka ko'tariladi. Tekshirilayotgan A nuqtadagi bosim r_a idishdagi erkin sat'dagi bosim bilan undagi suv ustuning bosimi yig'indisiga teng. Ppezometr orqali aniqlanganda u gidrostatikaning asosiy tenglamasi yordamida quyidagicha aniqlanadi:

$$r_A = r_a + \gamma(h + h_n) \quad (2.12)$$

U holda ppezometrda suyuqlik erkin sat'ining balandligi bosim orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$h + h_n = \frac{P_A - P_a}{\gamma}$$

va idishdagi chegirma bosimga to'g'ri keladigan suyuqlik ustunining balandligini ko'rsatadi. Bunday asboblarda 0,5 dan yuqori bo'lmagan ikki chegirma bosimlarni o'lchashda ishlatiladi. 'aqqatda ham 1 at teng bo'lgan bosim 10m suv ustunining balandligiga teng bo'lgani uchun yuqori bosimlarni o'lchashda juda uzun shisha naychalar ishlatishga to'g'ri kelgan bo'lar edi.



1.4. rasm. Ppezometr 1.5-rasm. Vakuuometr
1.6. rasm. U-simon manometr.

o'tishiga U-simon naychadagi qarshilik to'sqinlik qiladi. Uholda A nuqtadagi bosim idish tomondagi qiymatlar orqali quyidagilar aniqlanadi:

$$r_A = r + \gamma h_1$$

Simobli naychadagi qiymatlar orqali esa

$$r_A = r_a + \gamma_{sm} \cdot h_{sm}$$

Bu ikki tenglikdan r ni topamiz:

$$r = r_a + \gamma_{sm} \cdot h_{sm} - \gamma h_1 \quad (2.13)$$

Bunday manometrlar hil bir bosimni o'lchash yaramaydi.

v) *Differensial manometrlar* - ikki idishdagi bosimlar farqini o'lchash uchun ishlatiladi. Bosimlarni r_0 va r_v ga teng bo'lgan ikki idish simobli U-simon naysa orqali tutashtirilgan. Bu holda S nuqtadagi bosim orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$r_s = r_a + \gamma_1 h_1$$

Ikkinchi idishdagi bosim orqali esa

$$r_s = r_v + \gamma_1 h_2 + \gamma_{sm} \cdot h \quad (2.14)$$

U holda idishlardagi bosimlar farqi

$$r_a - r_v = (\gamma_{sm} - \gamma_l)h$$

g) **Mikromanometr** - juda kichik bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi va suyuqlik sat'ining o'zgarishi sezilarli bo'lishi uchun suyuqlik to'ldirilgan idishga shisha naycha qiya burchak ostida ulanadi. U holda idishdagi chegirma bosim quyidagicha aniqlanadi: $r = \gamma h$ bo'lgani uchun

$$r = \gamma l \sin \alpha \quad (2.16)$$

shisha naychani qiyalik burchagi α qancha kichik bo'lsa, bosim shuncha aniq o'lchanadi. Ko'p hollarda manometr shisha naychasining qiyalik burchagining o'zgaruvchan qilib ishlanadi. Bu holda mikromanometrlarning qo'llanish chegarasi kengayadi.

d) **Vakuummetrlar**. Tuzilishi xuddi suyuqlik U-simon manometrlariga o'xshash bo'lib, idishdagi siyraklanish darajasini aniqlaydi. Hidrostatik bosim tenglamasiga asosan $r + \gamma_{sm} h_{sm} = r_a$ u holda

$$r = r_a - \gamma_{sm} h_{sm}; \quad (2.17)$$

simob ustunining pasayishi idishdagi bosim va r_a orqali quyidagicha ifodalandi:

$$h_{sm} = \frac{p_a - p}{\gamma_{CM}} \quad (2.18)$$

II. Mexanik asboblari (katta bosimlarni o'lchash uchun ishlatiladi va buning uchun turli mexanik sistemalardan foydalaniladi):

a) *Prujinali manometr* ichi bo'sh yupqa egik latunp 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 o'lchanishi zarur bo'lgan idishga bo'yin 4 orqali tutashtiriladi. Egik latunp naycha 'avo 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* - 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'ylab surilib, bosimni ko'rsatadi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Hidroress haqida tushuncha bering.
2. Suyuqlik bosimini uzatilishini tushintiring.
3. Hidroakkumulyatorda bosimni uzatilishini tushintiring.
4. Hidrostatik paradoksni tushuntiring.
5. Suyuqlik tubiga berilgan bosimni tushuntiring.
6. Suyuqlik devoriga berilgan bosimni tushuntiring.
7. Suyuqliklarni qalqishini tushuntiring.

4-dars. Suyuqliklar kinematikasi va dinamikasi asoslari. **Suyuqliklarda harakat turlari.**

Ma'ruza rejasi:

1. Harakat turlari.
2. Oqimchali harakat xossalari.
3. Oqimning asosiy gidravlik elementlari.

Tayanch so'z va iboralar

Tekis harakat, bosimli harakat, yuza, ko'ndalang kesim, radius, xo'llangan perimetr.

Muammolar;

1. Jonli kesim nima?
2. Tezlik va bosim maydoni deganda nimani tushinasiz?

Adabiyotlar; (1,2,3,6)

Suyuqliklar kinematikasi va dinamikasi asoslari. Suyuqliklarda harakat turlari

Gidravlikaning suyuqliklar harakat qonunlari va ularning harakatlanayotgan yoki harakatsiz qattiq jismlar bilan o'zaro ta'sirini o'rganuvchi bo'limi gidrodinamika deyiladi.

Harakatlanayotgan suyuqlik vaqt va koordinata bo'yicha o'zgaruvchi turli parametrlarga ega bo'lgan harakatdagi moddiy nuqtalar to'plamidan iborat. Odatda suyuqlikni o'zi egallab turgan fazoni butunlay to'ldirib tutash jism deb qaraladi. Bu degan so'z tekshirilayotgan fazoning istalgan nuqtasini olsak, shu erda suyuqlik zarrachasi mavjuddir.

Gidrodinamikaning asosiy masalasi.

Harakat turlari

Suyuqlik harakat qilayotgan fazoning hil bir nuqtasida shu nuqtasiga tegishli tezlik va bosim mavjud bo'lib, fazoning boshqa nuqtasiga o'tsak, tezlik va bosim boshqa qiymatga ega bo'ladi, ya'ni tezlik va bosim koordinatalar x, y, z ga bog'liq. Nuqtadagi suyuq zarrachaga ta'sir qilayotgan bosim va tezlik vaqt o'tishi bilan o'zgarib borishini tabiatda kuzatish mumkin.

Tezlik va bosim maydonlari. Suyuqlik harakat qilayotgan fazoning hil bir nuqtasida 'ayolan tezlik va bosim vertikalini ko'rib chiqsak, ko'rilayotgan harakatga mos keluvchi tezlik va bosim to'plamlarini ko'z oldimizga keltira olamiz. Ana shu usul bilan tuzilgan tezlik to'plami *tezlik maydoni* deyiladi. SHuningdek, bosim vektorlaridan iborat to'plam *bosim maydoni* deb ataladi. Tezlik va bosim maydonlari vaqt o'tishi bilan o'zgarib boradi. Hidrostatikadagi kabi gidrodinamikada ham gidrodinamik bosimni r bilan belgilaymiz va uni sodda qilib bosim deb ataymiz. Tezlikni esa u bilan belgilaymiz. U holda tezlikning koordinata o'qlaridagi proeksiyalari u_x, u_y, u_z bo'ladi.

YUqorida aytib o'tilganga asosan suyuqlik parametrlari funksiya ko'rinishida yoziladi.

$$r = f_1(x, y, z, t)$$

$$u = f_2(x, y, z, t) \quad (3.1)$$

tezlik proeksiyalari ham funksiyalardir;

$$u_x = f_3(x, y, z, t)$$

$$u_y = f_4(x, y, z, t)$$

$$u_z = f_5(x, y, z, t)$$

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

Harakat turlari. Harakat vaqtida suyuqlik oqayotgan fazoning hil bir nuqtasida tezlik 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 hil bir nuqtasida tezlik va bosim vaqt bo'yicha o'zgarmay faqat koordinatalarga bog'liq, ya'ni

$$r = f_{11}(x, y, z)$$

$$u = f_{21}(x, y, z) \quad (3.2)$$

bo'lsa, u holda harakat *beqaror* deyiladi. Bu holda trubalarda va kanallarda suyuqlik ma'lum vaqt oqib turganidan keyin yuzaga kelishi mumkin. Beqaror 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 tezlik o'zgarib borsa, harakat notekis harakat bo'ladi. Notekis harakat vaqtida suyuqlik ichida bosim va bosh 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 suyuqlikning gidravlik parametrlari o'zgarmaydi. Tekis harakatga kesimi o'zgarmaydigan trubalardagi suyuqlikning va qiyaligi bir xil kanallardagi 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 hil tomondan devorlar bilan o'ralgan bo'lib, erkin sirt bo'lmaydi (ya'ni suyuqlikning bosimi chiqib ketishiga 'ech 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 suvlarning harakatlari misol bo'la oladi. Bulardan tashqari, suyuqliklarning sekin o'zgaruvchan harakatlari haqida gapirish mumkin bo'lib, biz ular haqida to'xtalib o'tirmaymiz.

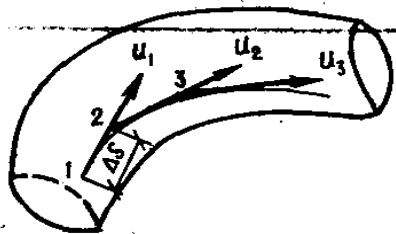
Oqimchali harakat haqida asosiy tushunchalar.

Oqim chizig'i, oqim naychasi va oqimcha. Suyuqlik oqimlari

Odatda, biror voqea yoki hodisani tekshirishda uni butunligicha tekshirib bo'lmagani uchun biror soddalashtirilgan sxema tekshiriladi. Gidravlikada 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 nuqtalar bilan ifodalash mumkin va bu nuqtalarda hilkatdagi zarracha (3.1) va (3.2) ga asosan hil xil tezlik va bosimlarga ega bo'ladi. SHu nuqtalarni o'zaro tutashirsak, suyuqlik zarrachasining traektoriyasi 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 V nuqtada harakatdagi suyuqlik zarrachasining V nuqtaga tegishli tezlik vektori u_B ni quramiz. Hosil bo'lgan yangi vektorning davomida kichik dl_2 masofadagi S nuqtada shu nuqtaga tegishli zarracha tezligining vektori u_S ni quramiz. u_S vektorning davomida dl_3 masofadagi D nuqtada shu nuqtaga tegishli zarracha tezligining u_D vektorini quramiz va x.k. Natijada *ASVDE* siniq chiziqni hosil qilamiz. Agar dl_1, dl_2, dl_3 larni cheksiz kichraytirib borib, nolga intiltirsak, *AVSDE* o'rnida biror egri chiziqni olamiz. Bu egri chiziq *oqim chizig'i* deb ataladi.



1.10-rasm. Oqim chizig'ini tushuntiriga oid chizma.

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

Oqim naychasi va elementar oqimcha. Endi, suyuqlik harakatlanayotgan soxada biror D nuqta olib, shu nuqta atrofida cheksiz kichik dl kontur olamiz va konturning hil bir nuqtasidan oqim chizig'i o'tkazamiz. U holda oqim chiziqlari *oqim naychasi* deb ataluvchi naycha hosil qiladi. Oqim naychasi ichida oqayotgan suyuqlik *elementar oqimcha* deb ataladi. Elementar oqimchalar beqaror 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 o'tkazmas sirt bo'ladi.

3. Elementar oqimcha ko'ngdalang kesimi cheksiz 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. SHuning uchun yuzadan oqib o'tayotgan suyuqlik oqmasi cheksiz ko'p elementar oqimchalardan tashkil topgan bo'ladi va hil bir elementar oqimchada suyuqlik tezligi boshqa elementar oqimchalardagidan farq qiladi.

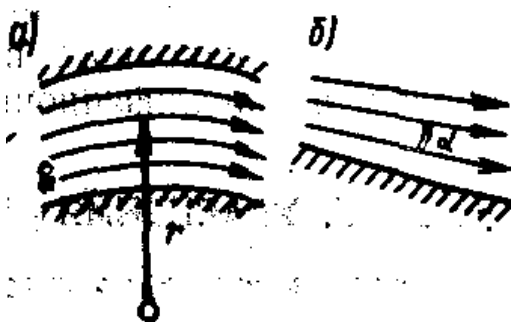
Oqimning asosiy gidravlik elementlari

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

Harakat kesimi deb shunday sirtga aytiladiki, uning hil bir nuqtasidan oqim chizig'i normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Umumiy holda harakat kesimi egri sirt bo'lib, parallel oqimchali harakatlar uchun tekislikning bo'lagidan iborat (ya'ni tekis sirtir).

Masalan, radial tarqalayotgan suyuqlik oqimi uchun harakat kesimi sferik sirt bo'lsa, o'zanda va trubada harakat qilayotgan oqmaning harakat kesimi tekis sirtir. SHunga asosan parallel oqimchali harakatga ega bo'lgan oqimlarning harakat kesim uchun quyidagicha ta'rif berish mumkin: *oqimning umumiy oqim yo'nalishiga normal bo'lgan ko'ngdalang kesimi harakat kesimi deb ataladi*. Oqim harakat kesimining yuzi ω hilfi bilan belgilanadi.

1.11-rasm. Harakat kesimiga oid chizma



Vaqt birligida oqimning berilgan harakat kesimi orqali oqib o'tayotgan suyuqlik miqdori **suyuqlik sarfi** deb ataladi. Sarf Q hilfi bilan belgilanadi va l/s, m^3/s , sm^3/s larda o'lchanadi. Elementar yuza bo'yicha sarfni dQ bilan, birlik yuza bo'yicha sarfni q bilan belgilanadi. Trubadagi (a) va kanaldagi (b) oqimlar uchun tezlik epyuralari keltirilgan. Tezlik suyuqlik oqayotgan idish devorlarida nolga teng bo'lib, devordan uzoqlashgan sari kattalashib borishi rasmda ko'rinib turibdi. Trubada tezlikning eng katta qiymati uning o'tasida bo'lsa, kanalga erkin sirtga yaqin erda 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:

$$Q = \int_{\omega} u d\omega \quad (3.3)$$

bu erda ω - harakat kesimi; $d\omega$ - harakat kesimining elementar oqimchaga tegishli bo'lagi.

Suyuqlik zarrachalarining hammasi bir xil tezlik bilan harakatlanganda bo'ladigan sarf, 'aqiqiy harakat vaqtidagi sarfga teng bo'ladigan tezlik *o'rtacha tezlik* deb ataladi.

Bu xolda suyuqlik sarfi o'rtacha tezlik orqali quyidagicha ifodalanadi.

$$Q = V \cdot w$$

Harakat kesimi va suyuqlik harakat qilaetgan so'a uchun umumiy bo'lgan chiziqli xo'llangan perimetr deyiladi va χ xarfi bilan ifodalanadi. Harakat kesimining xo'llangan perimetrga nisbati gidravlik radius deb ataladi.

$$R = \frac{w}{\chi}$$

Silindrik trubalar uchun $w = \frac{\pi d^2}{4}$, $\chi = \pi d$ bo'lgani sababli gidravlik radius diametrning tshrtan biriga

$$\text{teng: } R = \frac{d}{4}.$$

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Suyuqlik harakatini tushuntiring.
2. Suyuqlik harakat yo'nalishini tushuntiring.
3. Suyuqlikning ko'ndalang kesimi nima?
4. Gidravlik radius nima?
5. Elementar oqimcha nima?
6. Elementar oqimcha harakatini tushuntiring.
7. Harakat turlarini tushuntiring.
8. Oqimchalik harakatning xossalari ayting.
9. Oqimning asosiy gidravlik elementlarini tushuntiring.

5-dars .Elementlar oqimcha uchun Bernulli tenglamasi. Real suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasi

Ma'ruza rejasi:

1. Ideal suyuqliklar uchun Bernulli tenglamasi.
2. Bernulli tenglamasining xadlari.
3. Bernulli tenglamasining geometrik va energetik mazmunlari.
4. Geometrik, pe'zometrik va tezlik balandliklari.
5. Koriolik koeffisienti.

Tayanch so'z va iboralar

Ideal suyuqlik, pe'zometrik balandlik, gidravlik balandlik, xolat balandligi, tezlik bergan balandlik, Geometrik balandlik, pe'zometrik balandlik, koriolis koeffisienti, tezlik bergan balandlik, gidravlik qiyalik, pe'zometrik qiyalik, suyuqliklar ishqalanishi. suyuqlik ko'ndalang kesim yuzasi, suyuqlik qarshiligi, suyuqlik ishqalanishi.

Muammolar;

1. Real va ideal suyuqliklar uchun Bernulli tenglamalari bir-birdan nimasi bilan farq qiladi?
 2. Geometrik, pe'zometrik va tezlik balandliklarini bir-biridan farqini ayting.
- Adabiyotlar; (1,2,3,6)**

Elementar oqimcha uchun Bernulli tenglamasi

Yuqorida keltirilgan tenglamalar sistemalarini echish yo'li bilan suyuqlik harakatlanayotgan fazoning hil bir nuqtasidagi tezlik va bosimni topish mumkin. Lekin bu sistemalarni echish katta qiyinchiliklar bilan amalga oshiriladi, ko'p hollarda esa hatto echish mumkin emas. SHuning uchun gidravlikada, ko'pincha, o'rtacha tezlikni topish bilan chegaralanishga to'g'ri keladi. Buning uchun, odatda, Bernulli tenglamasidan foydalaniladi. Biz bu erda Bernulli tenglamasini ikki xil usulda chiqarishni ko'rsatamiz.

Birinchi usul Eyler tenglamasidan foydalanish yo'li bilan amalga oshiriladi. Buning uchun (3.18) sistemaning birinchi tenglamasini dx ga, ikkinchi tenglamasini dy ga, uchinchi tenglamasini dz ga ko'paytiramiz va hosil bo'lgan uchta tenglamani qo'shamiz. Natijada quyidagi tenglamalarga ega bo'lamiz:

$$\frac{du_x}{dt} dx + \frac{du_y}{dt} dy + \frac{du_z}{dt} dz + Xdx + Ydy + Zdz - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz \right) \quad (3.30)$$

(3.21) munosabatdan ko'rinib turibdiki,

$$dx = u_x dt; dy = u_y dt; dz = u_z dt$$

SHu munosabatdan foydalanib, (3.30) tenglamaning chap tomonini quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$\frac{\partial u_x}{\partial t} u_x dt + \frac{\partial u_y}{\partial t} u_y dt + \frac{\partial u_z}{\partial t} u_z dt = u_x du_x + u_y du_y + u_z du_z = \frac{1}{2} d(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2) \quad (3.31)$$

lekin

$$u^2 = u_x^2 + u_y^2 + u_z^2$$

bo'lgani uchun (3.30) tenglama chap tomoning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{1}{2} d((u_x^2 + u_y^2 + u_z^2)) = \frac{1}{2} d(u^2) \quad (3.31)$$

(3.30) ning o'ng tomonidagi $Xdx + Ydy + Zdz$ biror kuch potensialining to'liq differensialidir. Agar shu potensialni $F=f(x, y, z)$ bilan begilasak, u holda quyidagiga egamiz

$$Xdx + Ydy + Zdz = dF \quad (3.33)$$

Odatda, suyuqlikka ta'sir qiluvchi massa kuch og'irlik kuchidir. Bu holda dekart koordinatalar sistemasida quyidagicha bo'ladi:

$$F = -gz \quad (3.34)$$

(3.30) tenglamaning o'ng tomonida yana bosim bilan ifodalangan munosabat bo'lib, u bosimning to'liq differensialini ifodalaydi, ya'ni

$$\frac{\partial p}{\partial x} dx + \frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz = dp \quad (3.35)$$

(3.32), (3.33), (3.34) va (3.35) larni (3.30) tenglamaga qo'ysak, u quyidagi ko'rinishga keladi

$$\frac{1}{2} d(u^2) + \frac{1}{\rho} dr + d(gz) = 0$$

Real gazlar oqimi uchun Bernulli tenglamasi

Odatda, harakat yo'nalishi bo'yicha bosim kamayib boradi. Suyuqliklarda 'ajmiy siqilish koeffisienti β , juda kichik bo'lgani uchun bu o'zgarish suyuqlikning fizik xossalariga ta'cir qilmaydi. Lekin gazlarda bosimning o'ziga o'zgarishi ham uning parametrlariga ta'sir qiladi. Bundan tashqari gazlarda suyuqliklarga qaraganda tezlik bir necha o'n barobar katta bo'ladi. Bu esa bosimga va gazning fizik xossalariga, birinchi galda uning solishtirma og'irligiga ta'sir qiladi. Ammo gaz oqimining ko'ngdalang kesimi bo'yicha tezlik deyarli o'zgarmaydi. SHuning uchun gazlarda $\alpha \approx 1$ bo'ladi. Gazlar uchun tezlik, bosim, solishtirma og'irlik tez o'zgargani uchun birinchi va ikkinchi kesim orasidagi masofani cheksiz kichik Δl deb olamiz. U holda Bernulli tenglamasi differensial ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$d\left(\frac{v^2}{2g}\right) + \frac{dp}{\gamma} + dz - dh_{1-2} = 0 \quad (3.49)$$

bu erda

$$d\left(\frac{v^2}{2g}\right) = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \left(\frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}\right)$$

$$d\left(\frac{p}{\gamma}\right) = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \left(\frac{p_1 - p_2}{\gamma}\right)$$

$$dz = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} (z_1 - z_2)$$

Endi (3.49) tenglamadan integral olamiz. U holda (3.49) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\int d\left(\frac{v^2}{2g}\right) + \int d\frac{p}{\gamma} + \int dz - \int dh_{1-2} = const \quad (3.50)$$

Bu tenglikda birinchi, ikkinchi va to'rtinchi integrallarni hisoblash oson:

$$\int d\left(\frac{v^2}{2g}\right) = \frac{v^2}{2g}; \int dz = z; \int dh_{1-2} = h_{1-2}$$

Uchinchi integralni hisoblashda solishtirma og'irlik bosimga bog'liq ekanligini nazarga olish kerak bo'ladi. Pressni

politropik deb qarasak, u holda $\frac{p}{\gamma} = \frac{p^0}{\gamma_0^n}$ bo'ladi. Bu tenglikdan $\gamma = p^{\frac{1}{n}} \frac{\gamma_0}{p_0}$

bu erda n - politropiya ko'rsatkichi; γ_0 - boshlang'ich holatdagi solishtirma og'irlik; p_0 - boshlang'ich holatdagi bosim. Oxirgi munosabatdan foydalanib va γ_0 , p_0 o'zgaras ekanligini hisobga olib, ikkinchi integralni quyidagicha hisoblaymiz:

$$\gamma = p^{\frac{1}{n}} \frac{\gamma_0}{p_0} \quad (3.51)$$

dan yana bir marta foydalansak, quyidagini olamiz:

$$\int \frac{dp}{\gamma} = \frac{p}{\gamma} \frac{1}{1 - \frac{1}{n}}$$

Natijada (3.40) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{v^2}{2g} + \frac{n}{n-1} \frac{p}{\gamma} + z - h_n = const \quad (3.52)$$

Tenglamani ikkita kesim uchun yozamiz:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{n}{n-1} \frac{p_1}{\gamma_1} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{n}{n-1} \frac{p_2}{\gamma_2} + z_2 + h_{1-2} \quad (3.53)$$

Bu tenglama real gazlar oqimi uchun Bernulli tenglamasidir. Suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi uchta qiymat v , r , z ni bog'lagan bo'lsa, bu tenglama to'rtta qiymat v , r , z , γ ni bog'laydi. SHuning uchun gazlar harakati tekshirilganda Bernulli tenglamasi (3.21) bilan birgalikda foydalaniladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Suyuqlik holat balandligini tushuntiring.
2. Pe'zometrikk balandlikni tushuntiring.
3. Gidravlik balandlikni tushuntiring.
4. Bernulli tenglamasini geometrik ma'nosini tushuntiring.
5. Bernulli tenglamasini energetik ma'nosini tushuntiring.
6. Geometrik. P'ezometrik va tezlik balandliklarini chizing.
7. P'ezometrik balandlik.
8. Gidravlik balandlik.
9. Holat balandligi tushuntiring.
10. Tezlik bergan balandlikni tushuntiring.
11. Ideal suyuqlikni tushuntiring.
12. Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi.

6-dars.Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari Suyuqlik harakatining ikki xil tartibi

Ma'ruza rejasi:

1. Reynolpds kritik soni.
2. Laminar va turbulent harakati.
3. Uzunlik bo'yicha yo'qotish.
4. Mahalliy qarshilik.
5. Venturi sarf o'lchagichi.

Tayanch so'z va iboralar

Laminar harakat, turbulent harakat, Reynolpds soni, gidravlik radius, diametr, epishqoqlik. Pe'zometrikk kiyalik, gidravlik kiyalik, mahalliy qarshilik, uzunlik bo'yicha yo'qotish, sarf, tezlik, Venturi sarf o'lchagichi, tekis harakat.

Muammolar;

- 1.Laminar harakat qachon turbulent harakatga o'tadi?
- 2.Suqliklarda qarshiliklar nimani hisobiga hosil bo'ladi?

3. Gidravlik qiyalikni tushuntiring.

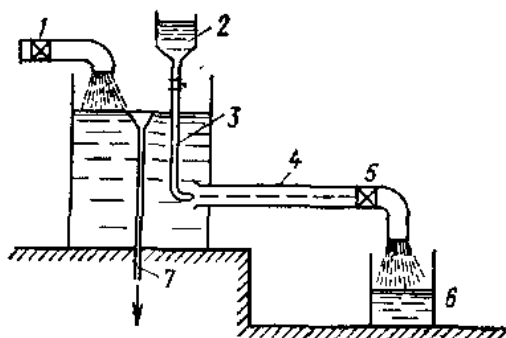
Adabiyotlar; (1,2,3,6)

Suyuqlik harakatining ikki tartibi.

Reynolpds kritik soni

Ko'p hollarda truboprovodlardagi suyuqlik tekis harakatda bo'ladi, ya'ni tezlik oqim yo'nalishi bo'yicha o'zgarmaydi. Bu holda harakatning qanday bo'lishiga, asosan, ichki ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Bu holda uning ikki kesimidagi bosimlar farqi ishqalanish kuchining va geometrik balandliklar farqining katta yoki kichikligiga bog'liq bo'ladi. Bu kuchlarning ta'sirida truboprovodlardagi harakat tezligi hil xil bo'lishi mumkin. Tezlikning katta-kichikligiga qarab suyuqlik zarrachalari batartib yoki betartib harakat qiladi. Bu

harakatlar, odatda, asosan ikki tartibli harakatga ajratiladi: laminar harakat va trubulent harakat.



Laminar harakat vaqtida suyuqlik zarrachalari qavat-qavat bo'lib joylashadi va ular bir qavatdan ikkinchi qavatga o'tmaydi. Boshqacha aytganda, suyuqlik zarrachalari oqimlar harakatiga ko'ngdalang yo'nalishda harakatlanmaydi va uni quyidagicha tariflash mumkin.

1.17-rasm. Laminar va trubulent harakatga oid chizma.

Agar harakat fazosida biror A nuqta tanlab olsak, shu nuqtada albatta suyuqlikning biror zarrachasi bo'ladi. Harakat natijasida bu zarracha A nuqtadan

siljib uning o'rnini uchinchi zarracha egallaydi va hokazo. Endi A nuqtaga birinchi kelgan zarracha harakatlanib, biron V nuqtaga AV chizig'i

bo'yicha kelsa, uning ketidan kelgan ikkinchi zarracha ham A nuqtadan V nuqtaga AV chizig'i bo'yicha kelsa, uchinchi zarracha ham aniq AV chizig'i bo'yicha yursa va A nuqtaga kelgan boshqa zarrachalar ham AV chizig'i orqali V nuqtaga kelsa, bunday harakat *laminar harakat* deyiladi. Baozi vaqtda laminar harakatning *parallel oqimli* yoki *tinch harakat* deb ataladi.

Laminar harakatni tajribada kuzatish uchun suyuqlik oqayotgan shisha trubaning boshlang'ich kesimiga shisha naycha orqali rangli suyuqlik keltirib ko'shib yuborsak, rang suyuqlikda aralashmasdan to'g'ri chiziq bo'yicha oqim ko'rinishida ketadi.

Agar suyuqlikning tezligini oshirib yuborsak, harakat tartibi o'zgarib boradi. Tezlik ma'lum bir chegaradan o'tganidan keyin, zarrachalar kinetik energiyasi ko'payib ketishi natijasida, ular ko'ngdalang yo'nalishda ham harakat qila boshlaydi. Natijada zarrachalar o'zi harakat qilayotgan qavatdan qo'shni qavatga o'tib, energiyasining bir qismini yo'qotib, o'z qavatiga qaytib keladi. Oqim tezligi juda oshib ketsa, zarrachalar bir qavatdan ikkinchi qavatga o'ta boshlaydi. Natijada suyuqlik harakatining tartibi buziladi. Bunday harakat *turbulent harakat* deyiladi.

YUqorida aytganimizdek, A nuqtadan o'tayotgan zarralarni ko'rsak, birinchi zarracha V nuqtaga tekis chiziq bilan emas, qandaydir egri-bugri chiziq bo'yicha keladi. Xatto u nuqtaga aniq kelmasligi mumkin. Birinchining ketidan kelayotgan ikkinchi zarracha ham A dan V ga egri-bugri chiziq bilan keladi. Lekin bu chiziq birinchi zarracha yurgan chiziqdan farq qiladi. Uchinchi zarracha esa A dan V ga uchinchi egri-bugri chiziq bilan keladi. SHunday qilib trubulent harakatda ixtiyoriy A nuqtadan o'tuvchi hil bir suyuqlik zarrachasi V nuqtaga o'ziga xos egri chiziq bilan keladi, baozi zarrachalar V nuqtaga kelmasligi ham mumkin. YUqorida aytilgan usul bilan trubada oqayotgan suyuqlik oqimining boshlang'ich kesimida rang qo'shib yuborsak, u tezlikning ma'lum bir miqdoridan boshlab egri chiziq bo'yicha ketadi. Tezlikni oshirishni davom ettirsak, rang suyuqlikda butunlay aralashib ketadi. Bunday ko'rinadiki, suyuqlikning parallel oqimli tartibi buziladi. Suyuqlik harakatining bu ikki tartibini ingliz olimi O.Reynolpds tajribada hil tomonlama tekshirgan va natijalarni 1883 yilda e'lon qilgan. Reynolpds suyuqliklar harakatining mu'im qonuniyatini kashf qildi. Suyuqlik hilkatining tezlikning oqim o'lchamiga ko'paytmasining qovushqoqlik kinematik koeffisientiga nisbatidan iborat o'lchovsiz miqdor xarakterlar ekan. Bu miqdor olimning 'urmatiga *Reynolpds soni* deb ataladi va formulalarda R_e bilan belgilanadi. Silindrik trubalardagi oqim uchun Reynolpds soni quyidagicha hisoblanadi:

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (4.1)$$

Turli shakldagi nosilindrik trubalar va o'zanlardagi oqimlar uchun Reynolpds soni quyidagicha o'lchanadi:

$$R_e = \frac{v \cdot d_{ekv}}{\nu} = \frac{5vR}{\nu} \quad (4.2)$$

bu er d - trubaning ichki diametri; d_{ekv} - o'zan yoki nosilindrik trubaning ekvivalent diametri: $d_{ekv}=4R$; R - gidravlik radius.

Reynolpds aniqlashicha, yuqorida aytilgan o'lchovsiz miqdorning kichik qiymatlarida laminar harakat bo'lib, uning oshib borishi natijasida u trubulent harakatga aylanadi. (4.1) dan ko'rinib turibdiki, Reynolpds soni R_e oshishi uchun yo tezlik, yoki truba diametri ortish, yoki bo'lmasa qovushqoqlik kinematik koeffisienti kamayishi kerak.

Suyuqlikning laminar harakatdan trubulent harakatga o'tishini Reynolpds soni R_e ning ma'lum kritik miqdori bilan aniqlanadi va u Reynolpds soni kritik soni deb atalib, R_{ekr} bilan belgilanadi. Bu son silindrik trubalar uchun $R_{ekr}=2320$.

Agar oqimi juda silliq trubada, hil qanday eng kuchsiz turtki va tebranishlardan xoli bo'lgan sharoitda tekshirsak, Reynolpds kritik soni 2320 dan ortiq, hatto bir necha marotaba ortiq bo'lishi mumkin. Lekin Reynolpds soni ma'lum bir qiymatdan o'tganidan keyin harakat, qanday e'tiyot choralari ko'rilmasin, albatta trubulent bo'ladi. Bu son Reynolpds yuqori kritik soni deb ataladi va $R_{ekr,yu}=10000$ ga teng bo'ladi. Bu songa qiyos qilib, yuqorida keltirilgan kritik son Reynolpds quyi kritik soni $R_{ekr,q}=2320$ deb ataladi. Reynolpds soni $R_{ekr,q}$ dan kichik bo'lganda barqaror laminar harakat bo'ladi, u $R_{ekr,yu}$ dan katta bo'lganda esa trubulent harakat barqarorlashgan bo'ladi. Agar Reynolpds soni bu ikki miqdor o'rtasida, ya'ni $R_{ekr,q} < R_e < R_{ekr,yu}$ bo'lsa, trubulent harakat beqaror bo'lib, bu holatni o'tkinchi tartib deyiladi. SHunday qilib, suyuqlik harakatida asosan ikki tartib laminar va trubulent tartib mavjud. Bu tushunchani yana yaqinroq ifodalasak, u holda uch xir tartib mavjud bo'lib, ular Reynolpds soniga bog'liq:

laminar tartib $R_e < 2320$ da

o'tkinchi tartib $2320 < R_e < 10000$ da;

3) barqarorlashgan turbulent tartib $Re > 10000$ da.

Suyuqlik harakatini tekshirishda va turli gidrosistemalarni hisoblashda harakat tartibining qanday bo'lishiga qarab foydalaniladigan formula va miqdorlar turlicha bo'ladi. SHuning uchun turli hisoblashlarni bajarishdan oldin harakatning laminar yoki turbulent tartibda ekanligini (4.1) aniqlab olish zarur bo'ladi.

Suyuqliklarda ichki qarshiliklar ham harakat tartibiga qarab hil xil hisoblanadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, laminar harakat vaqtida bosimning pasayishi o'rtacha tezlikning birinchi darajasiga

$$N_{1-2} = k_1 v$$

turbulent harakatda esa uning n - darajasiga proporsional bo'ladi.

$$N_{1-2} = k_1 v^n$$

bu erda K_1 , K_2 - laminar va turbulent harakat uchun proporsionallik koeffisientlari; n - daraja ko'rsatkichi; u 1,75 va 2 orasida o'zgaradi. Reynoldson soni ortishi bilan daraja ko'rsatkichi n ortib boradi. Barqaror turbulent harakat bo'lganda $n = 2$ bo'ladi.

Gidravlik va pe'zometrik qiyaliklar haqida tushuncha

Gidravlikada hisoblash ishlarini bajarishda gidravlik I va pepzometrik I_p qiyaliklardan foydalaniladi.

Bosim chizig'ining uzunlik birligiga to'g'ri kelgan pasayishi gidravlik qiyalik deb ataladi.

Oqim uchun bosim va pepzometrik chiziqlar keltirilgan. Bu chiziqlar umumiy holda egri chiziq bo'lib, rasmda to'g'ri chiziq ko'rinishida tasvirlangan. Gidravlik qiyalik ta'rifidan ko'rinib turibdiki, uning o'rtacha 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi qiyalik orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{1-2} = \frac{\left(\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 \right) - \left(\frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right)}{l_{1-2}} = \frac{H_{1-2}}{l_{1-2}} \quad (3.54)$$

bu erda l_{1-2} - birinchi va ikkinchi kesimlar orasidagi masofa; N_{1-2} - shu masofa orasida ham (bosim) ning pasayishi.

Agar bosim chizig'i egri chiziq bo'lsa, u holda gidravlik qiyalik deferensial ko'rinishda yoziladi:

$$I = \frac{dH}{dl} = \frac{d \left(\frac{\alpha v^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z \right)}{dl}$$

Pepzometrik chiziqning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan pasayishi pepzometrik qiyalik deb ataladi. Birinchi va ikkinchi kesim orasidagi o'rtacha pepzometrik qiyalik quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{p1-2} = \frac{\left(\frac{p_1}{\gamma} + z_1 \right) - \left(\frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right)}{l_{1-2}} \quad (3.55)$$

Pepzometrik qiyalik I_p pepzometrik chiziq egri chiziq bo'lganda differensial ko'rinishda aniqlanadi:

$$I_p = - \frac{d \left(\frac{p}{\gamma} + z \right)}{dl}$$

Tekis harakat qiyalik vaqtida tezlik o'zgarmaganligi ($v_1 = v_2$) uchun gidravlik va pepzometrik qiyaliklar teng bo'ladi.

Gidravlik yo'qotish haqida tushuncha. Gidravlik yo'qotishning turlari

Real suyuqliklarda ikki kesim orasida energiya yo'qotilishini N_{1-2} bilan belgiladik. Bu yo'qotish suyuqliklardagi qovushqoqlik kuchi hisobiga bo'ladi, ya'ni u shu kuchni engishga sarf bo'ladi.

Truboprovodlardagi harakatni tekshirganimizda masala asosan ishqalanish kuchini engish uchun sarf bo'lgan yo'qotishni hisoblashga keladi. Bu holda trubaning 1-1 va 2-2 kesimlarining sirti teng bo'lgani uchun tezliklari ham teng bo'ladi, ya'ni harakat tekis bo'ladi. 1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi suyuqlik ustuniga ta'sir qiluvchi kuchlar:

1) $R_1 = r_1 \cdot S$ va $R_2 = r_2 \cdot S$ - bosim kuchlari;

2) $G = \gamma S l$ - og'irlik kuchi;

3) $T = \tau \pi D l$ - ishqalanish kuchidir.

1-1 va 2-2 kesimlar orasidagi suyuqlikning muvozanat holati tenglamasi unga ta'sir qilayotgan kuchlar orqali quyidagicha yoziladi:

$$R_1 - R_2 + G \sin \alpha - T = 0$$

$\sin \alpha = \frac{z_1 - z_2}{l}$ ekanligini hisobga olsak, yuqoridagi tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$r_1 S - r_2 S + \gamma S l \cdot \frac{z_1 - z_2}{l} + \tau \pi D l = 0$$

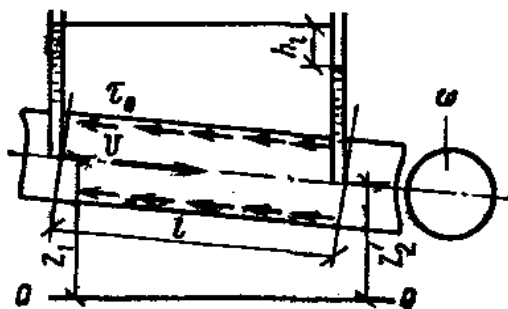
Bundan tekis harakat uchun Bernulli tenglamasi kelib chiqadi.

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{\tau}{\gamma} \frac{\pi D l}{S}$$

Bu tenglamani (3.48) tenglama bilan solishtirsak va uni tekis harakat ($v_1=v_2$) uchun qo'llasak, gidravlik yo'qotish uchun quyidagi munosabatni olamiz:

$$h_{1-2} = \frac{\tau}{\gamma} \frac{\pi D l}{S} \quad (3.56)$$

bu erda l - oqim uzunligi; D - truba diametri. Gidravlik yo'qotish, odatda, ikki turga ajratiladi:



1.15-rasm. Gidravlik yo'qotish tushunchasiga doir

1. **Uzunlik bo'yicha** (ishqalanish kuchiga sarf bo'lgan) **yo'qotish** oqim uzunligi bo'yicha harakat hisobiga vujudga keladi va uning uzunligiga bog'liq bo'ladi. Bu yo'qotish (3.56) formula ko'rinishida ifodalanadi.

2. **Mahalliy qarshilik** oqimning ayrim qismlarida notekis harakat hisobiga vujudga keladi. Notekis harakatni vujudga keltiruvchi qismlar truba yoki o'zanning kesim shakllari, o'zgargan joylari (tirsaklar, to'qichlar, keskin kengayishlar, keskin torayishlar, kranlar va .) bo'lib, bu erdagi gidravlik yo'qotish uzunlikka bog'liq emas.

Umumiy gidravlik yo'qotish bu ikki yo'qotishning yig'indisiga teng

$$N_n = N_l + N_m \quad (3.57)$$

bu erda N_l - uzunlik bo'yicha yo'qotish; N_m - mahalliy qarshilik.

Gidravlik yo'qotish suyuqlikning kinetik energiyasiga bog'liq bo'lib, energiya ortishi bilan ortadi, kamayishi bilan esa kamayadi. SHuning uchun gidravlik yo'qotishni suyuqlik kinetik energiyasiga proporsional qilib olinadi.

Tezlik va sarf o'lchash usullari hamda asboblari

Suyuqlik sarfini va tezligini o'lchashning eng oson usuli 'ajmiy va og'irlik usullardir.

1. **Hajmiy usulda** tekshirilayotgan oqimdan suyuqlik maxsus darajalangan idish (menzurka) ga tushadi. Idishning to'lish vaqti sekondomer yordamida aniq o'lchanadi. Agar idishning 'ajmiy V , o'lchangan vaqt T bo'lsa, 'ajmiy sarf quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Oqimning harakat kesimi ma'lum bo'lsa, uning tezligi (3.4) formula bilan aniqlanadi.

2. **Og'irlik usulida** biror idishga oqimdan suyuqlik tushiriladi. Tarozida o'lchash yo'li bilan idishdagi suyuqlikning og'irligi topiladi. Idishning to'lish vaqti T bo'lsa, og'irlik sarfi quyidagiga teng:

$$G = \frac{GV}{T}$$

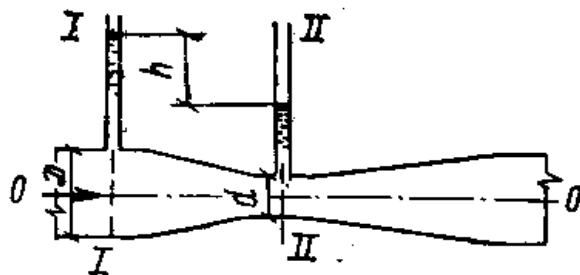
Suyuqlikning 'ajmiy sarfi og'irlik bo'yicha sarfini solishtirma og'irlikka bo'lish yo'li bilan aniqlanadi:

$$Q = \frac{G}{\gamma}$$

Bu usullar, albatta, kichik miqdordagi sarflarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Katta sarflarni o'lchash uchun esa juda katta o'lchov idishlari kerak bo'ladi. Ikkinchidan, truboprovod va kanallarda sarfni yuqoridagi usul bilan o'lchaganda oqimning tuzilishi o'zgaradi va o'lchash natijasida katta xatolar bilan chiqadi. SHuning uchun ko'pincha trubalar va kanallardagi sarf boshqa usullar bilan o'lchanadi.

4. **Venturi suv o'lchagichi** maxsus trubadan suv o'tishiga asoslangan bo'lib, tuzilishi sodda va harakatlanuvchi qismlari yo'qdir. Bu asbob talabga javob vertikal yoki gorizontal holdagisini ko'ramiz.

1.16-rasm. Venturi suv o'lchagichi



Venturi suv o'lchagichi ikkita bir xil d_1 diametri 1 va 2 truba bo'laklaridan tashkil topgan bo'lib, ular 3 va 4 diffuzorlar hamda kichik d_2 diametrli truba bo'lagi (patrubok) orqali tutashtirilgandir. Uning 1-1 va 2-2 kesimlariga peyzometrik naychalar o'rnatilgan bo'lib, ular shu kesimlardagi bosimlar farqi h ni ko'rsatadi. Truba gorizontal bo'lgani uchun ($z_1=z_2$), 1-1 va 2-2 kesimlari Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma}$$

bundan

$$\frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}$$

lekin $\frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} = h$ bo'lgani uchun

$$h = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}$$

Uzilmaslik tenglamasi (3.14) ga asosan

$$v_1 = v_2 \frac{S_2}{S_1}$$

u holda

$$h = \frac{v_2^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2 \right]$$

bundan 2-2 kesimdagi tezlikni topamiz:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}} \quad (3.58)$$

U holda suyuqlik sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = v_2 S_2 = S_2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}} \quad (3.59)$$

Bu formula ideal suyuqlik uchun chiqarilgan. 'a'qiqatda ikki kesim o'rtasida bosim pasayishi va tezliklarning kesim bo'yicha bir tekis tarqalmaganligi uchun yuqoridagi formula bo'yicha olingan natija 'a'qiqiy sarfdan farq qiladi. SHuning uchun sarf formulasiga tuzatma koeffisienti m ni kiritamiz:

$$Q = m S_2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}}$$

m koeffisientining qiymati turli suv o'lchagichlar uchun hil xil bo'lib, ular tegishli suv o'lchagich uchun tajribada aniqlab quyiladi. Hisoblash ishlarida sarf, odatda, quyidagi soddalashtirilgan formula bilan hisoblanadi:

$$Q = c \sqrt{h} \quad (3.60)$$

bu erda

$$c = m S_2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2}}$$

koeffisient *suv o'lchagich doimiysi* deb ataladi va hil bir berilgan suv o'lchagich uchun hisoblab qo'yiladi.

4. **Suv o'lchagich shayba (diafragma)** ikki truba bo'lagi o'rtasiga o'rnatilgan 'alqadan iborat bo'lib (1.41-rasm) uning ichki aylana teshigining chekkalari 45° burchak ostida qiyalangan yoki oqib o'tuvchi oqimcha shaklida silliqilgan (soplo ko'rinishda) bo'ladi. 'alqaning ikki tomoniga peyzometr yoki differensial manometr o'rnatilgan bo'lib, ular diafragmaning ikki tomonidagi bosimlar farqini aniqlashga yordam beradi.

Sarf peyzometrlardagi suyuqlik sat'larining farqi orqali, quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = c_1 \sqrt{h} \quad (3.61)$$

s_1 koeffisient hil bir diafragma uchun tajriba asosida aniqlanadi.

5. **Vertushka** val 2 ga o'rnatilgan aylanma kurakchalar 1 ga ega bo'lgan g'ildirak bo'lib, asosiy korpusga ma'kamlanadi. Vertushka suv oqimiga to'g'ri yo'naltirilishi uchun korpus 4 ga qanotcha o'rnatilgan. Vertushkadan o'tkazgichlar 3 elektr ko'ng'iroq otilgan bo'lib, kurakchalar aylanganda elektr zanjirini tutashtiradi va qo'ng'iroq

jiringlaydi yoki maxsus schyotchik aylanish sonini avtomatik hisoblaydi. Suvga tushirilgan vertushkalarining kurakchalari suvning tezligiga qarab sekinroq yoki tezroq aylanadi. SHuning uchun suyuqlikning tezligi schyotchikning ko'rsatkichi yoki vaqt birligida ko'ng'iroqning jiringlash soniga qarab aniqlanadi. Kanallarda suyuqlik sarfini topish uchun ularning ko'ngdalang kesimini $\Delta S_1, \Delta S_2, \Delta S_3 \dots$ elementar yuzalarga bo'lib chiqamiz. Bu yuzalarning geometrik markazlarida tezliklarni vertushka yordamida o'lchab, ularni yuzalarga ko'paytirsak, hil bir kesim bo'yicha sarf kelib chiqadi:

$$q_1 = \Delta S_1 v_1; \quad q_2 = \Delta S_2 v_2; \dots, q_n = \Delta S_n v_n$$

Kanalda oqayotgan suyuqlik sarfi bu sarflarning yig'indisiga tengdir;

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i = \Delta S_1 v_1 + \Delta S_2 v_2 + \Delta S_n v_n \quad (3.62)$$

Bu usul gidrometrik o'lchashlarda eng ko'p qo'llaniladigan usuldur.

6. **Pito naychasi** uchi to'g'ri burchak hosil qilib egilgan naycha bo'lib, uning egilgan uchi suyuqlik oqimi yo'nalishiga qarama-qarshi qilib qo'yiladi. Naychani ikkinchi uchi suyuqlikdan tashqariga chiqib turadi. Bu holda ozod sirtida va naychadagi suyuqlik sat'ida bosim atmosfera bosimga teng. SHuning uchun naychadagi suyuqlikning

balandligi h oqimning tezlik bosimni beradi, ya'ni $h = \frac{v^2}{2g}$. Bundan tezlikni topish formulasi kelib chiqadi:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (3.63)$$

Tezlikning 'aqiqiy miqdori (suyuqlik tushirilgan naycha harakat tartibini buzganligi uchun) oxirgi formula bilan hisoblangan miqdorga to'g'ri kelmaydi. SHuning uchun bu formulaga tuzatish koeffisienti a kiritiladi:

$$v = a \sqrt{2gh} \quad (3.64)$$

bu erda a - koeffisient u hil bir naycha uchun tajriba yo'li bilan aniqlab qo'yiladi.

Pito naychasi ochiq sirtli oqimlarda tezlikni o'lchash uchun qo'llaniladi.

7. **Prandtl naychasi** Pito naychasining qulaylashtirilgani bo'lib, u trubalardagi tezliklarni o'lchash uchun ko'llaniladi va ikkita naychadan iborat bo'ladi. Ulardan biri Pito naychasi va ikkinchisi peyzometrik bosimni bersa,

Pito naychasidagi suyuqlik balandligi to'liq bosim $\frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$ ni beradi. SHuning uchun bu ikki naychadagi

balandliklar farqi tezlik bosimini beradi va uning yordamida tezlik topiladi:

$$v = a \sqrt{2gh} \quad (3.65)$$

'ozirgi mavjud asboblarda bu ikkita naycha ichiga joylashtirilgan (1.45-rasm) bo'lib, ularning uchlari mikromanometr yoki differensial manometrlarga tutashtirilgan. Agar manometrlardagi suyuqlik oqayotgan suyuqlikdan farq qilsa, Prandtl naychasining uchi tushirilgan nuqtadagi tezlik quyidagi formula bilan topiladi:

$$v = a \sqrt{2gh \left(\frac{\gamma_1}{\gamma} - 1 \right)} \quad (3.66)$$

bu erda h - difmanometr naychalaridagi sat'lar farqi; γ_1 va γ - difmanometrda va tekshirilayotgan (oqayotgan) suyuqliklar solishtirma og'irliklari; a - tajribadan topiladigan qiymati 1 dan 1,04 gacha o'zgaruvchi koeffisient. Prandtl naychasi yordamida suyuqlik oqimi kesimining hil xil nuqtalarida tezlikni o'lchab, bu kesim bo'yicha tezlikning o'zgarishini va sarfini topish mumkin.

Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari

Amalda ko'p hollarda turli truboprovodlar sistemasini hisoblashga to'g'ri keladi. Bunday hisoblashlar ximiya, to'qimachilik neft sanoatida, gidrotexnik inshootlarida va boshqa ko'pgina joylarda uchraydigan turli gidromashinalarning qismlari, vodoprovodlar, issiqlik almashtirgichlar kabi sistemalar uchun qo'llaniladi. Bu sistemalarni hisoblash ularda suyuqlikning qanday tezlikda va qanday sharoitda oqishiga bog'liq. SHunga asosan suyuqliklar harakatining turli tartiblari tekshiriladi va harakat tartibiga qarab turlicha hisoblash ishlari olib boriladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Suyuqliklar harakat tarkibini tushuntiring.
2. Reynoldsoning kritik qiymatini ayting.
3. Laminar harakat saqlanishini tushuntiring.
4. Turbulent harakat saqlanishini tushuntiring.
5. Reynolds kritik soni xakida tushuncha bering.
6. Laminar harakati kanday?
7. Turbulent harakati kanday?
8. Pe'zometrikki qiyalikni tushuntiring.
9. Mahalliy qarshilikni tushuntiring.

10. Uzunlik bo'yicha yo'qotilgan bosimni tushuntiring.
11. Yo'qotilgan naporlarni tushuntiring.
12. Venturi sarf o'lchagichini ishlashini tushuntiring.
13. Tekis harakatni tushuntiring.
14. Tekis harakatni asosiy tenglamasini tushuntiring.
15. Gidravlik yo'qotish haqida tushuncha bering va gidravlik yo'qotishning turlarini ayting.
16. Venturi sarf o'lchagich haqida tushuncha bering.

7-dars. Tezlik va bosim pulsasiyalari. O'tkinchi zona. Mahalliy qarshiliklar. Shezi formulasi.

Ma'ruza rejasi:

1. Keskin kengayish.
2. Keskin torayish.
3. Boshqa mahalliy qarshiliklar.
4. Shezi formulasi
5. N N Pavlovskiy formulasi

Tayanch so'z va iboralar

Mahalliy qarshilik, tezlik, keskin kengayish, keskin torayish, qarshilik koeffitsientlari, Veysbax formulasi, Borda tenglamasi.

Muammolar;

1. Turbulen harakatda bosimning mahalliy yo'qolishiga sabab nima?
2. Diafragma deb nimaga aytiladi?

Adabiyotlar; (1,2,3,6)

Turbulent harakatda bosimning mahalliy yo'qolishi

Suyuqlik trubalarda harakat qilganda turli to'siqlarni aylanib o'tish uchun energiya sarflaydi. Ana shu energiyaning sarflanishi suyuqlik bosimining pasayishiga sabab bo'ladi. Sarf etiladigan energiya trubadagi turli to'siqlarni soniga va turlariga bog'liq.

Mahalliy qarshilikning juda ko'p turlari mavjud bo'lib, ularning hil biri uchun bosimning pasayishi turlichadir. Amaliy hisoblashda mahalliy qarshiliklarda bosimning pasayishini solishtirma kinetik energiyaga proporsional qilib olinadi:

$$H_m = \xi \frac{v^2}{2g}$$

Proporsionallik koeffisienti mahalliy qarshilik koeffisienti deb ataladi va asosan tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Mahalliy qarshiliklarning asosiy turlari haqida to'xtalib o'tamiz.

1). **Keskin kengayish.** Mahalliy qarshilikning bu turida ξ koeffisient kesimlarning o'zgarishiga bog'liq bo'lib, kesimlar nisbati S_1/S_2 qancha kichik bo'lsa, u shuncha katta bo'ladi. Bu holda mahalliy qarshilik koeffisientining nazariy hisoblasak ham bo'ladi (bu to'g'ri keyinroq to'xtalamiz).

2). **Tekis kengayish.** Mahalliy qarshilik koeffisienti kesimning o'zgarishiga va konusli burchagi α ga bog'liq bo'lib, kesimlar nisbati S_1/S_2 ning kamayishi va α ning ortishiga qarab

Avval ko'rilgandagi kabi 2-2 kesimda 1-1 kesimdagiga nisbatan bosim ortadi ($r_2 > r_1$) va tezlik kamayadi ($v_2 < v_1$).

3). **Keskin torayish** – Mahalliy koeffisienti ξ kesimlar o'zgarishiga bog'liq bo'lib, ularning nisbati $\frac{S_1}{S_2}$ ortishi bilan ortadi. Bu holda energiyaning kengayishga nisbatan kam bo'ladi.

4). **Tekis torayish** – Mahalliy qarshilik koeffisienti kesimlar nisbati $\frac{S_1}{S_2}$ ning va konusli burchagi α ning ortishi bilan ortadi.

Keskin torayish vaqtida ham, tekis torayish vaqtida ham 2-2 kesimda 1-1 kesimga nisbatan bosim kamayib ($r_2 > r_1$) va tezlik ortadi ($v_2 < v_1$).

5). **Tirsak** – Mahalliy qarshilik ko'ffisienti ikki trubaning tutashish burchagiga bog'liq bo'lib, bu burchakning ortishi bilan ortadi. ξ ning φ ga bog'liqligi asosan tajribada tekshirilgan bo'lib, ba'zi soddada hollarda oqimchalar nazariyasida ko'rilgan.

6). **Burilish** – Mahalliy qarshilik ko'ffisienti burilish burchagi φ ga va turba diametri D ning burilish radiusi R_b ga nisbatiga bog'liq bo'ladi. Burilishda ξ truba diametrining burilish radiusiga nisbati $\frac{D}{R_b}$ ortishi bilan ortadi.

7). **Trubaga kirish** – Truba biror suyuqlik bilan to'la idishga tutashtirilgan hol. Bu holda quyidagi o'tkir burchaklarni aylanib o'tish uchun suyuqlik energiyasi sarf bo'ladi. Bunda mahalliy qarshilik ko'ffisientining qiymati $\xi=0,5$ ga teng bo'ladi.

Kirishdagi o'tkir burchaklar silliqqlanib, trubaga suyuqlik kirishiga kam qarshilik ko'rsatadigan shakl berilgan bo'lsa, ξ ning miqdori kirishning silliqqlik darajasiga qarab $\xi=0,04-0,1$ atrofida bo'ladi (ko'p hollarda $\xi=0,08$ qabul qilinadi).

8). Diafragma deb trubaprovodka o'rnatilgan va suyuqlik sarfini o'lchash uchun ishlatiladigan o'rtasi teshik diskka aytiladi (3.12-rasm). Bu holda mahalliy qarshilik ko'ffisienti trubaning kesimi S_1 va diafragma teshigi kesimi

S_0 nisbatlari $\frac{S_0}{S_1}$ ga bog'liq bo'ladi va bu nisbatning ortishi bilan kamayib boradi (7-1-jadval).

7-1-jadval. Diafragma uchun qarshilik ko'ffisientining o'zgarishi

$\frac{S_0}{S_1}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ξ	226	47,8	17,5	7,80	3,75	1,80	0,80	0,29	0,06	0,00

9). **Zadvijka** – Mahalliy qarshilik ko'ffisienti zadvijkaning ochilish darjasi $\frac{h}{D}$ ga bog'liq bo'lib, uning ortishi bilan kamayib boradi. Zadvijkaning o'rtacha ochilishiga $\xi=2,0$ to'g'ri keladi.

10). **Drossel klapan va probka kran.** Bu hollarda tashqari ventillar, kranlar va boshqalarda ham mahalliy qarshilikning kamayishini kuzatish mumkin.

Biz mahalliy qarshiliklarni vujudga keltiruvchi to'siqlarning turlari to'g'risida to'xtalib o'tdik. Bu to'siqlarda oqimning trubulent tarkibiga xos bo'lgan qarshilik ko'ffisientining o'zgarishini ko'rgan edik. Turbulent harakat vaqtida ko'ffisient ξ qarshilik ko'rsatuvchi to'siq shakliga, kattaligiga, to'siqlarning ochilish darajasiga bog'liq bo'lishdan tashqari, suyuqlik harakatining tarkibiga, ya'ni Reynoldson sonining katta qiymatlarida harakat tartibi trubulent bo'lsa, mahalliy qarshilik ko'ffisienti ξ ni Re soniga bog'liqligi juda ham sezilarsizdir va bu bog'liqlikni to'siqlar shakli, turi va ochilish darajasining ta'siriga nisbatan hisobga olmaslik mumkin.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Veysbax formulasini yozing.
2. Mahalliy qarshilik nima?
3. Borda formulasini keltirib chiqaring.
4. Keskin kengayishni tushuntiring.
5. Keskiy torayishni tushuntiring.
6. Tekis kengayishni tushuntiring.
7. Mahalliy qarshilik ko'ffisientini tushuntiring.
8. Keskin kengayish ko'ffisientini toping.
9. Keskiy torayish ko'ffisientini toping.
10. Mahalliy qarshilik ko'ffisientini toping.

8-dars. Oqimning keskin kengayishi. Trubalarning gidravlik hisobi. Gidravlik zarb hodisasi.

Ma'ruza rejasi:

1. Bord teoremasi.
2. Trubalarning turlari.
3. Gidravlik hisoblash.
4. Gidravlik zarbni hosil bo'lishi.

5. Zarb to'liqini.
6. Jukovski formulasi
7. Oqimning keskin kengiyishi (Bord teoremasi)

Tayanch so'z va iboralar

Tezlik, sarf, ishqalanish, ishqalanish koeffitsienti, Bord teoremasi, trubalarni turlari, oddiy trubalar hisobi, murkkab trubalar hisobi, Gidravlik zarb, to'liqin, to'liqin tezligi, bosimni ortishi, bosimni kamayishi, zichlik, gidravlik taran, suyuqlik tezligi.

Muammolar;

1. Gidravlik zarbni hosil bo'lishini tushintirib bering.
2. Gidravlik zarbani foydali va zararli tomonlarini ayting.
3. Jukovski formulasini tugri zarba uchun keltirib chiqaring.

Adabiyotlar; (1,2,3,6)

Trubaning keskin kengayishi va bu vaqtda oqimning ta'miniy sxemasi keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, oqim trubaning tor kesimidan keng kesimiga o'tganda burchaklarda suyuqlik truba sirtidan ajaraladi. Natijada oqimning keskin kengayishi va oqim sirti bilan truba devori orlasidagi 'alkasimon oraliqda aylanma (uyurmali) harakat vujudga keladi. Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, asosiy oqim bilan aylanayotgan suyuqlik o'rtasida zarrachalar u tomondan bu tomonga o'tib turadi. Trubaning keskin kengayishida mahalliy qarshilik koeffitsienti nazariy usul bilan hisoblanishi mumkin.

Buning uchun trubaning tor qismida 1-1 kesim olamiz. Trubaning kengaygan qismida (keskin kengayishdan so'ng oqim kengayib barqarorlashgan qismida) esa 2-2 kesim olamiz 1-1 kesimda tezlik v_1 , bosim r_1 , 2-2 kesimda esa tezlik v_2 va bosim r_2 bo'lsin. Bu kesimlarga ppezometr o'rnatib, $r_2 > r_1$ bo'lgani uchun 1-1 kesimda ppezometrik suyuqlik sat'i 2-2 kesimdagi ppezometrda suyuqlik sat'idan h ga past bo'ladi.

Agar kesimning kengayish hisobiga gidravlik yo'qotish bo'lmaganda bu faqat Δh miqdorda ko'proq bo'lar edi. Ana shu ikkinchi ppezometrda suv sat'ining Δh ga pasayib qolishi mahalliy gidravlik yo'qotishdan iborat bo'ladi.

1—1 kesimning sirti S_1 , 2-2 kesimning sirti S_2 bo'lsin. U holda bu kesimlar yuzasi bo'yicha tezlik bir xil (ya'ni $\alpha_1 \approx \alpha_2 \approx \alpha_3 = 1$) deb hisoblasak, Bernulli tenglamasi shunday yoziladi:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_{\text{emiz}} \quad (3.85)$$

Endi, 1-1 va 2-2 kesimlar o'rtasidagi suyuqlikning silindirik 'ajmi uchun harakat miqdorining o'zgarishi teoremasini qo'llaymiz. Buning uchun yon sirtlarda urinma zo'riqishni taxminan nolga teng deb hisoblab, aytilgan 'ajmga ta'sir qilayotgan tashqi kuchlar impulsini hisoblaymiz 1-1 kesimni truba kengayish kesimining ustida olingan deb qarash mumkin. U holda silindr asoslarining yuzalari tengligidan ularga ta'sir qiluvchi impuls o'zgarishi shunday yoziladi:

$$(r_1 - r_2)S_2$$

1-1 kesimdagi harakat miqdori $\rho Q v_1$ va 2-2 kesimdagi harakat miqdori $\rho Q v_2$ bo'lgani uchun ular orasidagi harakat miqdorining o'zgarishi quyidagiga teng:

$$\rho Q (v_2 - v_1)$$

Bu ikki miqdorni tenglashtirib ushbu tenglamani olamiz:

$$(r_1 - r_2)(S_2 = \rho Q (v_2 - v_1))$$

Tenglamani ikki tomonini $S_2 \gamma$ ga bo'lsak, $Q_2 = v_2 S_2$ ni hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma} \frac{\rho Q}{\gamma S_2} (v_2 - v_1) = \frac{v_2}{g} (v_2 - v_1) \quad (3.86)$$

Oxirgi tenglamaning $v_2(v_2 - v_1)$ xadi ustida quyidagi amallarni bajarmiz:

$$v_2(v_2 - v_1) = v_2^2 - v_2 v_1 = \frac{v_2^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - \frac{2v_2 v_1}{2} + \frac{v_1^2}{2} + \frac{v_1^2}{2}$$

u holda (3.8) tenglama ushbu ko'rinishga keladi:

$$\frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{2v_2 v_1}{2g} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} + \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

Oxirgi tenglama xadlarini bir xil indekslar bo'yicha gruppallasak:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

Bu tenglmani (3.85) bilan solishtirsak

$$H_m = h_{\text{keh}} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \quad (3.87)$$

Ekanligi kelib chiqadi.

(3.87) formulaga Bord formulasi deyiladi.

Endi (3.87) formulaga uzluksizlik tenglamasi

$$v_1 S_1 = v_2 S_2 \text{ yoki } v_2 = \frac{S_1}{S_2} v_1$$

ni qo'llasak, u quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$H_m = (v_1 - \frac{S_1}{S_2} v_1)^2 \frac{1}{2g} = (1 - \frac{S_1}{S_2})^2 \frac{v_1^2}{2g}$$

bu munosabatni (3.84) ga solshitirib, keskin kengayish uchun maxalliy qarshilik koeffisienti formulasini keltirib chiqaramiz:

$$\xi = (1 - \frac{S_1}{S_2})^2 \quad (3.88)$$

Bu olingan munosabat tajribalarida tasdiqlanishicha, turbulent oqimlar uchun olingan tajriba natijalariga juda yaqin keladi. SHuning uchun hisoblash ishlari uchun (3.88) keng qo'llaniladi. Trubaning kengaygan qismi avvalgi qismidan juda keng bo'lsa ($S_2 > S_1$) $\xi \approx$ bo'ladi

va $N_m = \frac{v_1^2}{2g}$. Bu xususiy holda oqimning butun kinetik energiyasi mahalliy qarshilikni engish

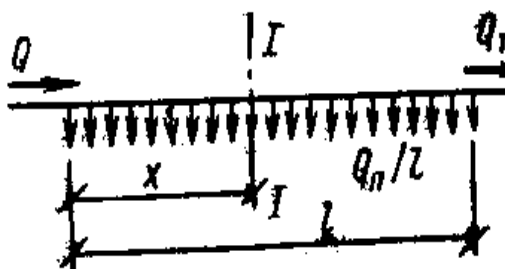
uchun sarf bo'ladi.

SHuni aytish kerakki, ko'rilgan holda energiya sarfining hammasi trubaning keskin kamaygan qismida oqimning truba sirtidan ajralishi hisobiga hosil bo'lgan uyurmali harakatning vujudga kelishiga va uning yangilanib turishiga sarf bo'ladi.

Trubalarning turlari

Trubalarning geometrik o'lchamlari (diametri, uzunligi) ni ma'lum sarfga moslab hisoblash, yoki berilgan bosimda o'lchamlari berilgan. Trubalarning sarflarini hisoblashga trubalarni gidravlik hisoblash deyiladi.

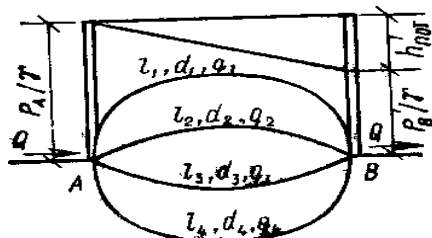
Gidravlik hisoblashda trubalarning uzunligi hisoblashning gidravlik shartlariga ko'ra ikki turga bo'linadi: uzun va qisqa trubalar.



Qisqa trubalar deb, uncha uzun bo'lmagan va mahalliy qarshiliklari umumiy qarshilikning kamida 5-10% ni tashkil qiladigan trubalariga aytiladi. Bularga misol qilib, nasoslarning so'rish trubasini, avtotraktor va boshqa qurilmalar dvigatellarining benzin va moy o'tkazuvchi trubalarini, gidrouzatmalaridagi tutashtiruvchi trubalarni va 'okazolarni keltirish mumkin.

Uzun trubalar deb, ancha uzoq masofaga cho'zilgan va gidravlik qarshiliklarning asosiy qismini ishqalanish qarshiligi tashkil qilgan trubalarga aytiladi. Bunday trubalarda mahalliy qarshiliklar alo'ida hisoblanmay, ishqalanish qarshiligining 5-10% i ga teng deb qabul qilinadi.

Bularga vodoprovod trubalari, neftp va gaz trubalari va boshqalar misol bo'ladi. Trubalar ishlash sxemasiga qarab 2 turga bo'linadi; sodda trubalar murakkab trubalar sodda trubalar tarmoqlariga bo'linmagan trubalardir. Murakkab trubalar esa bir necha tarmoqlarga bo'lingan trubalardir. Bundan tashqari, trubalar tupik va yopiq trubalarga ajraladi. Yopiq trubalar ishonchli bo'lib uning ayrim qismlari buzilganda, ularni remont qilish davomida suv ta'minoti



to'tamaydi. Yuqorida aytilganlardan tashqari tranzit sarf trubalari ham mavjud bo'lib, ularda suyuqlik yo'l

1.-rasm. Trubalarning turlari.

bo'yicha o'zgarmay qolishi yoki tekkiz

taqsimlanib borishi mumkin.

Gidravlik zarba hodisasi

Trubalarda gidravlik zarba hodisasi deformasiyalanuvchi trubalardagi kam siqiluvchisuyuqlikning 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. Bosimning bunday o'zgarishi suyuqlikning va truba devorlarining deformasiyalanishi bilan bog'liqdir.

Gidravlik zarba ko'p hollarda jo'mrak yoki oqimning boshqaruvchi biror boshqa qurilmaning tez ochilishi yoki yopilishi natijasida sodir bo'ladi. Unga boshqa hodisalar ham sabab bo'lishi mumkin. Trubalardagi gidravlik zarbani birinchi marta prof. N.E.Jukovskiy nazariy asoslagan va tajribada tekshirib ko'rgan va uning "O gidrolicheskom udare, nomli asarida (1899 y.) e'lon qilingan. Suyuqlik v_0 tezlik va r_0 bosim bilan harakat qilayotgan trubaning oxiridagi kran jo'mrak "J" bir onda yopilsin deylik. U holda kran (yopilganidan so'ng) birinchi etib kelgan suyuqlik zarrachalarining tezligi so'nib ularning kinetik energiyalari trubaning devorlarini va suyuqlikni deformasiyalash ishiga aylanadi. Bu erda gidravlikning avval ko'rilgan bo'limlaridagi kabi suyuqlik siqilmaydi deb hisoblamay, uning siqilishi oz miqdorda bo'lsa ham hisobga olishga to'g'ri keladi, chunki shu siqlish katta va chekli miqdordagi zarba bosimi Δr_3 ni vujudga keltiradi. SHunday qilib jumrak oldida hosil bo'lgan Δr_3 qo'shimcha bosimga mos ravishda truba devorlari cho'zilib, suyuqlik siqiladi. Jo'mrak oldida to'tatilgan suyuqlik zarrachalariga qo'shni bo'lgan zarrachalar ham etib keladi va ularning ham tezliklari so'nadi. Natijada bosim oshish chegarasi (a-a kesim) jo'mrakdan taominlovchi idish tomonga, zarba to'lqinining tezligi deb ataluvchi a tezlik bilan siljib boradi. Bosimi Δr_3 ga o'zgargan so'aning o'zi esa zarba to'lqini deb ataladi. Bu to'lqin idishga etib borganda esa, suyuqlik butun truba bo'yicha to'xtagan va siqilgan bo'lib, truba devorlari esa butunlay cho'zilgan bo'ladi. Bosimning zarbali ortishi Δr_3 esa truba butunlay tarqalgan bo'ladi. Lekin trubadagi suyuqlik keng vaznli holatda bo'lmaydi. Bosimlar farqi Δr_3 ta'sirida suyuqlik trubadan idishga oqqa boshlaydi. Bu oqim idishning bevosita oldida turgan zarralardan boshlanib, uning chengarasi (a-a kesim, teskari yo'nalishda) kran tomonga a tezlik bilan harakat qiladi va ketida tiklangan r_0 bosimli v_0 tezlikka esa suyuqlik oqimin qoldiradi. Suyuqlik va truba devorlari elastik deb qaralib, r_0 bosimi tiklanishi bilan o'z holiga qaytadi. Deformasiya ishi qayta kinetik energiyaga aylanib, suyuqlik yana avvalgi v_0 tezligiga esa bo'ladi va teskari yo'nalishda oqa boshlaydi. Suyuqlik ustuni ana shu tezlik bilan oqishda davom etib, jo'mrakdan uzilishga intiladi. Natijada krandan idishga a tezlikda harakat qiluvchi manfiy zarra to'lqini vujudga keladi va u bosimni Δr_3 ga kamaytirib, truba devorini toraytirib, suyuqlikni kengaytiradi. Suyuqlikning kinetik energiyasi esa yana deformasiya ishiga aylanadi, lekin bu ish endi manfiy bo'ladi. Bu harakat davom etib borib, manfiy zarra to'lqini ham idishga etib keladi. Musbat zarba to'lqinidagi bu kabi holat ham teng vazndi bo'lmaydi va natijada trubada yana bosim tiklana boshlaydi, suyuqlik esa v_0 tezlikka erishadi. Idishdan qaytgan zarba to'lqini jo'mrakka etib borishi bilan jo'mrak yopilgandagina o'xshash hodisa yana vujudga keladi. SHundan so'ng butun sikl takrorlanadi.

N.E.Jukovskiy tajribalarida bunday siklning 12 marta takrorlanishi qayd qilingan, lekin hil bir navbatdagi siklda, ishqalanish kuchi va energiyaning idishdagi suyuqlikka o'tishi natijasida Δr_3 kamayib borgan. Gidravlik zarbaning vaqt davomida o'tishi 50-rasmda diagramma ko'rinishda tasvirlangan. Diagramma jo'mrak bir onda yopilgan deb qarab, jo'mrakning oldidagi k nuqtadagi bosimning nazariyadagi o'zgarishi Δr_3 tutash chiziq bilan

tasirlangan. Trubaning o'rtasida v nuqtaga zarba bosimi $\frac{l}{2a}$ vaqtga kechikib keladi va to'lqinning bu nuqtadan

idishga borib qaytib kelgunicha, ya'ni $\frac{l}{a}$ vaqt saqlanib turadi. So'ng v nuqtada bosim r_0 ga tiklanadi (ya'ni $\Delta r_3=0$) va shu holda teskari to'lqin etib kelguncha $\frac{l}{a}$ vaqt saqlanadi.

Bosimning 'a'qiqiy o'zgarishi ham bo'lib, u pnuktir chiziq bilan ifodalangan. Bunday ko'rinadiki 'a'qiqiy bosim grafiği tik o'zgargani bilan, bu o'zgarish keskin emas. Bundan tashqarish, tebranish so'nib boradi, ya'ni uning amplitudasi energiyaning sarf bo'lish hisobiga kamayib boradi.

Gidravlik zarba vaqtida bo'ladigan o'zgarishlarni va zarba kuchini hisobga olish uchun zarba bosimi Δr_3 ning qiymatini aniqlash kerak. Buning uchun zarba bosimi ostida suyuqlikning siqilgan holi uchun harakat miqdorini o'zgarishi haqidagi teoremani qo'llaymiz. SHu maqsadda trubadagi suyuqlikning dx elementar masofaga dt vaqtda siljishini ko'ramiz. Buning uchun biror vaqtda trubadagi suyuqlikning jo'mrak oldi dagi Δl bo'lagi zarba ta'sirida siqilgan bo'lsin. U holda suyuqlikka idish tomonidan $R_1=r_0S$ bosim kuchini, kran tomonidan esa $R_2=(r_0+\Delta r_3) \cdot S$ kuchi dt vaqt ta'sir qiladi. Suyuqlikning zarba etib kelmagan qismining harakat miqdori $\rho S v_0 dx$, zarba ta'siri ostidagi qismining harakat miqdori $\rho S \cdot Q \cdot dx$ bo'ladi. SHunday qilib, ko'rilayotgan holda harakat miqdorining o'zgarishi haqidagi teorema qo'llangan muvozanat tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$(r_0 + \Delta r_3) S dt - d_0 S dt = \rho S v_0 dx$$

Bu tinglikdan

$$\Delta r_3 S dt = \rho S v_0 dx$$

yoki

$$\Delta r_3 = \rho v_0 \frac{dx}{dt}$$

Bu erda $\frac{dx}{dt}$ - zarba to'lqining tarqalish tezligi.

$$a = \frac{dx}{dt}$$

dan iborat va oxirgi tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\Delta r_3 = \rho v_0 a$$

Bu formula N.E.Jukovaskiy formulasidir. Undan ko'rinatidiki, gidravlik zarba bosimi suyuqlikning zichligi, tezligi va shu suyuqlikda to'lqin tarqalishi tezligiga proporsional bo'lib ularning ko'paytmasiga teng. Agar suyuqlikda to'lqing tarqalish tezligini aniqlasak, tezlikni o'lchab (zichlik jadvallaridani ma'lum), formula yordamida zarba bosimini topa olamiz. SHuni aytish kerakki, a suyuqlikning va trubaning elastiklik xossalariga bog'liq. Bu bog'liqlikni aniqlash uchun trubadagi suyuqlik kinetik energiyasining deformatsiyaga sarf bo'ladigan ishga aylanishini tekshiramiz. Radiusi R bo'lgan tubadagi suyuqlikning kinetik energiyasi quyidagicha teng:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{1}{2} \pi R^2 l \rho v_0^2$$

Trubani deformatsiyalashga ketgan ishi A_1 kuchining cho'zilishga ko'paytmasining yarmiga teng. Deformatsiya ishini zarba kuchining ΔR yo'lga sarf bo'lgan ish sifatini topamiz:

$$A_1 = \frac{1}{2} \Delta r_3 2 \pi R l \Delta R$$

Guk qonuniga asosan

$$\sigma = E \frac{\Delta R}{R}$$

Bu erda σ -truba devoridagi normal zo'riqish, u turabning qalinligi δ va zarba kuchi Δr_3 bilan quyidagicha bog'langan:

$$\sigma = \frac{\Delta p_3}{\delta} R$$

Bu munosabatlardan foydalanib trubani deformatsiyalash ishini quyidagicha yozimiz:

$$A_1 = \frac{\Delta p_0^2 \pi R^3 l}{\delta E}$$

Endi trubadagi suyuqlikni Δl masofadagi (52-rasm) siqish ishi A_2 ni topamiz. Bunda siqilgan suyuqlik sarfi $S \cdot \Delta l$ desak,

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot S \Delta l \Delta r_3 = \frac{\pi R^2}{2} \Delta l \cdot \Delta r_3$$

Guk qonuniga o'xshash, suyuqlikning chiziqli cho'zilishi xarba kuchi bilan quyidagicha bog'langan:

$$\Delta r_3 = K \frac{\Delta l}{l}$$

bu erda K -suyuqlikning elastikli moduli. U holda

$$A_2 = \frac{1}{2} \frac{\Delta p_0^2 \pi R^2 l}{K}$$

Kinetik energiya A_1 va A_2 ishlarning qig'indisiga teng, ya'ni

$$\frac{1}{2} \pi R^2 \rho v_0^2 = \frac{\Delta p_0^2 \pi R^3 l}{\delta E} + \frac{\Delta p_0^2 \pi R^2 l}{K}$$

Bu tenglamani Δr_3 ga nisbatan eksak

$$\Delta p_3 = \rho v_0 \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho R}{\delta E}}}$$

N.E.Jukovski formulasi umumiyroq ko'rinishda topdik. Oxirgi ikala formulani solishtirsak, suyuqlikda to'lqin tarqalish tezligi uchun quyidagi formulani olamiz:

$$a = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho R}{\delta E}}}$$

Bu miqdorning o'lchovi tezlik o'lchoviga teng. Uning fizik ma'nosini aniqlash uchun trubani deformasiyalanmaydigan (ya'ni $E = \infty$) deb qaraymiz. U holda ildiz ostidagi ikkinchi 'ad nolga aylanadi va

$$a = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

bo'lib qoladi. Oxirgi formula zichligi ρ va elastikli moduli K bo'lgan bir jinsli suyuqlik uchun tovush tezligidan iboratdir. SHunday qilib, trubalarda gidravlik zarba to'lqinining tarqalish tezligi formula yordamida hisoblanadi. Bs tezlik suv uchun 1435 m/s, benzin 1116 m/s, yog'lar uchun 1400 m/s deb taxminiy hisoblash mumkin. Albatta, trubaning materialiga qarab u ko'proq yoki kamroq bo'ladi.

NAZORAT SAVOLLARI:

4. Gidravlik zarbni hosil bo'lishi.
5. Zarb to'lqini.
6. Gidravlik zarbada to'lqin harakati.
7. Gidravlik zarbada to'lqin fazalari.
8. Gidravlik zarbani foydali tomonlari.
9. Gidravlik zarbani ziyoni.
10. Gidravlik zarba xodisasini tushuntiring.
11. Bord teoremasini tushuntiring.
12. Mahalliy qarshilikni tushuntiring.
13. Yo'qotilgan bosimni tushuntiring.
14. Ishqalanish koeffisientini tushuntiring.
15. Oddiy truboprovodlarni tushuntiring.
16. Murakkab truboprovodlarni tushuntiring.
17. Truboprovodlarni gidravlik hisobi.
18. Bord teoremasini tushuntirib bering.
19. Turbalarni turlarini ayting.

9-mavzu. Gidravlik mashinalar va ularning klasifikatsiyasi. Nasoslar va ularni ishlash prinsipi bosimi, ish unumdorligi va F.I.K. Hajmiy markazdan qochirma nasosning tuzilishi va ishlash prinsipi.

Ma'ruza rejasi:

1. Gidravlik mashinalar.
2. Nasoslarning turlari.
3. Porshenli nasoslar.
4. Porshenli nasos bosimi, unumdorligi.
5. Nasoslarda energiya balansi, F.I.K va boshqa parametrlari.
6. Nasos tuzilishi va ishlash prinsipi.
7. Nasos ish prosessining fizikaviy mohiyati.
8. nasoslarning boshqa turlari.
9. Markazdan qochma nasos tuzilishi.
10. O'qiy nasoslarning tuzilishi.

Tayanch so'z va iboralar; gidravlik mashinalar, nasoslar, porshenli nasoslar, markazdan qochma nasos, o'qiy nasos, nasoslarni asosiy ko'rsatkichlari.

Muammoalar;

1. Gidravlik mashinalarni qo'llanish sohalari aytib bering.
2. Nasoslarni qaysi biri afzal va nima uchun?

Adabiyotlar; (1,2,4,5)

1. Suyuqlik energiyasini mexanik energiyani bir turdan-ikkinchi turga aylantiruvchi qurilmalar gidromashinalar deyiladi. Gidromashinalar vazifasiga ko'ra quyidagilardan bo'linadi.

1. Gidrostatik mashinalar:

Bunda suyuqlikning muvozanat xolatidan foydalanib mexanik kuchni suyuqlikning potensial energiyasiga aylantirish usuli bilan kuchaytirib yoki susaytirib beradi. Gidropress, gidrokkumlyator, gidromulg'tiplikator.

3. Nasoslar: Mexanik energiyani suyuqlik energiyasiga aylantirib beradi.
4. gidrodvigatellar: Suyuqlik energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beradi.
5. Gidroyuritgichlar: Mexanik energiyani suyuqlik vositasida bir harakatlanuvchi qismdan ikkinchi harakatlanuvchi qismga o'zatadi.

2. Nasoslarni tuzilishi, turli parametrlari, suyuqlikka energiya berish usuli va boshqalarga qarab turlicha klassifikasiyalanadi.

Nasoslar: ishlash prinsipiga qarab ikki guruxga bo'linadi:

1. Kurakli (lopasli) nasoslar
2. Hajmiy nasoslar.

Kurakli nasoslar o'zining tizilishi jixatidan ya'ni valiga o'rnatilgan kuchi g'ildirakning soniga qarab bir pog'onali va ko'p pog'onali nasoslarga bo'linadi.

Hajmiy nasoslar suyuqlikni so'rish usuliga qarab bir tomonlama so'ruvchi, ikki tomonlama o'ruvchi nasoslarga hamda porshenli va rotorli nasoslarga bo'linadi.

3. Porshenli nasoslar suyuqlikni ilgari lanma qaytma harakatida hosil bo'lgan bosimni ortishi yoki kamayishi hisobiga suyuqlikni so'rish yoki xaydash imkoniyatiga ega bo'ladi.

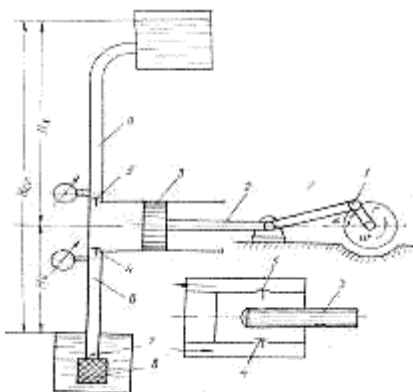
a) K_1 -haydash, K_2 -so'rish klapani

Porshen-ilgarilanma, qaytma harakat qiladi.

Tuzilishi:

Nasos quyidagi qismlardan iborat bo'ladi.

1. Krivoship shatunli mexanizmi.
2. SHtok
3. Porshen
4. So'rish klapani
5. So'rish trubkasi
6. Tirgak klapan
7. Filtr



8. Haydash klapan
9. Haydash trubkasi

N_x -haydash balandligi

N_s -so'rish balandligi

N_{sm} -to'liq gidrostatik bosim.

Ishlash prinsipi.

Porshen (3) oldiga harakat qilganda ishchi bo'shliqdagi bosim ortib boradi. SHunda so'rish klapani (4) yopiladi. Bosimni ortishi, davom etadi, shu bilan suyuqlikni xaydash bosimi R_x - ma'lum miqdorga etganida xaydash klapani (8) -ochilib suyuqlik xaydash trubkasi (9) ga o'tadi. Suyuqlikni xaydash porsheni eng chekka nuqtasiga etguncha davom etadi. Buning asosiy

sababchisi nasosda hosil bo'layotgan bosimdir.

SHuning uchun ham nasosdan o'tayotgan suyuqlikni birlik og'irligiga berilgan energiyaga teng energiyasi nasosning bosimi deb qabul qilingan.

Nasosning bosimi N-juda ko'p faktorlarga bog'liqligi uchun 2-usul bilan hisoblanadi.

Nasosga kirishdagi energiya,
$$l_1 = H_c + \frac{P_c}{\gamma} + \frac{V_c^2}{2g} \quad (1)$$

Siqishdagi esa,
$$l_2 = H_c + H_0 + \frac{P_x}{\gamma} + \frac{V_x^2}{2g}$$

N_s - R_s - V_c - so'rishdagi, balandlik, bosim, tezlik.

N_0 -kirishdagi vakuummetr, chiqishdagi manometr ko'rsatishlaridagi farq. R_x - V_x -xaydashdagi bosim, tezlik.

CHiqish va kirishdagi solishtirma energiyalar farqini hisoblab, nasosdan o'tayotgan suyuqlik olgan energiya topiladi. (bu bosimga teng edi.)

$$H = l_2 - l_1 = (H_c + H_0 + \frac{P_x}{\gamma} + \frac{V_x^2}{2g}) - (H_c + \frac{P_c}{\gamma} + \frac{V_c^2}{2g}) = H_0 + \frac{P_x - P_c}{\gamma} + \frac{V_x^2 - V_c^2}{2g} \quad (3)$$

Nasosda so'rish bosimi vakuummetr ko'rsatish bo'yicha

$R_s = R_{atm} - R_{vakum}$ (3') dan, nasosning xaydash bosimi esa, manometr ko'rsatish bo'yicha

$R_x = R_{atm} + R_{manometr}$ (3'')

So'rish va xaydash bosimlari ko'rsatkichlarini balandlik bosimi orqali ifodalasak

$$N_{vak} = \frac{P_{vak}}{\gamma} \quad (4) \quad N_{man} = \frac{P_x}{\gamma} \quad (4')$$

Bularni inobatga olgan xolda nasos bosimi uchun quyidagi munosabatni hosil qilamiz.

$$N = N_{man} + N_{vak} + N_0 + \frac{V_x^2 - V_c^2}{2g} \quad (5)$$

2-usulda. Bunda ta'minlovchi idishdagi suyuqlik satxiga tegishli kesim (1-1) va nasosga kirishdagi (2-2) kesimlar uchun Bernulli tenglamasi yoziladi.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_c}{\gamma} + \frac{V_c^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

Nasosdan chiqishdagi kesim (3-3) va suyuqlikni eng yuqori ko'tarilish satxi (4-4) kesimli bo'lsin. Bu xol uchun Bernulli tenglamasi.

$$Z_3 + \frac{P_x}{\gamma} + \frac{V_x^2}{2g} = Z_4 + \frac{P_4}{\gamma} + \frac{V_4^2}{2g} + h_x \quad (2)$$

h_e va h_x lar gidravlik qarshiliklar.

Z_1 ; Z_2 ; Z_3 ; Z_4 - geometrik badandligi

(1) va (2) dan $Z_2 - Z_1 = H_1$, $Z_4 - Z_3 = H_2$

belgilashni kiritib tenglikdan R_e -so'rish va R_x xaydash bosimlarini topamiz.

$$\frac{P_c}{\gamma} = \frac{P_1}{\gamma} - H - \frac{V_c^2}{2g} - h_e \quad (3) \quad \frac{P_x}{\gamma} = \frac{P_4}{\gamma} + H_2 - \frac{V_x^2}{2g} + h_x \quad (3')$$

Bularni birinchi usuldagi (3) formulaga qo'yib,

$$H = \frac{P_4 - P_0}{\gamma} + H_0 + H_2 + H_1 + h_e + h_x \quad (4) \text{ quyidagi (4) tenglamaga ega bo'lamiz. } N_0 + N_2 = N'$$

$N_{sm} = N_0 + N_2 + N_1$ bular nasos chizmasidan ko'rinib turibdi, shularga asosan bu nasosning bosimidir.

$$N = N_{sm} + h_c + h_x \quad (5)$$

(5) dan ko'rinib turibdiki, ochiq idishlarda nasos bosimi suyuqlikni ko'tarish, so'rish-va xaydash trubalaridagi qarshilikni engishga sarflanadi. SHunga arab nasosning unumdorligi ham aniqlanadi. Nasosning unumdorligi yoki sarfi deganda birlik vaqt ichida so'rgan suyuqlik hajmiga aytiladi. Demak, porshenli nasosning sarfi F-porshen ko'ndalang kesim yuzasi

L-porshenning yurish yo'li

n-pordenni bir minutdagi borib kelish vaqti.

$$Q = F \cdot L \cdot \frac{n}{60} \quad (6)$$

Agar nasosda porshenlar soni birdan ortiq bo'lsa, ko'p porshenli nasos hisoblanib sarfi

$$Q = FL \cdot \frac{n}{60} \cdot i \quad (6') \text{ dan topiladi.}$$

i-porshenlar soni.

Nasos soʻrilayotgan suyuqlikka maʼlum miqdor energiya beradi. Bu energiya nasosga dvigatelgʻ tomonidan berilgan energiyaga teng emas, dvigatelgʻ energiyasining bir qismi suyuqlikka, berilguncha sarf boʻlib ketadi. Bu sarfni nasosning quvvati va f.i.k. ni tekshirish orqali topiladi.

Nasos quvvati deb uning vaqt birligi ichidagi bajargan ishiga aytiladi. Nasos t-vaqtda G-kg suyuqlikni koʻtargan, bosimi-N boʻlsa, uning bajargan ishi

$$A = G_c \cdot H \cdot t \quad (1)$$

Quvvat esa $N = \frac{A}{t} = \frac{G_c H}{t}$ (2) lekin $G = \gamma \cdot Q$ edi $N_\phi = \gamma QH$ (2ʻ) birligi $\frac{KZ \cdot M}{C}$

$$N_\phi = \frac{\gamma QH}{\eta \cdot ior} (K \cdot BT) \text{ da } N_\phi = \frac{\gamma QH}{\eta 75} \text{ ot kuchida}$$

N_f-nasosning suyuqlikka berilgan energiyasi

N-esa dvigatelgʻning valni aylantirishga sarflangan energiyasi.

Nasosning F.I.K. $\eta \frac{N_\phi}{N}$ (3)

Bu fayldagi quvvatni, nasos valiga berilgan quvvatga nisbati, demak bu, miqdor suyuqlikni koʻtarishdagi barcha energiyani yoʻqotishlarni ifodalovchi miqdordir. Bu yoʻqotishdagi miqdorlar 3-turga boʻlinadi.

1. Gidravlik-yoʻqotish; nasosda mavjud boʻlgan jamiki gidravlik ishqalanishlarni engish uchun sarflangan energiya. B uyoʻqotishgan energiya F.I.K. bilan xioblanadi.

$$\eta_{\text{gidravlik}} = \frac{H}{H + \sum h_{\text{nasos}}} \quad (4)$$

$\sum h_{\text{nasos}}$ – nasosdagi barcha yoʻqotishlar yigʻindisi.

2. Mexanik – nasosning oʻz extiyoji uchun sarflangan quvvat yoʻqotishdir. (podshipnik, krivoship, shatungʻ v.x.k lar ishqalanishni engish uchun)

$$\eta_m = \frac{N_i}{N_e} \quad (5)$$

Ni-indikator quvvati

N_v- nasos validagi quvvat

$$N_i = N_v - T_u \quad (5ʻ)$$

Bundagi N_u-mexanik yoʻqotishlarga sarflangan quvvat

$$\eta_m = \frac{N_e - N_u}{N_e} \quad (5ʻʻ)$$

3. Hajmiy yoʻqotish.-bu nasosning ish kamerasini etarli toʻlmasligi natijasida vujudga keladi.

$$\eta_x = \frac{Q}{Q + \Delta Q} \quad (6)$$

SHunday qilib, nasosning asosiy parametrlaridan biri toʻliq F.I.K. yuqoridagi 3la F.I.K. larning koʻpaytmasidan iborat.

$$\eta = \eta \cdot \eta_m \cdot \eta_x \quad (7)$$

Porshenli nasoslarni qoʻllanilish sharoitiga qarab turlicha konstruksiyalanadi.

1. YUritgichga qarab.

a)yuritgichi krivoship-shatunli.

b) yuritgichi krivoshipsiz.

v) bevosita ishlovchi

g) qoʻl nasoslari

2. Oʻqining joylashuviga qarab.

a) gorizontall

b) vertikal oʻqli

3. Tortadigan suyuqligiga qarab.

a) suvli

b) issiqlikli

v) agressiv suyuqlik

4. Aylanishlar soniga qarab.

a) Tez aylanuvchi

v) Sekin aylanuvchi

5. Suyuqlikni tortish davrida, toʻliq aylanish paytida necha marta soʻrish va xaydashiga qarab.

a) 1 b) 2 v) 3 g) koʻp tomonlama ishlovchi nasoslar.

YUqorida keltirib oʻtilganlardan tashqari shesternyalı, kolovorotlı, vintlı, plukjerlı, diafragmalı, nasoslar ham mavjud.

Nasos xalq xoʻjaligining turli-tuman sohalarida ishlatiladi.

Markazdan qochuvchi nasoslarda bosimning ko'tarilishiga ish g'ildiragi bo'ylab suyuqlik oqib o'tayotganda markazdan qochuvchi kuchlar natijasida harakat miqdorining o'zgarishi tufayli erishiladi.

So'ruvchi quvur orqali suyuqlik ish g'ildiragining markaziy qismiga kiradi. SHu g'ildiragining gaz aylanishida markazdan qochuvchi kuch ta'sirida suyuqlik g'ildirak gardishiga uloqtiriladi. Suyuqlik shu g'ildiragidan chiqib spiral kameraga kiradi, bu kamera xaydash quvuriga ulangan. Nasos ishga tushurishdan oldin so'ruvchi qismi va shu g'ildiragi suyuqlik bilan to'ldiriladi. Ularni to'ldirish uchun so'ruvchi quvurning oxirida turli klapan qabul qilgich o'rnatiladi.

1. Markazdan qochuvchi nasos shu prosesning fizikaviy mohiyati bilan tanishaylik. SHu g'ildiragida suyuqlik kanallarida suyuqlik zarralari murakkab harakat qiladi-kurakchalarni suyuqlik zarralari murakkab harakat qiladi-kurakchalarni bo'yiga tomon ilgarilanma va g'ildirak bilan aylanma harakat.

SHuning uchun quyidagi tezliklar mavjud:

$$\text{Zarraning aylanma tezligi-} U = \frac{\pi D n}{60} \quad (1)$$

D-zarrachaga aylangan aylanish diametri

n-g'ildirak chastotasi:

W-kurakchaga nisbatan zarracha siljishining nisbiy tezligi, zarraning absolyut tezligi S,-esa aylanma va nisbiy tezliklarning geometrik yig'indisiga teng. Buni esa tezlikla paralelogrammasidan aniqlash mumkin.

G'ildirak hosil qiladigan to'la bosimni aniqlash uchun Bernulli tenglamasidan foydalanamiz. Agar taqqoslash tekisligi sifatida g'ildirakning kesishtekisligi qabul qilinsa, kirishdagi va chiqishdagi nuqtalar uchun $Z_1=Z_2$. Bunda nasos g'ildiragida markazdan qochuvchi kuch tomonidan 1 kg qovushqoq suyuqlik uchun beriladigan ish

$$A = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{\omega_2^2 - \omega_1^2}{2g} \left[\frac{\kappa z \cdot M}{\kappa z} \right] \quad (2)$$

Boshqa tomondan m-massali suqlikka radial yo'nalishda dZ yo'lda ta'sir evvchi markazdan qochirma kuchning elementar ishi

$$dA = \frac{mv^2}{r} \cdot dr = mw^2 r \cdot dr \quad (3)$$

W-g'ildirak aylanishining burchak tezligi.

Markazdan qochuvchi kuchning to'la ishi.

$$A = \int_{r_1}^{r_2} mw^2 r dr = \frac{mw^2}{2} (r_2^2 - r_1^2) \quad (3)$$

$r_1 w = U_1$ $r_2 \cdot W = U_2$ ekanligini hisobga olsak va ishni suyuqlik og'irlik biriligidan nisbatan qabul qilsak.

$$A = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} \quad (4) \text{ kelib chiqadi (2) va (4) ifodalarni tengligidan } \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g}$$

(5)

Bernulli tenglamasiga binoan 1kg qayishqoq suyuqlikning g'ildirakka kirayotgandagi va undan chiqayotgandagi bosimi ($Z_1=Z_2$) bo'lgan xol uchun

$$H_1 = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{C_1^2}{2g} \quad \text{va} \quad H_2 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{C_2^2}{2g} \quad (5')$$

G'ildirak kurakchalari tomonidan 1 kg suyuqlikka beriladigan to'la nazariy bosim

$$H_m = H_2 - H_1 = \left(\frac{P_2}{\gamma} + \frac{C_2^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{C_1^2}{2g} \right) = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g} \quad (6)$$

Sxemadagi g'ildirakka kirishdagi va chiqishdagi tezliklarning o'rtasidagi bog'lanish esa

$$W_1^2 = U_1^2 + C_1^2 - \alpha U_1 C_1 \cos \alpha_1 \quad (a)$$

$$W_2^2 = U_2^2 + C_2^2 - 2U_r C_r \cos \alpha_r \quad (b)$$

(a) ni (b) dan ayirsak

$$W_1^2 - W_2^2 = U_1^2 + U_r^2 + C_1^2 - C_2^2 + 2(U_2 C_2 \cos \alpha_2 - U_1 C_1 \cos \alpha_1)$$

Bu qiymatni (6) ga qo'ysak

$$H_r = \frac{U_r C_2 \cos \alpha_2 - U_1 C_1 \cos \alpha_1}{g} \quad (7)$$

Bu Eyler tomonidan chiqarilgan va xar qanday markazdan qochuvchi mashinalar uchun yaroqlidir. Odatda suyuqlik g'ildirak kurakchasiga radial yo'nalishda $\alpha = 90^\circ$ α – ostida tushadi. $\cos \alpha_1 = 0$ bo'lib tenglamani soddalashtiramiz.

$$H_T = \frac{U_2 C_2 \cos \alpha_2}{g} \quad (7) \text{ lekin } C_2 \cdot \cos \alpha_2 = U_2 - W_2 \cos \beta_2$$

Ekanligini e'tiborga olsak

$$H_T = \frac{U_2^2}{g} \left(1 - \frac{W_1}{U_2} \cos \beta_2\right) \quad (8)$$

Xaqiqiy bosim nazariydan, ancha kam, chunki bosimning bir qismi gidravlik qarshiliklarni engib o'tishga yo'qoladi.

$$H_{x_1} = H_T \cdot \eta_r \cdot E \quad (9)$$

E-kurakchalar soni chekli bo'lganda bosimning pasayishini ko'zda tutadigan ko'fsenti bo'lib, 0,56-0,84 gacha. G'ildirak eni v bo'lganda undan chiqayotgan suyuqlikni sarflanishiga tegishli ish unumi.

$$Q = \pi D^2 \cdot b \cdot c_2 \quad (10)$$

YUqori bosimga erishish uchun ish g'ildiragi katta tezlik bilan aylantirishi kerak bo'ladi. Bunday Oildirak materialida katta kuchlanishlar hosil bo'ladi, Bu esa gidravlik yo'qotishni ko'paytiradi. SHu sababli bitta g'ildirak bilan 4-5-atm dan ortiq bo'lmagan bosim hosil qilinadi. Ortiqcha bosim hosil qilinadigan xolda nasos korpusiga ketma-ket bir necha g'ildiraklar o'rnatiladi. Bunday nasos ko'pbosqichli deb ataladi. Markazdan qochuvchi nasoslar porshenli nasoslarga nisbatan afzalliklarga ega: ularning konstruksiyasi soddaroq, arzon, engil, kamjoy egallaydi va oson o'rnatiladi: elektr dvigateli bilan bitta valda o'rnatilishi mumkin, ularni ishlatish oson.

2. Porshenli va markazdan qochuvchi konstruksiyali nasoslardan tashqari nasoslarning boshqa turlari ham turli sohalarda keng qo'llaniladi. SHesternyali rotasion va parrakli turlarini alohida ta'kidlash kerak.

1. SHesternya etaklovchi.
2. Korpus
3. Kirish kanali.
4. SHesternya etaklanuvchi
5. CHiqarish kanali.
6. Etaklovchi val

Val va shesternya shponka bilan bog'langan. Bunday nasoslarda shesternya ishlari tez kamaytiradi. SHuning uchun shesternya nasoslaridan davriy ishlarida foydalanish mumkin. SHesternyali nasoslar odatda ish usuli 5-600l/min gacha bosimi esa 20-30 atom qilib yasaladi. Aylanadigan nasoslarning maxsus turi parrakli nasoslardir. Bunday nasosning korpusi kalta quvurdir. Quvur ichiga kema vintiga o'xshash ish g'ildiragi joylashgan. G'ildirak aylantirilganda suyuqlik val o'qi bo'ylab harakatlanadi. SHuning uchun o'q nasoslari ham deb ataladi. Parrakli nasoslar bug'langan artezan quduqlaridan suv tortib olishda ishlatiladi. Agar katta bosim talab qilinsa ko'p parrakli va bosqichli qilinadi.

3. Markazdan qochma nasosning ish g'ildiragi shunday joylashtiriladiki, suyuqlik uning atrofidagi bo'shliq orqali o'tib, so'ngra o'qdan radius bo'yicha uzoqlashadi.

Bu erda markazdan qochma kuch ta'sirida hosil bo'lgan bosim suyuqlikni xaydash trubasiga siqib chiqaradi. Nasosdagi so'rilish qabul qiluvchi idishdiga suyuqlik satxiga ta'sir qiluvchi bosim bilan so'rish trubasidagi siyraklinish bosim orasidagi farq hisobiga amalga oshadi. Bundan bosim farqi so'rish balandligini, so'rish trubasidagi qarshiliklarni engishga va suyuqlikka tezlik berishga sarf bo'ladi.

So'rish tezligi $S_{so'r} = (0,85 \text{ ch } 0,70) S_1$; S_1 - kirish tezligi.

Suyuqlikning nasosga so'riladigan yo'lining eg yaxshi shakli o'q yo'nalishidagi konus ko'rinishida bo'ladi.

Suyuqlikning nasosdan chiqish konat-spiral kamera tuzilishi sodda bo'lgani uchun yo'naltiruvchi apparatga qaraganda qarshiligi kam bo'ladi, ya'ni f.i.k. katta bo'ladi. Odatda spiral kamerada tezlik quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$C_{cyp} = R_c \sqrt{2g \cdot H}; \quad R_c - \text{tez yurarlik ko'fsenti}$$

0,45ch0,2 gacha o'zgaradi.

Yo'naltiruvchi apparat ish g'ildirigidan chiqqan suyuqlikning radius bo'yicha kengayib borishi davomida suyuqlik kesishini aylana bo'yicha ham ortib borishga majbur qiladi. Natijada apparatdan o'tish davomida tezlik kamayib boradi.

Markazdan qochma nasos ishining asosiy ko'rsatkichlari, unumdorlik, bosim, quvvat va f.i.k. dan iborat.

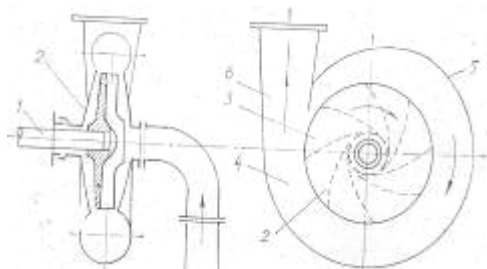
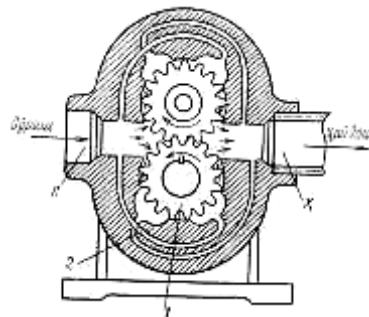
1. nasosning unumdorligi yoki sarfi. $Q = \omega_1 (\pi d_1 - Sz) b_1 \cdot \sin \beta_1$

yoki $Q = \omega_2 (\pi d_2 - Sz) b_2 \sin \beta_2$;

W_1 - W_2 - kirish va chiqishdagi nisbiy tezliklar.

d_1 - d_2 – ichki va tashqi diametri.

S -nasos kuraklarining qalinligi, z -kuraklar soni.



v_1-v_2 - kuraklarning kirish va chiqishdagi eni, β_1 va β_2 kuraklarning kirish va chiqishdagi egrilik burchagi.

2. Nasosning bosimi. $H = H_2 + \frac{P_x - P_c}{\gamma} + \frac{v_c^2 - v_x^2}{2g} + \Sigma h_c + \Sigma h_x$

3. Nasosning quvvati uning vaqt biriligidagi bajargan ishiga aytiladi, Bajargan ishi

$$A = G H t; \quad N = G H = gQH$$

Amaldagi sarflangan quvvat

$$N_c = \frac{\gamma QH}{\eta}; \quad N_c = \frac{\gamma QH}{75\eta} \text{ (ot kuchida)}$$

$$N_c = \frac{\gamma QH}{102\eta} \text{ - (kvt-da)}$$

4. Nasosning f.i.k.

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_e \cdot \eta_x \text{ -ga teng. } \eta_e = \frac{Ha}{Hh}$$

H_n -nazariy bosim, N_a -amaliy bosim.

$$\eta_x = \frac{Qa}{Qk}; \quad Qa \text{-nasosdan olingan suyuqlik miqdori.}$$

Q_k -nasosdan kelgan suyuqlik miqdori.

$$\eta_x = 0,95 \text{ ch0,96 gacha yangi nasoslarda bo'ladi.}$$

$\eta_e = 0,97 \text{ ch0,98;}$ podshipniklari yaxshi moylashgan karloslanishdan ximoyalangan nasoslarda bo'ladi.

Nasosning tez yurarligini oshirish bo'yicha qilingan ishlar o'qiy (parrakli) nasoslarni yaratilishiga sabab bo'ldi.

Tez yurarlikni oshirish, ish g'ildiragining chiqish va kirish diametrining nisbatini va β_2 - L-ni kamaytirish yo'li

bilan amalga oshiriladi. Natijada $d_1=d_2$ bo'lgan o'qiy nasos paydo bo'ldi.

Bu nasosning parraklar o'rnatilgan ish g'ildiragi, valga o'rnatilgan bo'lib, podshipniklarda aylanadi. Ish g'ildiragidan suyuqlik oqib o'tishi uchun qulay shakldan vtulkaga o'rnatilgan parraklardan iborat bo'lib, uning aylanishi natijasida suyuqlik harakatga kelib yo'naltiruvchi apparat bo'yicha o'tadi. Ish g'ildiragi va o'ynaltiruvchi apparat truba shaklidagi korpusga o'rnatilgan, Tezyurarlik ko'fisent markazdan qochma nasoslardan qaraganda katta, o'qiy nasoslarga bo'lib, ularda kirish-chiqish diametrlarning nisbatidan katta. Diagonal nasoslarning tuzilishi o'qiy nasosga o'xshagan bo'lib, asosan ish ish g'ildiragining shakli bilan farq qiladi.

Nazorat savollari;

1. Gidaravlik mashinalar deb qanday qurilmalarga aytiladi?
2. Gidaravlik mashinalar necha turga bo'linadi?
3. Nasoslar necha turga bo'linadi?
4. Porshenli nasoslarni tuzilishi va ish jarayonini tushintiring.
5. Porshenli nasoslarni asosiy ko'rsatkichlarini ayting.
6. Markazdan qochma nasoslarni tuzilishi va ish jarayonini tushintiring.
7. SHesternali nasoslarni ish jarayonini tushintiring.
8. O'qiy nasoslarni tuzilishi va ish jarayonini tushintiring.
9. YUqoridagi nasoslarning qaysi birining FIKi yuqori?
10. Nasoslarning unumdorligi deganda nimani tushinasiz.

10-mavzu: Gidaravlik dvigatellar.

Gidaravlik uzatmalar.

Ma'ruza rejasi:

1. Gidaravlik dvigatellar.
2. Gidroturbinalarning ishlash prinsipi, bosimning qiymati. Suyuqlik oqimining yo'nalish va konstruktiv xususiyatlariga qarab klasifikasiyalanishi.
3. Gidroturbinalarning umumiy tuzilishi va ishlash prosessi.
4. Gidaravlik uzatmalarining turlari, tuzilishi va ishlash prinsipi.
5. Gidrouzatmalarni hisoblash prinsiplari.
6. Gidrouzatmalarining qo'llanilish sohalari.

Tayanch so'z va iboralar; gidravlik dvigatellar, gidroturbina, gidrouzatma, gidromuftalar, gidrotransformatorlar, aktiv gidroturbinalar, reaktivgidroturbinalar.

Muammolar;

1. Nima uchun gidrouzatmalar boshqa turdagi uzatmalardan afzal hisoblanadi?
2. Aktiv va reaktiv trubinalar bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?

Adabiyotlar; (1,2,4,5)

Suyuqlik ishtirokida harakat uzatiladigan mexanizmlarga gidravlik uzatma deyiladi.

Qo'llanilish prinsipiga ko'ra gidravlik uzatma hajmiy va gidrodinamik turlarga bo'linadi. Hajmiy gidravlik uzatma hajmiy nasoslar yordamida ishlaydi. Bunday uzatmada energiya boshqaruvchi valdan suyuqlik orqali uzatilib, gidrodvigatelni ishga tushiradi.

Gidrodinamik uzatma parrakli gidromashinalar yordamida ishlaydi. Bu erda ish g'ildiraklari parraklari yordamida suyuqlikka berilgan dinamik bosim energiyasidan foydalaniladi.

Gidrodinamik uzatma bir oqimli va ikki oqimli bo'lishi mumkin.

Bir oqimli gidrodinamik uzatmada hamma quvvat gidravlik g'ildiraklar orqali uzatiladi.

Ikki oqimli gidrodinamik uzatmada dvigatelg' quvvatining bir qismi gidravlik g'ildiraklar orqali ikkinchi qismi esa mexanik yo'l bilan uzatiladi.

Aylanish momentining uzatilish usuliga qarab gidrodinamik uzatma 2 ga bo'linadi:

1. Gidromuftalar.
2. Gidrotransformatorlar.

Mashinalarda gidromufta va gidroformatorlar alohida va turli kombinasiyalarda qo'llanilishi mumkin. YA'ni gidromufta va gidrotransformator, birgalikda ishlatilishi mumkin.

II. Kurakli gidrouzatmaning vazifasi harakat momentini uzatishdan iborat bo'lgani uchun ularda asosiy parametrlar bo'lib, momentlar va aylanishlar sonlari xizmat qiladi. Transformasiya koeffisienti

$$K = \frac{M_2}{M_1} \quad M_2 - \text{etaklanuvchi val momenti.}$$

M_1 - etaklovchi val momenti.

Gidromuftalarda $k=1$ bo'ladi.

Aylanishlar sonlarining nisbati. $i = \frac{n_2}{n_1}$ uzatishlar soni deyiladi.

Etakchi va etaklanuvchi vallar aylanishlari sonlari ayirmasining etakchi val aylanishlar soniga nisbati gidromuftaning sirpanishi deyiladi.

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = 1 - \frac{n_2}{n_1} = 1 - i = 1 - \eta_r; \quad \eta_r = \frac{n_2}{n_1} = i;$$

Gidroyuritmaning nasos g'ildiragidan chiqishdagi harakat miqdori momentini topamiz.

$$M_{2k} = \frac{\gamma Q}{g} U_r C_{u2}$$

Kuraklar oralig'iga kirishda esa, $M_{1k} = \frac{\gamma Q}{g} U_1 C_{u1}$

Bulardan tashqari kuchlarning burovchi momentini topamiz.

$$M_k = M_{2k} - M_{1k} = \frac{\gamma Q}{g} (U_2 C_{u2} - U_1 C_{u1}) \quad \text{turbina uchun ham shuningdek}$$

$$M_T = \frac{\gamma Q}{g} (U_1 C_{u1} - U_2 C_{u2}) \quad Q - \text{nasos va turbina g'ildiraklaridan o'tuvchi suyuqlik sarfi.}$$

$U_2 - U_1$ - turbina va nasos g'ildiraklarining tashqi va ichki radiuslari.

$C_{u1} = C_1 \cos \alpha$; $C_{u2} = C_2 \cos \alpha_2$ - lar absolg'yut tezliklarning aylanma tezlik yo'nalishidagi proeksiyasi. Agar suyuqlikning nasos g'ildiragidan olgan energiya miqdoriga teng bo'lsa, u turbina g'ildiragiga ham shuncha energiya beradi. Bu esa vaqt birligida bajarilgan ishni beradi.

$A = MW$; W - L-tezlik

$$\gamma Q H_T = MW \quad \text{buni e'tiborga olsak nasos hosil qilgan bosim } H_{TK} = \frac{U_r C_2 \cos \alpha - U_1 C_2 \cos \alpha_1}{g}$$

$$H_{r.myp} = \frac{U_1 C_1 \cos \alpha_1 - U_2 C_2 \cos \alpha}{g}; \quad \text{nazariy bosim tekis radial kurakli nasoslar uchun nazariy}$$

bosim $H_{TK} = \frac{U_2^2 - U_1^2}{2g}$ Gidromufta F.I.K. nasos hamda turbina g'ildiragining bosimi va xarfi orqali aniqlash

mumkin. Q_1 - sarfi, N_1 - bosim bo'lsin.

$$\eta_{u.ku} = \frac{Q_2 \cdot H_2}{Q_1 \cdot H_1}; \quad \eta_{a.l} \cdot \eta_k;$$

Gidromuftaning to'liq f.i.k. $\eta = \eta_{u.ku} \cdot \eta_{mex}$

Gidrotransformatorning to'liq f.i.k.

$$\eta = \frac{N_r}{N_H}; \quad N_r - \text{etakchi val quvvati}$$

N_H - etaklanuvchi val quvvati

3. Gidrouzatmadan foydalanish yo'li bilan mashinalarning xarakteristikalarini moslab ishlatishga erishish mumkin. Lekin bu xolda o'z-atma murakkablashadi va energiya arflanishi ko'payadi.

Bundan tashqari, aylanishlar sonini ravon o'zgartirish zarur bo'lganda va kuch uzatish avtomatlashtirishda gidrouzatmadan foydalanish qulaydir. Gidrouzatmadan dvigatelg'ni xavfli zo'riqishdan saqlashda va turli mashinalarda aylanishlar sonini o'zgartirishda foydalaniladi.

Sozlanmaydigan gidromuftalar burovchi momentlarni ravon uzatish yo'li bilan mashinalarni xavfli zo'riqishlardan saqlashda ishlatiladi.

Sozlanuvchi gidromuftalar esa saqlagich vazifasini bajarishdan tashqari, turli mashinalarning aylanish sonini sozlashga ham yordam beradi.

Ular ayniqsa o'zgaruvchan tokda ishlaydigan sozlanmaydigan elektr dvigatellardan harakatni oluvchi mashinalarning aylanishlar sonini o'zgartirishda qo'l keladi.

Gidrotransformatorlar o'zgaruvchan tok elektr dvigatellari, gaz trubinalari, karbyuratorli ichki yonuv dvigatellari va dizelg' dvigatellari bilan uyg'unlashgan xolda ishlaydi.

Gidravlik dvigatellar deb suyuqlik energiyasini mexanik xarakatga aylantirib berilgan qurilmalarga aytiladi. Gidrodvigatellar hajmiy va markazdan qochma turlarga bo'linadi. Hajmiy gidrodvigatellarga kuch silindrlari misol bo'ladi, ular gidroo'zatlarning asosiy qimlaridan biri bo'lib xizmat qiladi. Ular biror hajmiy nasosdan berilayotgan suyuqlikning bosimi ta'siridan harakatga keladi. Kuch gidrosilindrlari xaqida ma'lumot oldingi darslarda berilgan. SHu joyda gidrodvigatellardan gidromulg'tiplikator va gidroress xaqida ham ma'lumotlar berilgan. Kurakli g'ildiraklar yordamida suyuqlik energiyasini mexanik harakatga aylantirib beradigan mashinalar turbinalar deb ataladi.

Turbinalar asosan gidroelektro stansiyalardan va gidrouzatmada asosiy qism bo'lib xizmat qiladi. Gidroelektrostansiyalaridan qo'llaniladigan turbinalar xaqida to'xtalamiz. Ta'minlovchi suv sig'mi yuqori b'ef (to'g'on oldi suv ombori) qabul qiluvchi suv sig'imi (to'g'ondan keyingi xavza) quyi be'f deyiladi. Suv yuqori be'fdan turba orali turbina bo'limiga kiradi va turbinani aylantirib so'rish turbasi orqali quyi be'fga tushadi.

Turbinani hisoblashda N-bosim, N-quvvat, η -f.i.k. asosiy parametrlar hisoblanadi.

$$\text{Bosim } H = H_{CT} + \frac{\alpha_1 \cdot v_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - h_{1,2} \quad (1)$$

$N_{st} = Z_1 - Z_2$; $V_1 V_2$ - kirish va chiqishdagi tezliklar

$H_{1,2}$ - kirish va chiqishdagi trubalar hamda mahalliy qarshiliklarda yo'qolgan bosim.

(1) ni soddalashtirish uchun $N = H_{CT} - h_{1,2}$ (2) dan foydalanish mumkin.

$$\text{Suv oqimining quvvati esa } N_c = \frac{\gamma Q H}{10^2}; \quad \text{kvt yoki SU da } N_c = \frac{\gamma Q H_c}{1000} \quad \text{kvt} \quad (3)$$

(3) dan hisoblanadi.

Q-suyuqlik sarfi. N_s - oqimning bosimi.

$$\text{Gidroelektrostansiyaning quvvati esa } N = \frac{\gamma Q H}{10^2} \eta_T \cdot \eta_g$$

$$\text{SU da esa } N = \frac{\gamma Q H}{1000} \eta_T \eta_g; \quad (4)$$

η_T - turbinaning, η_g - generatorning f.i.k.

Gidroturbinalar ishlash prinsipiga qarab aktiv va reaktiv turbinalarga bo'linadi. Aktiv turbinalar XIX asrda qo'llanila boshlangan, bu turbinalarning ishlash prinsipi, gidrafluk oqimchalarning turbina ish g'ildiragi cho'michlariga ta'sir qilishiga asoslangan bo'lib, ularni oqimchali turbinalar deb ham atash mumkin. Ularda oqimchaning kinetik energiyasi cho'michga va u orqali ish g'ildiragiga beriladi. Bunday turbinalarning xususiyatlaridan biri shuki, kurakka urilgan oqimcha kuraklar orasidagi sohani batamom to'ldirmaydi. Suvning ish g'ildiragi kuraklariga kirish va ulardan chiqish tezliklari deyarli bir xil bo'lib, g'ildirakning 2 tomonidagi bosimlar (atmosfera bosimiga) tengdir.

Kuraklarda suvning tezlanish olmaganligi sababli reaktiv prinsip bo'lmaydi. Kuraklard bosim oqimchaning kurakka bevosita ta'siri orqali hosil qilinadi.

Reaktiv turbinalar amerikalik Frensis va chex Viktor Kaplan nomlari bilan bog'liq.

Reaktiv turbinalarda, suvning asosiy potensial energiyasi mexanik harakatga aylantiriladi. Reaktiv turbinalar so'rish turbasi bilan birga ishlaydi. So'rish turbasi ta'sir etuvchi bosimni kuchaytirishga yordam beradi. Ta'sir etuvchi bosimni oshirish uchun reaktiv turbinalar bilan birga yo'naltiruvchi apparat ham ishlatiladi.

Yo'naltiruvchi apparat va turbina kuraklari oraliqlari suv bilan batamom to'ladi va g'ildirakning yuqori va pastida bosimlar turlicha bo'ladi. Bunda yo'naltiruvchi apparatdan chiqishdagi va so'rish turbasiga 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.

$$\text{SI da esa } N = \frac{\gamma_{QH}}{1000} \eta_T \eta_I; \quad (4)$$

η_T – turbinaning, η_r – generatorning f.i.k.

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 oqimchaning kinetik energiyasi cho'michga va u orqali ish g'ildiragiga beriladi. Bunday turbinalarning xususiyatlaridan biri shuki, kurakka urilgan oqimcha kuraklar orasidagi sohani batamom to'ldirmaydi. Suvning ish g'ildiragi kuraklariga kirish va ulardan chiqish tezliklari deyarli g'ir xil bo'lib, g'ildirakning 2 tomonidagi bosimlar (atmosfera bosimiga) tengdir.

Kuraklarda suv tezlanish olmaganligi sabablireaktiv prinsip bo'lmaydi. Kuraklarda bosim oqimchaning kurakka bevosita ta'siri orqali hosil qilinadi.

Reaktiv turbinalar Amerikalik Frensis va chek Viktor Kaplan nomlari bilan bog'liq.

Reaktiv turbinalarda suvning asosiy potensial energiyasi mexanik harakatga aylantiriladi. Reaktiv turbinalar so'rish trubasi bilan birga ishlaydi, so'rish trubasi ta'sir etuvchi bosimni kuchaytirishga yordam beradi. Ta'sir etuvchi bosimni oshirish uchun reaktiv turbinalar bilan birga yo'naltiruvchi apparat ham ishlatiladi.

Yo'naltiruvchi apparat va turbina g'ildiragi kuraklarining oraliqlari suv bilan batamom to'ladi va g'ildirak yuqori va pastida bosimlar turlicha bo'ladi. Bunda yo'naltiruvchi apparatdan chiqishdagi va so'rish trubasiga kirishdagi bosimlar farqi ta'sirida g'ildiraklar orasida harakatlanayotgan suvning tezligi ortib boradi. Suvning bunday tezlashishi harakati ish g'ildiragi kuraklarida reaktiv kuch hosil qiladi. Bu kuch ta'sirida ish g'ildiragi aylanma harakat qiladi.

Gidroturbinalar bosimining qiymatiga qarab yuqori bosimli, o'rtacha bosimli, past bosimli turbinalarga bo'linadi.

1. Bosimi 80 metrdan kichik ($N < 80m$) turbinalarga kichik bosimli turbinalar deyiladi.

Bundan turbinalarga o'qiy va kichik bosimli diogonalg' hamda radialg'-o'qiy turbinalar kiradi.

2. Bosimi 80m dan 500m gacha ($80 < H < 500m$) bo'lgan turbinalarga, o'rtacha bosimli turbinalar deyiladi va ularga rabial o'qiy hamda yuqori bosimli diogonalg' turbinalarga kiradi.

3. Bosimi 500m dan yuqori bo'lgan turbinalarga yuqori bosimli turbinalar deyiladi va aktiv turbinalarga kiradi.

Turbina ish g'ildiragida oqimchaning qanday yo'nalishiga qarab ular o'qiy, diogonalg', radialg'-o'qiy turbinalarga bo'linadi. Turbinalar konstruktiv belgilariga qarab 4 turga bo'linadi.

1. Radial-o'qiy.

2. Prollerli.

3. Burilma kurakli.

4. Cho'michli.

3. Turbinalarning tuzilishi konstruktiv turiga qarab turlicha bo'ladi. Aktiv turbinaga misol sifatida cho'michli turbinani misol keltiramiz.

Cho'michli turbinalar ish g'ildiragi atrofiga kovish (cho'mich) o'rnatilgan diskdan iborat. Suv ish g'ildiragiga yo'naltiruvchi apparat vazifasini bajaruvchi toraytib beruvchi naycha shaklida ishlagana soplo yordamida beriladi. Soplodan truba orqali kelgan suvning barcha energiyasi kinetik energiyaga aylanadi. Turbinaning konstruktiv tuzilishi va quvvatiga qarab, soplo bittadan 4 tagacha bo'ladi. Bunday turbinalarning quvvati 5000 kvv gacha etadi. Soplodan o'rnatilgan igna uning o'qi bo'yicha harakat qiladi, natijada 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 soploning 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 xar biri cho'michning chetiga eng kichik tezlikda kelib, tushadi. 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 galma-galdan qabul qiladi.

2*-tur turbinalar reaktiv turbinalar bo'lib, ular yuqorida aytilgan radialg'-o'qiy, paralelogram burilma –kurakli turbinalarga bo'linadi.

Radialg' o'qiy turbinaning ish g'ildiragi spiral turba va yo'naltiruvchi apparatning o'rtasiga o'rnatiladi. Kuraklar xalqalarga o'rnatilgan, kuraklar soni 12ch20 gacha bo'ladi. Turbina valiga generatorning vali mahkamlangan bo'ladi. Suv ish g'ildiragiga avval mahkamlangan bo'ladi. Suv ish g'ildiragiga avval kameradan, so'ngra yo'naltiruvchi apparat kuraklari orasidan o'tib keladi va ishchi g'ildirakga o'z energiyasini berib, uning o'q yo'nalishida so'rish turbasiga chiqib ketadi.

1. Aktiv gidroturbinalarga suv yuqori be'fdan truba orqali olib kelinadi. Suv keltiruvchi trubadan soploga o'tadi, va bu erda kesimi torayib borganligi uchun suv tezligi ortib boradi, suvning barcha energiyasi kinetik energiyaga aylanadi. Soplodan chiqayotgan oqimchaning tezligi

$V_c = \varphi \sqrt{2\Delta H}$ (1) dan topiladi. Oqimchaning ish g'ildiragida ish hosil qilgan momenti quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi.

$$M = \rho Q (0,5 J_1 M_1 \cos \alpha_1 - 0,5 J_2 \cos \alpha_2) \quad (2)$$

$V_1 - V_2$ - cho'michning kirish chiqishdagi tezlik.

$\alpha_1 - \alpha_2$ - cho'michga kirish chiqishdagi burchagi.

Bosimni esa
$$H = \frac{V_c}{g} (c_1 \cos \alpha_1 - c_2 \cos \alpha_2) \quad (3)$$

Quyidagi ifodadan hisoblanadi.

Soplo bitta bo'lganda g'ildirakni aylanuvchi kuch (2) danbir nechta bo'lganda esa shuna ortib boradi. Cho'michlar soni odatda 12ch40 tagacha bo'lib, ish g'ildiragi aylanayotganda cho'michlar galma-galdan oqimchaning ta'sir kuchini qabul qiladi. Natijada ish g'ildiragining doimiy ishlashi ta'minlanadi.

Gidroelektrstansiyalarni loyixalao'da turbinalarni tanlab olish, ularning asosiy parametrlarini aniqlash orqali amalga oshiriladi. Asosiy parametrlari bosim, saror, f.i.k. va aylanishlar soni.

Xarakteristikalar grafik tarzida beriladi. Bunda 2 ta: universal va grafik xarakteristikalar.

Oqimchaning turbinaga bergan momenti (2) dan ko'rinadiki $\alpha > 90^0$ bo'lsa, oqimchaning energiyasidan maksimal foydalaniladi. Bu xolda turbina ish g'ildiragidan ketayotgan oqim eng kichik knematik energiya zonasiga ega bo'lib, momenti maksimal bo'ladi.

$$M = \rho Q \cdot 0,5 D_1 C_1 \cos \alpha_1 \quad (5)$$

SHu xoldagi bosim: $H = \frac{V_c C_1}{g} \cos \alpha_1 \quad (5)$

Biroq energiyaning bir qismi gidravlik va mexanik qarshiliklarni engishga sarf bo'ladi, bir qismi ishlab bo'lgan va turbinalardan oqib tushayotgan suvda qoladi. SHunday qilib foydali bosim

$$H_{\eta_r} = \frac{V_c}{g} (c_1 \cos \alpha_1 - c_2 \cos \alpha_2) \quad (6)$$

Agar $\alpha_2 = 90^0$ bo'lsa

$$H_{\eta_r} = \frac{V_c}{g} c_1 \cos \alpha_1 \quad (6')$$

Turbinaning f.i.k. deb turbinaga berayotgan energiyaning unga sarflangan energiyaga nisbatiga aytiladi.

1. 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 yo'naltiruvchi apparatda shakllantiriladi. Kuraklari radial joylashgn yo'naltiruvchi apparatga berilgan sarf uchun tezlik:

$$C_0 = \frac{Q}{\pi D_2 \cdot \epsilon \cdot \sin \alpha} \quad (7) \text{ v-yo'naltiruvchi apparat balandligi}$$

α -kurakning chiqish qirrasining aylanaga urinma bilan tashkil qilgan burchak

Tezlikni radial va aylanma tezliklarga ajratish mumkin.

$$S_{02} = C_{02} \cos \alpha \quad (7')$$

(7) va (7') ni e'tiborga losak Q sarf

$$Q = C_{02} \pi D_2 v \quad (8)$$

Yo'naltiruvchi apparat chiqishdagi aylanma tezlikning mavjudligi oqimning turbina o'qiga nisbatan buralma harakat qilishini ko'rsatadi. Demak, yo'naltiruvchi apparat oqim sirkulyasiyasini hosil qilar ekan. Yo'naltiruvchi apparat qanotining ichki qirrasidan ish g'ildiragi qanotining tashqi qirrasiga etguncha suv erkin harakat qiladi va uning aylanma tezligi ortadi.

Nazorat savollari;

- 1.Qanday qurilmalarga gidrouzatmalar deyiladi?
2. Gidromuftarlarni tuzilishi va ish jarayonini tushintirib bering.
3. Gidrottransformatorlarning tuzilishi va ish jarayonini tushintirib bering.
4. Aktiv gidroturbinalarni ish jarayonini tushintiring.
5. Reaktiv gidroturbinalarni ish jarayonini tushintiring.
- 6.Gidroturbinalarga ta'rif bering.
7. Gidroturbinalarni turlarini sanab bering.
8. Qanday qurilmalarga gidromashinalar deyiladi?
9. Turbinalarni FIK qanday aniqlanadi?
10. Bosim qiymatiga ko'ra gidroturbinalar qanday turlarga bo'linadi?

11-dars. Gidravlik kuch qurilmalari Gidroenergetikaning resurslari..

Ma'ruza rejasi:

1. Gidroelektr stansiyalar klasiffikasiyasi.
2. Mashina zali tug'on yonida, ichida va ortida joylashgan elektr stansiyalarining xossalari.
3. SHoxobcha kanalli, suvning ko'tarilishidan ishlaydigan va gidroakumlyasion elektr stansiyalar.
4. Kapsulli gidravlik kuch qurilmasining xususiyatlari. Gidroenergetik resurslar.
5. O'zbekistonning elektr energetika sanoati va gidroenergetik resurslari.

6. Gidroelektr stansiyalar gidroturbinalar yordamida suv energiyasini mexanik energiyaga sungra uni generator yordamida elektr energiyasiga aylantirib beruvchi inshootlar kompleksidir.

Tayanch so'z va iboralar; Gidravlik kuch qurilmalari, GES, GES turlari, gidroturbinalar, GES inshootlari, generator, elektr energiyasi ishlab chiqarish.

Muammolar;

1. Gidroelektr stansiyalarning afzalliklari va kamchiliklarini ayting.
2. O'zbekistonning gidroenergetik resurslari va gidroenergetika istiqbollari ayting.

Adabiyotlar; (1,2,4,5)

Gidroelektr stansiyalar bir necha xil yo'l bilan klassifikasiyalanishi mumkin;

- a) oqar suvlarning kinetik energiyasidan foydalanishga mo'ljallangan tug'onsiz GESlar.
- b) suv bosimini bir joyga yig'ish uchun qurilgan tug'onli GESlar.
- v) Suvni turbinaga shoxobcha kanali orqali olib boradigan shoxobchali GESlar.

To'g'onsiz elektr stansiyalarning bir necha turi mavjud bulib, ularga marjonsimon GESlar misol bo'ladi. Bitta po'lat trosiga bir necha dona kichik diametrli turbinalar muftalar yordamida marjonsimon ketma-ket biriktiriladi va oqar suv manbalariga nisbatan kundalang yoki ma'lum qiyalikda o'rnatiladi. Trosning uchiga elektr generatori biriktiriladi. Natijada turbinalar aylanganda tros ham birgalikda aylanib elektr generatorining yakorini aylantiradi.

To'g'onli gidroelektr stansiyalarda suv sathi to'g'on yordamida ko'tarilib, kerakli bosim hosil qilinadi. To'g'onni ko'tarishda tosh, qum, loy, tuproq va boshqalardan foydalaniladi. Suv oqib o'tadigan kesimi betondan tayyorlanadi. Suv oqib keluvchi qurilmalar tunnel ko'rinishida

yasaladi. Masalan: Kanadadagi Avliyo Pavrantiy daryosining suvi GESga 25 kmli kanal orkali keltiriladi.

GESlarni klassifikasiyalash;

1. GES –binosi to'g'onga nisbatan joylashishiga qarab;

- a) to'g'on yoki elektr stansiyasi
- b) to'g'on ichi elektr stansiyasi.
- v) to'g'on orti elektr stansiyasi.

2. GESlarning quvvatiga qarab-

- a) katta –250 MVT dan ko'p

- b) o'rta-250 MVT gacha

- v) kam-5 MVT gacha

3. Suv bosimiga qarab

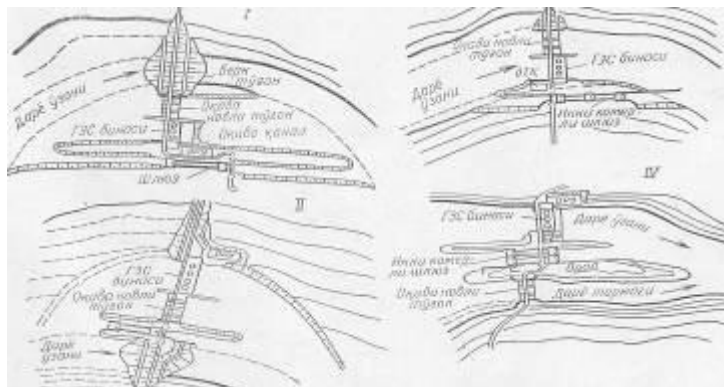
- a) yuqori bosimli –60 m dan ortiq

- b) o'rta bosimli-25÷60 gacha metr

- v) past bosimli-3÷25 gacha metr.

1. To'g'onli elektr stansiyalarda daryolarni to'sib suv sathini ko'tarish usuli bilan bosim oshiriladi. GESlar tarkibiga to'g'ondan tashqari gidroagregatlar, avtomatik boshqariladigan va kuzatish uskunolari o'rnatiladigan mashina zali ham kiradi. Suvning bosimi va gidroagregatning quvvatiga qarab, GES binosi, ya'ni mashina zali to'g'onga nisbatan turlicha joylashishi mumkin. Bunday elektr stansiyalarda GES binosi undagi agregatlar bilan birgalikda uning o'ng yoki chap tomoniga, yoki to'g'onning ichida qolsa, ularni to'g'on yoki to'g'on ichi GESlari deyiladi.

GES binosi yuqori be'f bilan spiral kamera orqali, quyi be'f bilan esa surish trubasi orqali



tutashgan bo'ladi. Spiral kamerani turbina bilan tutashtiruvchi yo'naltiruvchi apparat suvning bosimini turbina kuraklariga shunday moslab berishi kerakki, bosimning mumkin qadar ko'proq qismi ish g'ildiragini harakatga keltirishga sarf bo'lsin. Bunday GES lar ko'p suvli sekin oqar daryolarda ko'riladi, bunda suv bosimi 30-40m dan oshmaydi. Agar tog'li erlarda GES ko'rish kerak bo'lsa, vodiyning toraygan joylari tanlab olinadi.

2. Tog' daryolariga shoxobcha kanalli elektr stansiyalari ko'rib suvning gidroturbinali harakatga keltiruvchi bosimi shoxobcha kanallar yordamida yig'iladi. SHoxobcha kichik daryoga uning foydalanishga mo'ljallangan qismidan boshlab ko'riladi va daryoning o'rtacha qiyaligidan kamroq qiyalik bilan o'tkazilib, keltirilgan suv mashina zali binosiga maxsus quvurlar orqali tushiriladi. Bunda gidroturbinani harakatga keltiruvchi bosim shoxobcha kanal oxirining turbinaga nisbatan balandligiga teng. GES ko'rish uchun tanlangan daryoning qiyaligi qancha katta bo'lsa, suv bosimini hosil qilish shunchalik oson bo'ladi va arzonga tushadi. Bu xollarda to'g'on qurishga zarurat kolmaydi. Bulardan tashqari bosimsiz va bosimli shoxobcha kanalli GES lar ham bo'ladi. Suvning ko'tirilishidan ishlaydigan elektr stansiyalar oyning er atrofida aylanishidan dengiz suvning ko'tarilish energiyasidan foydalanishga asoslangan. Dunyoda birinchi marta Fransiyalarda quvvati 24000kvtl shunday elektr stansiya ishga tushgan. Sobiq SSSR da esa SHurmansk yaqinida 1968 yilda 400 kvvli stansiya qurilgan. Bunday suvni ko'tarilishda ishlaydigan stansiyalar davriy ishlaganligi uchun ularni issiqlik elektr stansiyalari bilan birgalikda ishlatish zarur. Gidrokumulyatsion elektr stansiyalar sutkaning energiya kamroq ishlatiladigan davrida elektr tarmoqlaridagi ortiqcha elektr energiyani suvning potensial energiyasiga aylantirib, sutkaning energiya tanqis vaqtida kaytadan elektr energiyasiga aylantirib berishga moslangan elektr stansiyalardir. Kuchli nasoslar yordamida yuqori suv xavzasiga ko'tarib beriladi.

GES inshootlari:

1. To'g'on 2. GES binosi 3. Quvurlar 4. SHoxobcha 5. Oqava nav.

GES jixozlari: 1. Gidro turbinalar. 2. Elektr generator. 3. Yo'naltiruvchi apparat. 4 Spiral kamera 5. Surish turbasi. 6. Taqsimot shchiti.

3. Keyingi vaqtlarda bosim past bo'lgan (10÷15m dan katta) xollarda gorizontall kapsulli gidroagregatlar keng qo'llanilmokda. Bunday agregatlarda gorizontall ukiy turbinalardan foydalanib, generator cho'ktirilgan yopik suyri po'lat kapsula ichiga joylashtirilgan bo'ladi va suvning ko'tarilishidan ishlaydigan yoki past bosimli GES-larda qo'llaniladi.

Kapsulli agregatlarni qo'llash quyidagilarga imkon beradi: a) GES binosidan suv tashlash sifatida ham foydalanish; b) GES binosining temir-beton kismlarini soddalashtirib; v) Qurilmadan utayotgan oqimning yul-yulakay burilishlari eng kam bo'ladi va ayniqsa surish turbasida suv burilishlarsiz harakat qiladi. Bu gidravlik yo'qotishning kamayishiga va F.I.K. ning ortishiga olib keladi.

1. Doimiy tiklanib turuvchi gidroenergetik resurslar jahon va mamlakatimiz energetika balansida juda katta o'rin tutadi. Suv energiyasidan mexanik energiya hosil qilish uchun, asosan daryolarning oqar suvlari energiyasidan foydalanib kelingan. Daryo suvlarining potensial energiyasini to'plash maqsadida gidroenergetik inshootlar ko'rish, bir yula suv satxini ko'tarib suvsiz erlar suv chiqarish, suv transportini rivojlantirish, parrandachilik va baliqchilik ho'jaliklarini tashkil qilish kabi kompleks masalalarni hal qilishga yordam beradi. Jahonda bir yilda hosil qilinayotgan 5,300mlr.kvt. soat energiyaning 1600mlrd kvv soatini gidroelektrostansiyalar hosil qiladi. Agar jahondagi suv energiyasi zonasining foydalanish mumkin bo'lgan qismi yiliga 9807 mlrd kvv soat ekanligini nazarga olsak, uning yuqorida aytilgan foydalanilayotgan qismi 18% ga yaqin bo'ladi. Bu esa barsa suv energiyasi zonasi 44282 mlrd kvv-soatning 4 % ham bermaydi. Suv energiyasi zonasining foydalanish mumkin bo'lgan qismini issiqlik elektrostansiyalarida hosil qilish uchun yiliga 2 mlrd tonna neftg' kerak bo'lar edi. Dunyodagi gidroenergetika resurslarining foydalanishga iqtisodiy qulay qismining qit'alar bo'yicha taqsimoti quyidagiga keltirilgan:

Qit'alar	Gidroenergetika resurslari, mlrd kvt.soat	Uning amalda foydalanilayotgan qismi %
Osiyo	2643	7,5
Afrika	2020	1,5
J.Amerika	1852	5
SH.Amerika	1273	34,2
Evropa	772	53
Avstraliya	202	14

Energiyaga bulgan talabning ortishi shuni ko'rsatadiki, yaqin kelajakda ya'ni 2000 yilga borib butun dunyoda bir yilda hosil kilinadigan elektr energiyasi taxminan 20000mlrd kvt soatga etadi. Bunda gidroelektrostansiyalarning hissasi 8÷10 mlrd kvt soatga etishi ko'zda tutiladi, bu esa dunyo gidroenergetik resurlarining 1/3 qismini tashkil etadi. Buning uchun dunyoda 1,1÷1,2 mlrd kvt ga teng bulgan gidroelektr stansiyalar ko'rib ishga tushirish zarur bo'ladi.

2. Elektr quvvati hosil qilish. Butun yoqilg'i energetika majmui eng ilg'or, halk xo'jaligi barcha tarmoqlari va axolining kundalik turmushi uchun eng zarur yo'nalishdir. Elektr quvvati bo'lmasa, xalq ho'jalikini rivojlantirib bo'lmaydi. Hozirgi O'zbekiston hududida 1913 yilning ohirlarida 43 ta mayda elektr stansiyalari bulib, shundan 31 tasi Toshkent shahrida joylashgan edi. Usha yili 3,3 mln kvt-soat elektr energiya hosil qilingan edi.

Respublikada avval gidroelektr stansiyalar qurildiki, bu maqsadga muvofiq edi, chunki yoqilg'i tanqisligi sabab chetdan keltirilganligi sababli GES larda hosil qilingan quvvatning tannarxi yuqori bo'ladi. Suv quvvatidn foydalanish O'rta Osiyo respublikalarida muhim bo'lgan yangi erlarni sug'orishni hal kilib berardi. SHunday qilib, O'zbekistonda elektr energetika taraqqiyotining dastlabki yillarida daryolar suvidan ham energetika, ham sug'orish maqsadlarida foydalanishga asosiy sabab berildi. 1926 ilda ishga tushirilgan Bo'zsuv GES i O'rta Osiyodagi dastlabki gidroelektr stansiyasi edi. II-jaxon urushigacha CHichiq daryosida va bo'zsuv kanalida Kodiriya, Burjar, Tovoksoy elektr stansiyalar qurildi. 1941-46 yillar davomida Bo'zsuv CHirchiq suv tarmog'ida 6 ta elektrostansiya kurildi. Farxod GESi 1948 yilda ishga tushirildi. 1955 yilda O'zbekistonda hosil qilingan energiyaning 60 % i GES lari hissasiga to'g'ri keldi.

60 yillardan boshlab Buxoro-Xiva yo'nalishida tabiiy gaz zapaslari topilib ishga tushirilishi munosabati bilan ana shu arzon yoqilg'iga asoslangan yirik issiqlik elektrostansiyalari qurila boshladi. Taabiy gaz asosida ishlovchi Toshkent GRES, Navoiy GRES, Taxiatosh GRES, ko'mir asosida ishlovchi Angren GRES-4 kabilar qurildi. Bular hisobiga 1965 yilga kelib Respublikamizda ishlab chiqarilgan elektr quvvatining 78% ini issiqlik elektr stansiyalari ishlab berdi. Bulardan tashqari qator daryo va kanallarda yangi GES lar ko'rildi. CHorvoq GES ini (600 ming kvt), Xo'jakent GESi (165 ming kvt) ishga tushirildi.

Kelajakda bir qancha gidroelektr stansiyalari jumladan CHotqol daryosida quyi CHotqol GESi qurilishi ko'zda tutilgan.

Nazorat savollari;

1. Qanday qurilmalarga gidravlik kuch qurilmalari dey iladi?
2. GES larni qanday turlari mavjud?
3. To'g'onlarni vazxifasi nimadan iborat?
4. GES inshootlarini aytib bering.
5. Mashina zalida qanday jihozlar joylashgan bo'ladi?

6. Dunyodagi quvvati eng katta GES qaysi?
7. Gidroenergetika resurslari deganda nimani tushinasiz?
8. O'zbekistondagi birinchi GES qachon qurilgan?
9. Hozirgi kunda O'zbekistonda nechta GES mavjud?
10. O'zbekistonda gidroenergetikani rivojlanishi istiqbollarini ayting.

FOYDALANILGAN DARSLIK VA O'QUV QO'LLANMALAR RO'YXATI

1. K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar»
T. «O'qituvchi» 1992 y.
2. A.YU. Umarov «Gidravlika» T. «O'zbekiston» 2002 y.
3. A.YU. Umarov, S. Latipov «Gidravlika» T. «O'zbekiston» 1986 y.
4. N. Muslimov, O'. Tolipov, R. Isyanov, R. Daminova «Gidravlika va gidravlik mashinalar» O'quv qo'llanma. Toshkent 2004y.
5. Isyanov R.G. «Gidravlika va gidravlik mashinalar» Ma'ruzalar matni T. TDPU 2000 y.
6. R.R. Chugayev «Gidravlika» M. MashGiz 1984 y.
7. Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» T. TDPU 2004 y.
8. S.S. Rudnev, L.G. Pevidza «Laboratornqy kurs gidravliki, nasosov i gidroperedach.» M. MashGiz 1974 y.
9. «Suyuqliklar va gazlar amaliy mexanikasi» fanidan ma'ruza matnlari, FarPI, 2000y. N. Husanov, M. Xamidova.

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

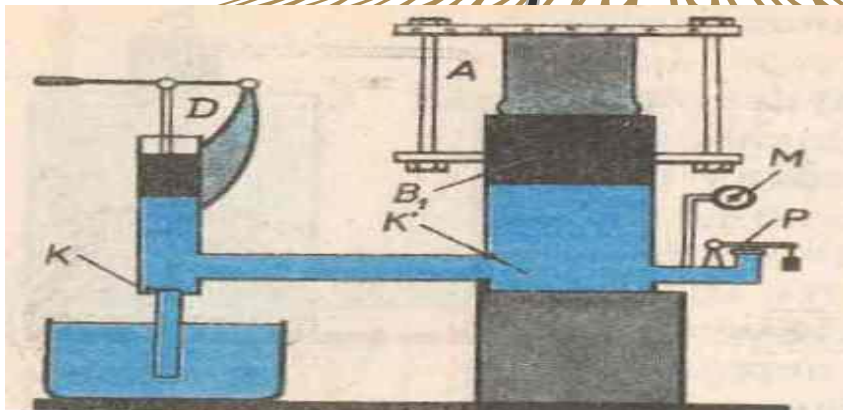
NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI

UMUMTEXNIKA FANLARI VA KASB TA'LIMI KAFEDRASI

“GIDRAVLIKA VA GIDRAVLIK MASHINALAR”

FANIDAN

laboratoriya ishlarni amalga oshirish



NAMANGAN-2008y.

Mazkur qo'llanma 5 142000-“Mehnat ta'limi”yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.

Qo'llanmada 5 ta laboratoriya ishi berilgan bo'lib, ishlarning maqsadi, umumiy ma'lumotlar, ishni bajarish tartibi va nazorat savollari keltirilgan. Laboratoriya ishlari bo'yicha talabalar foydalanish mumkin bo'lgan adabiyotlar ro'yhati berilgan.

Taqrizchi:

I.Uluhanov

Tuzuvchi;

A.Nabiyev.

1-laboratoriya ishi

Mavzu: Suyuqliklarning asosiy hossalari o'rganish

Ishdan maqsad: Suyuqliklarning asosiy hossalari tajriba yo'li bilan aniqlash.

Kerakli jihozlar: Turli hil suyuqliklar, menzurka (darajalangan shisha idish), tarozi, lineyka va boshqalar.

Nazariy ma'lumotlar:

Juda kichik miqdordagi kuchlar ta'sirida o'z shaklini o'zgartiruvchi fizik jismlar *suyuqliklar* deyiladi.

Gidravlikada suyuqliklar; tomchilanuvchi va gazsimon suyuqliklarga bo'linadi.

Tomchilanuvchi suyuqliklar bir qancha xususiyatga ega:

- 1) hajmi bosim tasirida juda kam o'zgaradi;
- 2) xarorat o'zgarishi bilan hajmi oz miqdorda o'zgaradi;
- 3) cho'zuvchi kuchlarga deyarli qarshilik ko'rsatmaydi;
- 4) sirt taranglik kuchi mavjud bo'ladi.

Gazlar suyuqlarga nisbatan bosim va temperatura ta'sirida hajmini tez o'zgartiradi.

Suyuqliklarning asosiy fizik xossalari

1. Solishtirma og'irlik. Suyuqlikning hajm birligiga teng miqdorning og'irligi suyuqlikning *solishtirma og'irligi* deyiladi:

$$\gamma = \frac{G}{V} \left[\frac{H}{M^3} \right], (1.1)$$

bu erda G – og'irlik, V – hajm.

Solishtirma og'irlik hajmi avvaldan ma'lum bo'lgan turli idishlardan suyuqliklarni og'irliklarini o'lchash bilan yoki areometrlar yordamida aniqlanadi. Solishtirma og'irlik bosim va temperaturalarga bog'liq bo'lib, ular o'rtasidagi munosabat ideal gazlar uchun quyidagicha

$$\gamma = \frac{P}{RT}; (1.2)$$

R-gaz doimiysi, R – bosim, T – temperatura.

2. Solishtirma hajm. Suyuqlikning og'irlik birligidagi miqdorning hajmi *solishtirma hajm* deyiladi va hajmni og'irlikka bo'lish yuli bilan aniqlanadi:

$$\vartheta = \frac{V}{G} \left[\frac{M^3}{H} \right] (1.3)$$

$$\vartheta = \frac{1}{\gamma}; \quad P\vartheta = RT; \quad \vartheta = \frac{RT}{P}$$

3. Zichlik. Suyuqlikning hajm birligiga to'g'ri kelgan tinch xolatdagi massasi uning zichligi deb ataladi:

$$\rho = \frac{M}{V} : \left[\frac{KZ}{M^3} \right] (1.4)$$

4. Suyuqliklarning issiqlikdan kengayishi. Suyuqlikning xarorati o'zgarishi bilan hajmi o'zgarish suyuqlikning issiqlikdan kengayishi deyiladi, va temperatura koeffitsienti bilan ifodalanadi.

$$\beta_t = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} \left[\frac{1}{Zpa\partial} \right] (1.5)$$

$$\Delta t = t - t_0 \quad \Delta V = V - V_0$$

5. Suyuqliklarning siqilishi. Suyuqlikning siqilishini xisobga olish uchun hajmiy siqilish koeffitsient degan tushuncha kiritiladi. Birlik hajmidagi suyuqlikning bosimini bir birlikka oshirganda kamaygan miqdori hajmiy siqilish koeffitsienti deyiladi.

$$\beta_\rho = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta \rho} \left[\frac{M^2}{H} \right]; \left[\frac{1}{\Pi a} \right] (1.6) \quad \Delta V - o'zgargan hajm.$$

$$\Delta \rho = \rho - \rho_0$$

6. Suyuqlikning qovushqoqligi. Suyuqlikning qovushqoqlik xossasi suyuqlik xarakatga kelgan paytda namoyon bo'ladi. Suyuqlikning qovushqoqligi deb uning zarrachalari uzaro nisbiy siljishlariga qarshilik ko'rsatish kobiliyatiga aytiladi.

$$T = \pm S\mu \frac{du}{dy}$$

$$\tau = \frac{T}{S} = \mu \frac{du}{dy} \quad \text{qPa} \cdot \text{Sg} \quad (1.7, 1.8)$$

$$\mu = \tau \frac{dy}{du}$$

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{Sh} 0,102 \frac{KZC \cdot C}{M^2} \text{ h} 10 \text{ Puaz}$$

μ - qovushqoqlikning dinamik koeffitsienti; $\mu = \eta \cdot \rho$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} - \text{qovushqoqlikning kinematik koeffitsienti}$$

$\nu \text{Ctg} - \text{stoks}$

$$1st = 1 \frac{1cm^2}{C} h1 \cdot 10^{-4} m^2/s: 1s t=100 sst$$

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan nazariy ma'lumotlarni o'rganib chiqing.
2. Suyuqliklarning fizikaviy xossalarini o'rganing.
Buning uchun quyidagi ishlarni bajaring;
 - a) Menzurkaning massasini tarozi yordamida aniqlang.
 - b) Menzurkaga ma'lum miqdorda biror turdagi suyuqlikdan quyding.
 - v) Menzurkadagi suyuqlikning hajmini aniqlang.
 - g) Menzurkadagi suyuqlikning massasini toping.
 - d) Suyuqlikni zichligini hisoblab toping.
- e) Hisoblab topilgan zichlik ρ_x bilan, nazariy zichlik ρ o'rtasidagi farqni xisoblab, nisbiy xatolik Δ ni hisoblab toping.
3. Topilgan zichlik ρ_x yordamida solishtirma hajm va solishtirma og'irlikni hisoblab toping.
4. Quyidagi jadvalni to'ldiring.

№	Suyuqlik turi	ρ	ρ_x	Δ	γ	g

5. Bajargan ishlaringiz yuzasidan hisobot yozing.

Nazorat savollari.

1. Suyuqliklarning fizikaviy xossalarini ayting.
2. Suyuqliklarning asosiy xossalari qaysilar?
3. Solishtirma og'irlik bilan bosim, temperatura va zichlik orasida qanday bog'liqlik mavjud?
4. Solishtirma hajm bilan bosim, temperatura va zichlik orasida qanday bog'liqlik mavjud?
5. Suyuqliklarning issiqlikdan kengayish koeffitsienti qanday aniqlanadi?

Adabiyotlar:

1. A.YU. Umarov "Gidravlika", T.O'zbekiston nashriyoti, 2002.
2. K.Latipov, S.Ergashev "Gidravlika va gidromashinalar", T.O'qituvchi nashriyoti, 1986.
3. D.V.SHterenlixt "Gidravlika", Energoatomizdat, M.1984.
4. "Gidravlika" fanidan tajriba ishlarini bajarish bo'yicha metodik ko'rsatma. ToshDTU, T. 2002.

2-laboratoriya ishi

Mavzu. Suyuqliklarning qovushqoqligini aniqlash.

Ishdan maqsad: Turli suyuqliklarning qovushqoqlik koeffitsientini tajriba yo'li bilan aniqlash.

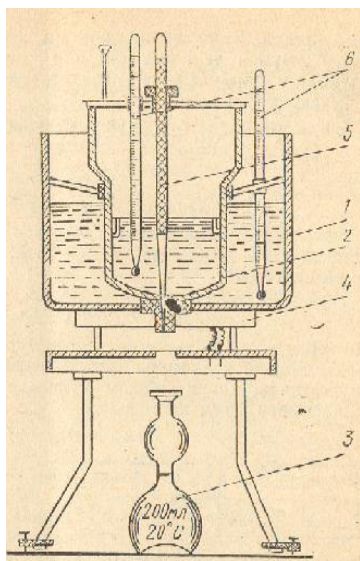
Kerakli jihozlar: Turli hildagi suyuqliklar, Engler viskozimetri, termometr, isitgich, o'lchov idishi, sekundomer.

Nazariy ma'lumotlar:

Qovushqoqlik koeffitsientini aniqlash uchun viskozimetr deb ataluvchi asboddan foydalaniladi.

Qovushqoqligi suvga nisbatan katta boʻlgan suyuqliklar uchun Engler viskozimetri ishlatiladi (2.1- rasm). U birining ichiga ikkinchisi joylashgan ikkita idishdan iborat boʻlib, ular orasidagi boʻshliq suv bilan toʻldirilgan. Ichki idish 2ning sferik tubiga diametri 3 mm boʻlgan naycha kavsharlangan boʻlib, u tiqin 5 bilan berkitilgan boʻladi.

Ichki idishga tekshirilayotgan suyuqlik quyilib, uning temperaturasi ikki idish oraligʻidagi suvni isitish yoʻli bilan kerakli temperaturaga etkaziladi.



2.1-rasm. Engler viskozimetri

1-tashqi idish, 2-ichki idish,
3-oʻlchov idishi, 4-isitgich,
5-tiqin, 6-termometrlar.

Tekshirilayotgan suyuqlik temperaturasi termometr 6 yordamida oʻlchab turiladi. Suyuqlik zarur temperatura t^1 gacha isigandan soʻng tiqin olinadi. 200cm^3 suyuqlik oqib tushgan vaqt T sekundomer bilan aniqlanadi. Xuddi shunday tajriba t^2 da distillangan suv bilan ham oʻtkaziladi. Tekshirilayotgan suyuqlikning va t^2 da distillangan suvning oqib chiqqan vaqtlari nisbati qovushqoqlikning shartli graduslari yoki Engler graduslarini bildiradi, yaʼni

$$^0E = \frac{T_{\text{своя}}}{T_{\text{свѣ}}}, \quad (2.1)$$

Engler graduslaridan $\frac{M^2}{c}$ ga oʻtish uchun Ubbelodening empirik formulasidan foydalaniladi.

$$\nu = \left(0,0731^0E - \frac{0,0631}{^0E} \right) 10^{-4} M^2 / c, \quad (2.2)$$

Qovushqoqlikni aniqlash uchun kapillyar viskozimetr, rotatsion viskozimetr, stoks viskozimetri va boshqa turli viskozimetrlardan foydalanish mumkin.

Qovushqoqlik suyuqliklarning turiga, temperaturasiga va bosimiga bogʻliq. Har-xil suyuqliklarning qovushqoqlik koeffitsientlari jadvallarda berilgan boʻladi.

Temperatura ortishi bilan tomchilanuvchi suyuqliklarning qovushqoqligi kamayadi, gazlarninki esa ortadi. Suyuqliklar qovushqoqligining temperaturaga bogʻliqligi umumiy tenglama bilan ifodalanmaydi. Lekin koʻpincha quyidagi formuladan foydalaniladi:

Suv uchun;

$$\nu_t = \frac{0,0177}{(1+0,0337+0,00022)t^2} 10^{-4} \frac{M^2}{c}, \quad (2.3)$$

Havo uchun;

$$\nu_t = (0,0132 + 0,000918t + 0,00000066t^2) 10^{-4} \frac{M^2}{c}, \quad (2.4)$$

Gidrouzatmalarda ishlatiladigan turli mineral moylar uchun temperatura 30^0S dan 150^0S gacha, qovushqoqlik $^0E_{50}$ 10gacha boʻlganda

$$\nu = \nu_{50} \left(\frac{50}{t} \right)^n, \quad (2.5)$$

Bu erda; ν_t, ν_{50} -tegishli temperaturada va 50^0S dagi kinematik qovushqoqlik koeffitsienti; t -temperatura, ^0S da; n -daraja koʻsatkichi boʻlib, uning qiymatlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

$^0E_{50}$	1,2	1,5	1,8	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	1,39	1,59	1,72	1,79	1,99	2,13	2,24	2,32	2,42	2,49	2,52	2,56

Turli suyuqliklarning qovushqoqligi boshlang'ich qovushqoqlik va temperaturaga qarab turlicha o'zgaradi. Ko'pincha suyuqliklarning qovushqoqligi bosimni ko'tarilishi bilan ortadi. Mineral moylarning qovushqoqligi bosimning 0-50 MN/m² chegarasida chiziqli o'zgaradi va quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\nu_p = \nu_0(1 + k_p p), \quad (2.6)$$

Bu erda; ν_p va ν_0 -- tegishli bosim va atmosfera bosimidagi kinematik qovushqoqlik koeffitsienti; p - qovushqoqlik o'lchangan bosim, MN/m²; k_p -tajribada aniqlangan koeffitsient(tahminan 0,03ga teng).

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan nazariy ma'lumotlarni o'rganib chiqing.
2. Engler viskozimetri ni (2.1-rasm) tuzilishi va ish jarayonini o'rganing.
3. t h20⁰ S dagi distillangan suvning viskozimetrdan oqib chiqish vaqtini sekundomer yordamida aniqlang.
4. Viskozimetrga o'simlik moyi quyding va uni kerakli temperaturagacha qizdiring.
5. O'simlik moyini ham viskozimetrdan oqib chiqish vaqtini sekundomer yordamida aniqlang.
6. Olingan natijalardan foydalanib Engler graduslarini (2.1) formuladan hisoblab toping.
7. Ubbelodening empirik formulasi (2.2)dan foydalanib o'simlik moyining qovushqoqligini aniqlang.
8. Olingan natijani o'simlik moyining jadvaldagi qiymati bilan solishtiring.
9. YUqoridagi tajribani boshqa turdagi suyuqliklar bilan ham bajaring.
10. Bajargan ishlaringiz yuzasidan hisobot yozing.

Nazorat savollari.

1. Qovushqoqlik deganda nimani tushinasiz?
2. Engler viskozimetrini tuzilishi va ish jarayonini tushuntirib bering.
3. Qovushqoqlikning o'zgarishiga temperatura va bosim qanday ta'sir ko'rsatadi?
4. Engler graduslaridan $\frac{M^2}{c}$ ga qanday o'tiladi?
5. Qovushqoqlik qanday birliklarda o'lchanadi?

Adabiyotlar;

1. A.YU. Umarov "Gidravlika", T.O'zbekiston nashriyoti, 2002.
2. K.Latipov, S.Ergashev "Gidravlika va gidromashinalar", T.O'qituvchi nashriyoti, 1986.
3. D.V.Shterenlixt "Gidravlika", Energoatomizdat, M.1984.
4. "Gidravlika " fanidan tajriba ishlarini bajarish bo'yicha metodik ko'rsatma. ToshDTU , T. 2002.

3-laboratoriya ishi

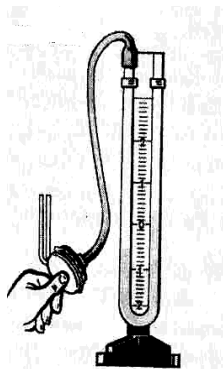
Mavzu: Bosimni o'lchash asboblari

Ishdan maqsad: Bosimni o'lchash asboblari, ularning turlari, tuzilishi va ish printspini o'rganish.

Kerakli jihozlar: turli hil suyuqliklar, suyuqlikli manometr, metall manometr.

Nazariy ma'lumotlar:

Bizga ma'lumki atmosfera bosimini o'lchash uchun barometrlardan foydalaniladi. Atmosfera bosimidan katta yoki kichik bosimlarni o'lchashda maxsus asboblardan manometrlar qo'llaniladi (grekcha "manos"-siyrak, "metreo"-o'lchayman). Manometrlar suyuqlikli va metall manometrga bo'linadi.



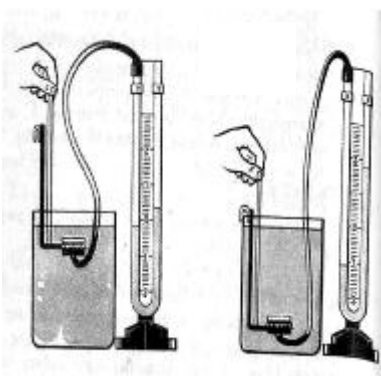
3.1-rasm

Suyuqlikli ochiq manometrning tuzilishi va ish printspini ko'rib chiqaylik. U ikki tirsakli shisha naydan iborat bo'lib, bu naylarga biror suyuqlik quyib olinadi. Suyuqlik ikkala tirsakda bir hil sathda bo'ladi, chunki idish tirsaklarida uning sirtiga faqat atmosfera bosimi ta'sir qiladi.

Bunday manometrlarning qanday ishlashini tushinish uchun, uni rezina naycha orqali bir tomoniga rezina parda qoplangan doiraviy yassi quticha bilan birlashtirish kerak (3.1- rasm). Agar pardani barmoq bilan sekingina bosib qo'yilsa, u holda manometrning qutichaga birlashtirilgan tirsagida suyuqlik sathi pasayadi, ikkinchi tirsagida esa ko'tariladi. Bunga sabab, parda bosilganda quticha ichidagi havo bosimini ortishidir. Paskal qonuniga asosan, bosimning bu ortishi manometrning qutichaga birlashtirilgan tirsagidagi suyuqlikka ham beriladi. SHuning uchun bu tirsakdagi suyuqlikka berilgan bosim, atmosfera bosimi ta'sir qilayotgan ikkinchi tirsakdagi suyuqlikka bo'lgan bosimga nisbatan kattaroq bo'ladi.

Bu ortiqcha bosim kuchining ta'siri ostida suyuqlik siljiy boshlaydi. Siqilgan havoning ortiqcha bosimi manometrning ikkinchi tirsakdagi ortiqcha suyuqlik ustuni hosil qilayotgan bosim bilan tenglashganda suyuqlik muvozanat holiga keladi.

Pardaga qanchalik kuchliroq bosilsa, bu ortiqcha suyuqlik ustuni shunchalik balandroq, uning bosimi shunchalik ko'proq bo'ladi. Demak, ortiqcha suyuqlik ustuni balandligiga qarab



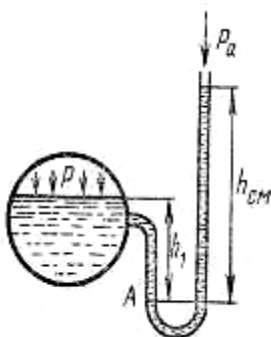
3.2-rasm

bosim o'zgarishi haqida fikr yuritishimiz mumkin. 3.2 -rasmda bunday manometr bilan qanday qilib suyuqlik ichidagi bosimni o'lchash ko'rsatilgan. Qutichani suyuqlik ichiga qanchalik chuqurroq tushirsak manometr tirsaklaridagi suyuqlik ustunlarining balandliklari orasidagi farq shunchalik kattalashadi.

Agar asbob qutichasini suyuqlik ichida biror chuqurlikda tutib turib uni parda qoplangan tomonini yuqoriga, yon tomonga va pastga aylantirsak, u holda manometr ko'rsatishlari o'zgarmaydi. CHunki suyuqlik ichida ayni bir sathda bosim hamma yo'nalish bo'yicha bir hil bo'ladi. Bosimni shisha naychadagi suyuqlik balandligi bilan o'lchash juda qulay shuning uchun bu usul texnikada ko'p qo'llaniladi. Bosimni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$p = p_0 + \rho h, \text{ bu erda } h \text{ -suyuqlik ustunlarining farqi.}$$

Bu erda shuni yaxshi eslab qolish kerakki, suv uchun $1 \text{ kg} \cdot \text{kuch} / \text{sm}^2$ yoki 1 atm. ga teng bo'lgan bosim



3.3-rasm

$$h_{\text{cys}} = \frac{p}{\rho_{\text{cys}} g} = \frac{p}{\gamma_{\text{cys}}} = \frac{9,81 \cdot 10000 \frac{H}{M^2}}{9810 \frac{H}{M^3}} = 10 \text{ m,}$$

balandlik, asosi 1 sm^2 bo'lgan suv ustunini tashkil etadi. Simob uchun esa

$$h_{\text{симоб}} = \frac{p}{\rho_{\text{симоб}} g} = \frac{p}{\gamma_{\text{симоб}}} = \frac{9,81 \cdot 10000 \frac{H}{M^2}}{132900 \frac{H}{M^3}} = 0,738 M \approx 738 \text{ мм},$$

balandlik, asosi 1sm² bo'lgan

simob ustunini tashkil etadi.

Pezometr juda sezgir va aniq asbob, ammo u uncha katta bo'lmagan (0,5 atm.gacha) bosimni o'lchashi mumkin holos.

Katta bosimlar zichligi katta bo'lgan suyuqliklar bilan ishlaydigan manometrlar yordamida o'lchanadi.

Bunday manometrlarda suyuqlik sifatida asosan simob ishlatiladi. Bu manometr U shakldagi naychadan iborat bo'lib, uning egilgan tirsagi simob bilan to'ldirilgan. Idish ichidagi bosim ta'sirida simob sathi chap tomondagi naychada pasayadi, o'ng tomondagi naychada esa ko'tariladi (3.3 -rasm).

A nuqtaga idishdagi suyuqlik tomonidan ta'sir qilayotgan mutloq bosim

$$p_M = p_o + p_{\text{сыв}} gh = p_o + \gamma_{\text{сыв}} h_{\text{сыв}}.$$

A nuqtaga manometrdagi simob tomonidan ta'sir qilayotgan bosim

$$p_M = p_a + \rho_{\text{симоб}} gh_{\text{симоб}} = p_a + \gamma_{\text{симоб}} h_{\text{симоб}},$$

bu erda $p_{\text{сыв}}$ va $p_{\text{симоб}}$ – tegishli idishdagi suyuqlik va manometrdagi simobning zichligi.

Yuqoridagi tenglamalarning o'zaro tenglik shartidan tashqi bosim p_o ni aniqlaymiz:

$$\begin{aligned} p_o &= p_a + \rho_{\text{симоб}} gh_{\text{симоб}} - \rho_{\text{сыв}} gh_{\text{сыв}}; \\ p_o &= p_a + \gamma_{\text{симоб}} h_{\text{симоб}} - \gamma_{\text{сыв}} h_{\text{сыв}}. \end{aligned}$$

yoki

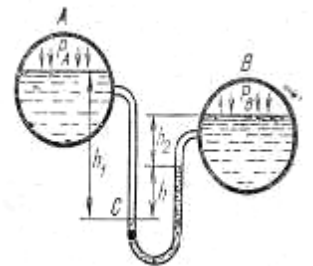
$$p_o = p_a + \rho_{\text{симоб}} gh_{\text{симоб}} - \rho_{\text{сыв}} gh_{\text{сыв}};$$

$$p_o = p_a + \gamma_{\text{симоб}} h_{\text{симоб}} - \gamma_{\text{сыв}} h_{\text{сыв}}.$$

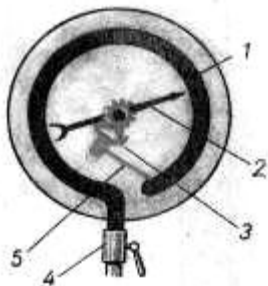
Agar ikki idishdagi yoki bir idishning ikki ixtiyoriy nuqtasidagi bosimlar farqini o'lchash kerak bo'lsa, u holda differentsial nanometr (3.4-rasm) qo'llaniladi.

3.5-rasmda metall manometr

tasvirlangan. Bunday manometrning asosiy qismi yoy shaklida egilgan metall nay 1 bo'lib, uning bir uchi berkitib qo'yilgan. Nayning ikkinchi uchi jo'mrak 4 orqali bosimi o'lchanadigan idishga tutashtirilgan. Bosim ortganda nay to'g'rilana boshlaydi va uning yopiq uchining harakati richag 5 va tishli g'ildirak 3 orqali asbob shkalasi oldida harakatlanuvchi strelka 2ga uzatiladi. Bosim kamayganda nay elastikligi tufayli o'zining dastlabki vaziyatiga, strelka esa nolinchi



3.4-rasm



3.5-rasm

chiziqla qaytadi.

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan nazariy ma'lumotlarni o'rganib chiqing.
2. 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; 3.5 -rasmlarda berilgan manometrlarni tuzilishi va ish printspini o'rganib chiqing.
3. a) 3.1-rasmda ko'rsatilgan manometr yordamida biror idishning turli nuqtalaridagi suv bosimini o'lchang.
- b) yuqoridagi tajribani boshqa turdagi suyuqlik (masalan, o'simlik moyi) bilan ham o'tkazing.
- v) Ikkala tajribani suyuqlik ustuninig bir hil balandligida o'tkazing va ulardagi bosimlar farqini aniqlang.
4. Metall manometrni tuzilishi va ish printspini o'rganing.
5. Bajargan ishlaringiz yuzasidan hisobot yozing.

Nazorat savollari:

1. Bosim qanday birliklarda o`lchanadi?
2. 3.1-rasmdagi manometrning ish printspini tushuntirib bering.
3. Suyuqlik manometrlar yordamida bosimni o`lchash usulini tushuntirib bering.
4. Vakuummetrlar va ularni ish printspini tushuntirib bering.
5. Turli suyuqliklarning bir hil balandligida nima uchun bosim turlicha bo`ladi?
6. Metall manometrlar qachon qo`llaniladi?

Adabiyotlar:

1. A.YU. Umarov "Gidravlika", T.O`zbekiston nashriyoti, 2002.
2. 2002.
3. K.Latipov, S.Ergashev "Gidravlika va gidromashinalar", T.O`qituvchi nashriyoti, 1986.
4. D.V.Shterenlixt "Gidravlika", Energoatomizdat, M.1984.
5. "Gidravlika" fanidan tajriba ishlarini bajarish bo`yicha metodik ko`rsatma. ToshDTU, T. 2002.

4-laboratoriya ishi

Mavzu:Gidravlik presslar.

Ishdan maqsad: Gidravlik presslarning tuzilishi, ish printspini va qo`llanilishini o`rganish.

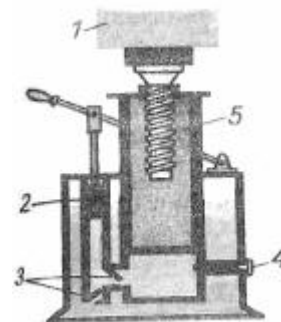
Kerakli jihozlar: Gidravlik press, dinamometr, lineyka va boshqalar.

Nazariy ma'lumotlar:

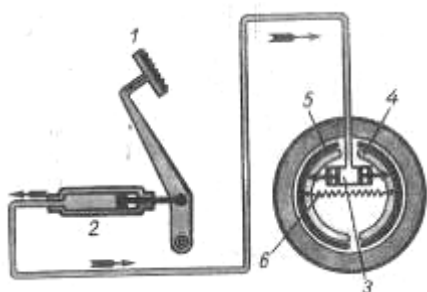
Gidrostatikaning asosiy qonunlari asosida ishlaydigan mashinalar gidrostatik mashinalar deyiladi.Ularda bosimning uzatilish qonuni (Paskal qonuni) muhim ahamiyatga ega. Bunday mashinalarga gidropresslar, gidroakkumulyatorlar, domkratlar va boshqalar kiradi.

4.1,4.2- rasmlarda domkrat va engil avtomobillarning gidravlik tormoz sistemasi keltirilgan. Domkrat ish stoli 1, kichik porshen 2, klapanlar 3, yukni tushiradigan klapan 4 va katta porshen 5lardan tashkil topgan.

Avtomobilning gidravlik tormozi ham gidrostatik qonunlari asosida ishlaydi. tormoz pedali 1, kuch tsilindri 2, tormoz tsilindri 3, tormoz barabani 4, kolodkalar 5 va prujina 6 lardan tashkil topgan. Domkrat va tormozning ish printspini ham gidravlik presslarni ish printspiga o`xshash bo`ladi.



4.1-rasm



4.2-rasm

Bu mashinalarning ichida eng ko`p qo`llaniladiganlari gidravlik presslardir. Gidravlik presslardan gidrostatika qonuni asosida katta kuchlar hosil qilish uchun foydalaniladi. Bu narsa presslash, shtamplash, bolg`alash, materiallarni sinash va boshqa ishlar uchun zarurdir.

Gidravlik presslar diametrlari har- xil bo`lgan,o`zaro tutash- tirilgan ikkita tsilindrdan iborat bo`lib, birinchi kichik tsilindrda diametri kichik, katta tsilindrda esa diametri katta bo`lgan ikki porshen harakatlanadi (4.3-rasm). Kichik porshenga OAV richag orqali kuch qo`yiladi. Katta porshenga

stol o'rnatilib, bu stol bilan devor orasiga presslanuvchi buyum qo'yiladi. Richag qo'l yoki dvigatel yordamida harakatga keltiriladi.

Kichik porshen kuch ta'sirida pastga qarab siljiydi va suyuqlikka bosim beradi. Bu bosim katta tsilindrga uzatiladi va natijada katta tsilindr harakatga keladi. Bunday harakat stol ustidagi buyum devorga taqalguncha davom etadi. Stolning bundan so'nggi ko'tarilishi natijasida buyum siqiladi va presslanadi.

Aytilgan usul jismlarni faqat ko'tarish uchun kerak bo'lsa, u holda sxemadagi devor bo'lmaydi. Bu holda gidravlik press domkratga aylanadi.

Endi gidravlik presslarda kuchlarning munosabatini ko'rib chiqaylik (4.4-rasm). R kuch OAV richagning V uchiga qo'yilgan bo'lsin, u holda kuch momenti uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$Q(a + hb) = P_1 a, \quad (4.1).$$

Bu tenglamadan kichik porshenga ta'sir qiluvchi kuchni topamiz:

$$P_1 = \frac{a + b}{a} Q, \quad (4.2).$$

U holda kichik porshen ostidagi suyuqlik bosimi quyidagiga teng bo'ladi:

$$p = \frac{P_1}{S_1} = \frac{a + b}{a} \frac{4Q}{\pi d_1^2}, \quad (4.3).$$

Katta porshen ostidagi bosim esa

$$p + \gamma h = \frac{a + b}{a} \frac{4Q}{\pi d_1^2} + \gamma h, \quad (4.4).$$

bu erda h - porshenlar ostki sirtlari orasidagi geometrik masofa.

Natijada katta porshenga ta'sir qiluvchi kuch quyidagicha topiladi:

$$P_2 = (p + \gamma h) S_2 = \left(\frac{a + b}{a} \frac{4Q}{\pi d_1^2} + \gamma h \right) \frac{\pi d_2^2}{4}, \quad (4.5).$$

Ko'p holda gidravlik presslarda gidrostatik bosim juda katta bo'lganligi uchun γh ni hisobga olmasa ham bo'ladi, ya'ni

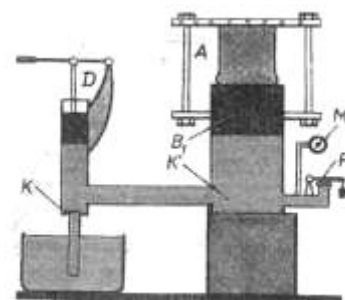
$$P_2 = \frac{a + b}{a} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q, \quad (4.6).$$

Biz keltirgan sxema soddalashtirilgan bo'lib, haqiqiy gidravlik presslarda juda ko'p yordamchi qismlar bo'ladi. Amalda gidravlik presslarda suyuqlikning porshen va tsilindrlar orasidan sizib o'tishi, tutashtiruvchi trubalardagi qarshilik kuchi hisobiga katta porshenga ta'sir qiluvchi kuch yuqorida keltirilgan nazariy hisobdan farq qiladi va quyidagi formula bilan topiladi:

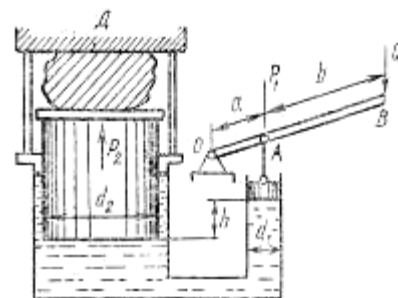
$$P_2^1 = \frac{a + b}{a} \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 Q \eta, \quad (4.7).$$

bu erda η - yuqorida aytilgan xatoliklarni hisobga oluvchi koeffitsient bo'lib, uni foydali ish koeffitsienti deb ataladi.

Amalda bu koeffitsient qiymati 0,75 bilan 0,85 o'rtasida bo'ladi. Keltirilgan hisobdan ko'rinadiki, tsilindrlarning diametrlari va richagning elkasini tanlab olish yo'li bilan presslovchi kuchni istalgancha katta qilish mumkin.



4.3-rasm



4.4-rasm

Lekin amalda juda katta kuchlar hosil qilinganda tsilindrlar devori deformatsiyalanishi va hatto buzilishi mumkin. SHu sababli hozirgi vaqtda mavjud gidravlik presslarda 25000 t gacha kuch hosil qilish mumkin holos.

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan nazariy ma'lumotlarni o'rganib chiqing.
2. Berilgan gidravlik pressni tuzilishi va ish printspini nazariy jihatdan o'rganing.
3. Pressning katta va kichik tsilindrlarning diametrini o'lchang.
4. Richagning uzunligini o'lchang va 4.2-formula yordamida kichik porshenga ta'sir etuvchi kuchni hisoblang.
5. 4.3 va 4.4-formulalar yordamida katta va kichik porshenlar ostidagi suyuqlik bosimini hisoblab toping.
6. 4.7-formuladan foydalanib, katta porshenga ta'sir etuvchi kuchni hisoblang.
7. Bajargan ishlaringiz yuzasidan hisobot tuzing.

Nazorat savollari:

1. Gidravlik presslar qanday maqsadlarda qo'llaniladi?
2. 4.3-rasmda keltirilgan gidravlik pressning ish printspini tushuntirib bering.
3. Katta va kichik porshenlar ostidagi suyuqlik bosimi qanday aniqlanadi?
4. Katta porshenga ta'sir etuvchi kuch qanday aniqlanadi?
5. Katta porshenga ta'sir etuvchi kuchning amaliy va nazariy qiymatlari nima uchun bir-biriga mos kelmaydi?

Adabiyotlar:

1. A.YU. Umarov "Gidravlika", T.O'zbekiston nashriyoti,
2. 2002.
3. K.Latipov, S.Ergashev "Gidravlika va gidromashinalar", T.O'qituvchi nashriyoti, 1986.
4. D.V.Shterenlixt "Gidravlika", Energoatomizdat, M.1984.
5. "Gidravlika" fanidan tajriba ishlarini bajarish bo'yicha metodik ko'rsatma. ToshDTU, T. 2002.

5-laboratoriya ishi

Mavzu: Suyuqliklarning harakat tartibini o'rganish.

Ishdan maqsad: Silindr shaklidagi quvurdan oqayotgan suyuqlikning harakat tartibini o'rganish.

Kerakli jihozlar: 5.1-rasmda ko'rsatilgan tajriba qurilmasi, rangli suyuqlik, termometr.

Nazariy ma'lumotlar:

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, suyuqlik oqimidagi energiya yo'qotilishi, oqim zarrachalarining harakat xarakteriga, ya'ni harakat rejimiga bog'liq ekanligi 1933 yili inglizlik fizik olim O.Reynolds tomonidan tajriba yo'li aniqlangan. Agar suyuqlikning uning biror kritik holati V_{kp} dan kichik bo'lsa, unda suyuqlik zarralar qatlamlari to'liq bo'lib harakat qila boshlaydi. SHunda tezlikning oshishi $V > V_{kp}$ gacha davom ettirilsa suyuqlikda uyurmalar hosil bo'ladi va bu suyuqlik zarralarni qatlamlarga aralashib ketishiga olib keladi. Suyuqlikning boshqa zarralar qatlamiga, bir-biriga aralashmay o'qishi "laminar tartibli harakat" deb ataladi. Suyuqlik zarralar qatlamining bir-biriga aralashgan holda oqishi "trubulent tartibli harakat" deb ataladi.

Suyuqlikning kritik tezligi tsilindr shaklli quvurlardagi oqimcha uchun quyidagicha aniqlanadi.

$$V_{kp} \approx \frac{kV}{d}$$

Bu erda: k-proportsionallik, ya'ni har-xil o'lchamlilik koeffitsienti. O.Reynoldsning sharafiga bu koeffitsient "Reynolds soni" deb ataladi va Re_{kp} - ko'rinishida belgilanadi.

Uning tajriba yordamida olingan qiymati quyidagicha;

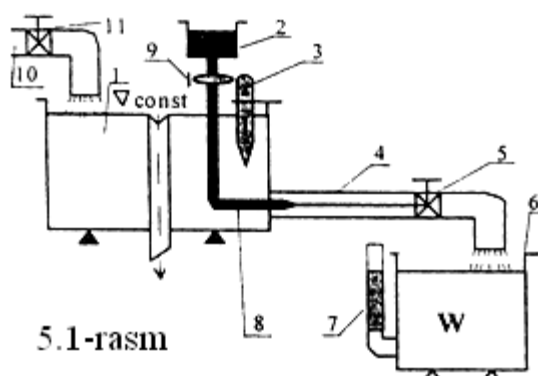
$$Re_{kp}^I = \frac{V_{kp}^I \cdot d}{\nu} = 2320, \quad Re_{kp}^{II} = \frac{V_{kp}^{II} \cdot d}{\nu} = 4000.$$

Agar $Re < Re_{kp}^{II}$ bo'lsa, suyuqlikning harakati "laminar oqim" deb ataladi.

$Re_{kp}^I < Re < Re_{kp}^{II}$ - "suyuqlikning o'tish harakat tartibi" deb ataladi.

$Re > Re_{kp}^{II}$ - "suyuqlikning trubulent tartibli harakati" deb ataladi.

Reynolds sonini tajriba yordamida aniqlash uchun 5.1 -rasmidagi qurilmadan foydalanamiz.



5.1-rasm

Qurilmada quvurning ichki diametri "d" ga teng bo'lib, uning ichiga suyuqlikni bo'yash uchun "L" shaklidagi naycha o'rnatilgan. Quvur 4 dagi suyuqlik tezligini boshqarish uchun uning oxiriga jo'mrak 5 qo'yilgan.

Ishni bajarish tartibi:

1. Nasos orqali o'zgarmas bosimli idish 10 ga quvur orqali suyuqlik doimiy ravishda uzatilib turadi.
2. Jo'mrak 5 ochilib, suyuqlik o'lchov idishi 6dagi suyuqlik hajmi vaqt birligi ichida o'lchanadi.
3. SHu suyuqlik hajmini o'lchash bilan bir vaqtda jo'mrak 9 ochilib, rangli suyuqlik tsilindrik shaklli shisha quvurga uzatiladi.
4. Bosimli suyuqlik idishini suv bilan to'ldirish uchun jo'mrak 11 ochiq holatga qo'yiladi.
5. Bosimli suyuqlik idishi to'lganidan so'ng jo'mrak 11 orqali nasosdan kelayotgan suvning oqimi berkitiladi.
6. Suyuqlik quvuri 5dagi jo'mrak shunday ochiladiki, suvning quvur ichidagi tezligi juda ham kichkina bo'lsin.
7. Jo'mrak 9 ochilib, suvning ichiga bo'yoq yuboriladi.
8. Suyuqlik quvuri 4 ning jo'mragi 5 buralib, shunday tezlik hosil qilinadiki, suvning ichidagi bo'yoq to'g'ri chiziqli harakat qilsin. SHu holatda suvning hajmi va ketgan vaqt o'lchanib, jadvalga yoziladi.
9. Suv harakatining tezligi jo'mrak 5 orqali oshiriladi. Natijada bo'yalgan suyuqlik oqimi to'lqin shakliga kiradi va tezlikning oshishi natijasida suyuqlikni butunligicha bo'yab yuboradi. SHu holatda suvning hajmi va uni o'lchashga ketgan vaqt jadvalga yozib olinadi.
10. Suvning sarfi hajmiy usul asosida aniqlanadi. Buning uchun hajmi W ga teng bo'lgan o'lchov idishining to'lish vaqti t o'lchanadi va jadvalga yozib olinadi.
11. Kritik tezlikdagi suvning sarfi aniqlanadi.

$$Q = \frac{W}{t}, \quad (\text{sm}^3/\text{s})$$

Bu erda: W-o'lchov idishining hajmi (sm^3).
t- uning to'lish vaqti.

12. Kritik tezlik topiladi.

$$V_{kp} = (\text{sm}/\text{s})$$

Bu erda: w- quvurning ko'ndalang kesimi yuzasi (sm^2).
d- quvurning diametri.

13. Suvning harorati t ni o'lchab, uning qovushqoqligining kinematik koeffitsienti $\nu = \nu(t)$ aniqlanadi.

14. t h 23^0 , ν h $0,0102 \text{ sm}^2/\text{sek}$ uchun Reynolds soni hisoblab topiladi.

$$Re_{kp} = \frac{V_{kp} d}{\nu}, \text{ bu erda, } \nu - \text{qovushqoqlikning kinematik koeffitsienti (sm}^2/\text{s)}.$$

15. Tajriba natijalari asosida quyidagi jadval to'ldiring.

№	Hajm, W	Vaqt, t	Sarf, QhW/t	Harorat, t	Kinematik qovushqoqlik, ν	Diametr, d	Kesim yuzasi, W_h	Tezlik, v_h	Reynolds soni, Re_h	Harakat tartibi	
										Tajribada	Nazariy
--	sm^3	sek	sm^3/s	^0S	sm^2/s	sm	sm^2	sm/s	--	--	--
1.											

Adabiyotlar:

1. A.YU. Umarov "Gidravlika", T.O'zbekiston nashriyoti, 2002.
2. K.Latipov, S.Ergashev "Gidravlika va gidromashinalar", T.O'qituvchi nashriyoti, 1986.
3. D.V.SHterenlixt "Gidravlika", Energoatomizdat, M.1984.
4. "Gidravlika" fanidan tajriba ishlarin bajarish bo'yicha metodik ko'rsatma. ToshDTU, T. 2002.

6-laboratoriya ishi

Mavzu: Suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchash

Ishdan maqsad: Venturi suv o'lchagichi yordamida suyuqlik sarfi va tezligini o'lchash.

Kerakli jihozlar: Venturi suv o'lchagichi, termometr, lineyka va boshqalar.

Nazariy ma'lumotlar: Suyuqliklarning tezligi va sarfini o'lchashni bir qancha usullari mavjud. Bular hajmiy usul, og'irlik usuli, Venturi suv o'lchagichi, suv o'lchagich shayba, vertushka, Pito naychasi va Prandtl naychasi yordamida o'lchash usullaridir. Bu usullar ichida eng oson usuli hajmiy va og'irlik usullaridir.

Hajmiy usulda suyuqlik tekshirilayotgan oqimdan maxsus darajalangan idish (menzurka)ga tushadi. Idishning to'liish vaqti sekundomer yordamida o'lchanadi. Agar idishning hajmi V , o'lchangan vaqt T bo'lsa, hajmiy sarf quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q = \frac{V}{T}; \left[\frac{M^3}{c} \right].$$

Agar oqimning harakat kesimi ma'lum bo'lsa, uning tezligi quyidagicha aniqlanadi:

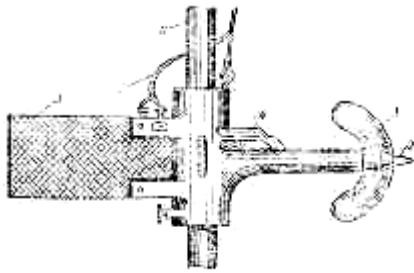
$$\nu = \frac{Q}{\omega}; \text{ bu erda } \omega - \text{harakat kesimi.}$$

Og'irlik usulida biror idishga oqimdan suyuqlik tushiriladi. Idishning to'liish vaqti T bo'lsa, og'irlik sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$Q_G = \frac{G}{T}.$$

Suyuqlikning hajmiy sarfi og'irlik sarfini solishtirma og'irligiga bo'lish yo'li bilan topiladi:

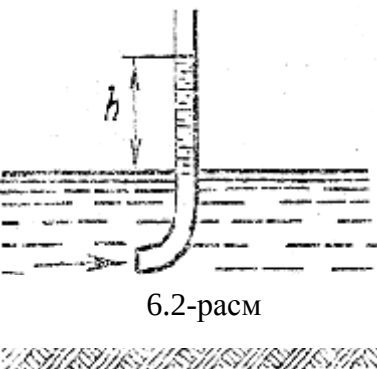
$$Q = \frac{Q_G}{\gamma}.$$



6.1-rasm

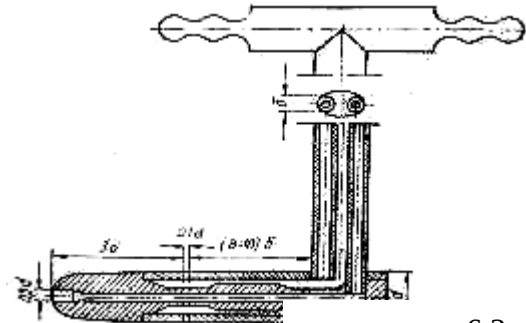
Yuqoridagi ikki usul kichik miqdordagi sarflarni o'lchash uchun qo'llaniladi. Katta sarflarni o'lchash uchun esa katta o'lchov idishlari kerak bo'ladi. Bundan tashqari trubopropod va kanallarda oqimning tuzilishi o'zgarib turganligi sababli bu usul bilan sarfni o'lchashda katta xatoliklar kelib chiqadi. Shu sababli truba va kanallardagi sarf Venturi suv o'lchagichi, suv o'lchagich shayba, vertushka (6.1-rasm), Pito naychasi (6.2-rasm) va Prandtl naychasi (6.3-rasm) yordamida o'lchanadi.

Biz quyida Venturi suv o'lchagichi yordamida suyuqlik tezligi va sarfini o'lchash usulini ko'rib chiqamiz. Venturi suv o'lchagichi (6.4-rasm) maxsus trubadan suv o'tishiga asoslangan bo'lib, tuzilishi sodda va harakatlanuvchi qismlari yo'q. Venturi suv o'lchagichi talabga qarab vertikal yoki gorizontal holatda joylashtiriladi. Uning gorizontal



6.2-pacm

holatda
Bu
diametrli 1
bo'laklaridan
ular diffuzor
diametrli



6.3-pacm

joylashganini ko'ramiz. asbob ikkita bir hil va 2 truba tashkil topgan bo'lib, 3 va 4 hamda kichik d_2 patrubok orqali tutashtirilgan. Konussimon torayib boruvchi

truba 3 ning kichik d_2 diametrli truba bilan tutashtirilgan joyida qarshilikni kamaytirish uchun silliq tutashtiriladi. Bunday tutashtirilgan trubalar soplo deb ataladi. Ularning 1-1 va 2-2 kesimlariga pezometrik naychalar o'rnatilgan bo'lib, ular shu kesimlardagi bosimlar farqi h ni ko'rsatadi. Truba gorizontal bo'lgani uchun $z_1 = z_2$ demak, 1-1 va 2-2 kesimlari uchun Bernulli tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma}, \quad \text{bundan} \quad \frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g},$$

Lekin $\frac{p_1}{\gamma} - \frac{p_2}{\gamma} = h$ bo'lgani uchun $h = \frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g},$

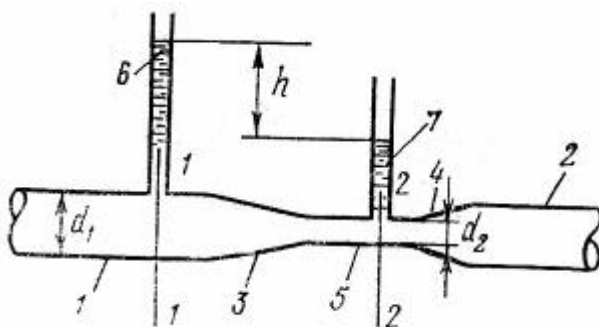
Uzluksizlik tenglamasi (3,6)ga asosan

$$v_1 = v_2 \frac{S_2}{S_1},$$

U holda

$$h = \frac{v_2^2}{2g} \left[1 - \left(\frac{S_2}{S_1} \right)^2 \right],$$

Bundan 2-2 kesimdagi tezlikni topamiz:



$$v_2 = \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \quad (3.23)$$

U holda suyuqlik sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q = v_2 S_2 = S_2 \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \quad (3.24)$$

Bu formula ideal suyuqlik uchun chiqarilgan. Haqiqatda suyuqlikning ikki kesimi o`rtasida bosimning pasayishi va tezliklarining kesim bo`yicha bir tekis tarqalmaganligi tufayli yuqoridagi formula bo`yicha hisoblash natijasi xaqiqiy sarfdan farq qiladi. SHuning uchun sarf formulasiga tuzatuvchi koeffitsient m ni kiritamiz:

$$Q = mS \sqrt{\frac{2gh}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} .$$

m koeffitsienti turli suv o`lchagichlar uchun turlicha bo`lib, ular tegishli suv o`lchagich uchun tajribada aniqlanadi. Hisoblash ishlarida sarf odatda quyidagi soddalashtirilgan formula bilan topiladi:

$$Q = c\sqrt{h} , \quad (3.25)$$

Bu erda

$$c = mS_2 \sqrt{\frac{2g}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} .$$

s koeffitsienti suv o`lchagich doimiysi deb ataladi va har bir berilgan suv o`lchagich uchun hisoblab qo`yiladi.

Ishni bajarish tartibi:

Berilgan nazariy ma'lumotlarni o`rganib chiqing.

Venturi suv o`lchagichini tuzilishi va ish printspini nazariy jihatdan o`rganinig.

Kompyuterda *fizika* dasturini ishga tushiring.

Dasturdagi Venturi suv o`lchagichini ishlash printspi va uni boshqarishni o`rganing.

Berilgan xolat uchun suyuqlik sarfi va tezligini aniqlang.

Tajribani suv o`lchagichning katta va kichik trubalari diametrlarini o`zgartiring. SHu xol uchun ham suyuqlik sarfi va tezligini aniqlang.

Quyidagi jadvalni to`ldiring.

Trubalar diametri		Suyuqlik sarfi, Q	Suyuqlik tezligi, u
D	d		

Bajargan ishingiz yuzasidan hisobot yozing.

Nazorat savollari:

Suyuqlik sarfi va tezligini o`lchashning qanday usullari mavjud?

Nima uchun og`irlik va xajmiy usullar sodda bo`lsada keng qo`llanilmaydi?

Venturi suv o`lchagichining tuzilishi va ish printspini tushuntirib bering.

Venturi suv o`lchagichi qaysi qonunlar asosida ishlaydi?

Vertushkani ish printspini tushuntirib bering.

Venturi suv o'lhagichining boshqa turdagi suv o'lhagichlardan afzalliklari nimada?

Adabiyotlar:

1. A.YU. Umarov "Gidravlika", T.O'zbekiston nashriyoti, 2002.
- K.Latipov, S.Ergashev "Gidravlika va gidromashinalar", T.O'qituvchi nashriyoti, 1986.
- D.V.SHterenlixt "Gidravlika", Energoatomizdat, M.1984.
- "Gidravlika" fanidan tajriba ishlarin bajarish bo'yicha metodik ko'rsatma. ToshDTU, T. 2002.

Gidravlika va gidravlik mashinalar faninidan mustaqil ish mavzulari

Darslik va o'quv qo'llanmalarining (ularning to'la ta'minlanganligi taqdirda) boblari va mavzularini o'rganish. Tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruza qismlarini o'zlashtirish. O'qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan ishlash. Fanning boblari va mavzulari ustida ishlash.

«Gidravlika va gidravlik mashinalar» fanidan nazariy va amaliy mashg'ulotlar o'tish davomida talabalarni ijodiy jarayonga yo'naltirish, ularni tahlil qilish, mustaqil ishlashga o'rgatish, mashqlar bajarish. Badiiy asarlarni estetik-g'oyaviy jihatdan tahlil qilish, klassik asarlar matni ustida ishlash, adabiy jarayonni kuzatib borish. Malakaviy amaliyotni o'tish chog'ida yangi texnika, jihozlar, keng ko'lamli ilmiy ish olib borishga qulay jarayonlar va texnologiyalarni o'rganish. Talabalarining ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq holda fanning muayyan boblari va mavzularini chuqur o'rganish.

Mustaqil ta'lim uchun mavzular

Gidrostatik mashinalar.

Absolyut, ortiqcha bosimlar va vakuum,

P'ezometrik balandlik.

Gidrostatik bosim, bosim o'lchash asboblari,

Suyuqlikning tekis devorga bosim kuchi.

Ortiqcha bosim, markazning vaziyatini topish.

Bosim epyurasi.

Silindrik sirtga ta'sir qiluvchi bosim kuchi, to'liq bosim kuchini va uning yo'nalishini aniqlash.

Real suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi. Gidravlik yo'qotish haqida tushuncha. Gidravlik yo'qotishni ikki turi. Tezlik va sarfni o'lchash usullari hamda asboblari.

Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari. Suyuqlikning laminar va turbulent harakati. Reynolds soni va uning kritik qiymati.

Gidrodinamik o'xshashlik asoslari. Suyuqliklarning laminar harakati.

Tekis va notekis harakat haqida tushuncha.

Gidravlik qiyaliklar, bosimli va bosimsiz harakat.

Silindrik trubada laminar harakat.

Bosimning kamayishiga ishqalanishning ta'siri. Puazeyl formulasi. Suyuqliklar turbulent harakatining xususiyatlari.

Tezlik va bosim pulsasiyalari.

Tenglashtirilgan tezliklarning kesim buyicha taqsimlanishi. Trubalarda bosimning kamayishi.

O'tkinchi zona, g'adir-budurlik turlari, absolyut, nisbiy va ekvivalent gadir-budurlik haqida tushuncha.

Mahalliy gidravlik qarshiliklar. Mahalliy qarshilik koeffisienti. SHEzi formulasi.

N.N Pavlovskiy formulasi: Turbulent harakatda bosimning mahalliy yo'qolishi.

Oqimning keskin kengayishi (Bord teoremasi).

Suyuqliklarning teshik va naychalardan oqishi. Trubalarni gidravlik hisoblash.

Trubalarning turlari. Uzun sodd trubalarni hisoblash, sarf xarakteristikasi. Pezometrik chiziq.

Ketma-ket va paralel ulangan murakkab trubalarni hisoblash haqida tushuncha.

Tarmoqlangan trubalar va ularni grafoanalitik hisoblash.

Sifonlarni hisoblash.

Suyuqlik kichik teshikdan oqayotganda qarshilik, tezlik va sarf koeffisientlari.

Oqimchaning siqilish turlari. Suyuqlikning naychadan oqishi. Naychalarining turlari va ularning gidravlik koeffisientlari.

Suyuqliklarning beqaror harakati.

Gidravlik zarba xodisasi. Tug'ri zarba uchun N.E Jukovskiy formulasi. Teskari gidravlik zarba haqida tushuncha.

Gidravlik zarbani susaytirish usullari. Gidravlik zarbadan amalda foydalanish.

Gidravlik dvigatellar

Gidroturbinalarning ishlash prinsipi. Gidro- turbinalarning umumiy tuzilishi va ishlash jarayoni.
Aktiv gidroturbinalar, ishlash jarayoni, xarakteristikasi va F.I.K.
Reaktiv turbinalar. Reaktiv turbinalarning ish jarayoni, xarakteristikalari va F.I.K. Kavitasiya xodisasi.
Trubinalarni rostlash prinsiplari.
Gidravlik kuch qurilmalari.
Gidroenergetik resurslar.
Gidroelekt stansiyalar klassifikatsiyasi. Mashina zali. Tug'on ichida va tug'on ortida joylashgan elekt stansiyalar.
SHaxobcha kanalli elekt stansiyalar.
Suvning ko'tarilishidan ishlaydigan elekt stansiyalar.
Gidroakkumulyatsion elekt stansiya (GAES)lar.
Gidroelekt stansiyalarning asosiy inshootlari va jihozlari.
Tug'onning tuzilishi.
O'zbekistonda gidravlik elektrstansiyalarning rivojlanishi.

Gidravlika va gidravlik mashinalar fanidan savollar to'plami

Gidravlika va gidravlik mashinalar fanining predmeti

Gidravlikaning rivojlanishi haqida qisqacha ma'lumotlar.
Suyuqlik mexanikasi va gidravlik mashinalarni yaratishda olimlarning o'rni.
O'zbekistonda gidroenergetikaning rivojlanishi.
Suyuqliklarning fizikaviy xossalari.
Suyuqliklarga ta'sir qiluvchi kuchlar.
Suyuqliklardagi ishqalanish kuchi.
Nyuton qonuni. kovushqoqlik, sirt taranglik, ideal suyuqlik va uning xususiyatlari.

Gidrostatika.

Tinch turgan suyuqlikga ta'sir etuvchi kuchlar.
Gidrostatik bosim va uning xossalari.
Suyuqliklar muvozanatining differentsial tenglamasi.
Gidrostatikaning asosiy tenglamasi.
Bosimi teng sirtlar, erkin sirt, og'irlik kuchi ta'sirida tinch turgan suyuqliklarda bosimning uzatilishi.
Paskal qonuni.
Gidrostatik mashinalar.
Absolyut, ortiqcha bosimlar va vakuum,
P'ezometrik balandlik.
Gidrostatik bosim, bosim o'lchash asboblari, suyuqlikning tekis devorga bosim kuchi.
Ortiqcha bosim, markazning vaziyatini topish.
Bosim epyurasi.
Silindrik sirtga ta'sir qiluvchi bosim kuchi, to'liq bosim kuchini va uning yo'nalishini aniqlash.

Suyuqliklar kinematikasi va dinamikasi asoslari.

Suyuqliklarda harakat turlari.

Gidrodinamikaning asosiy masalasi va uslubi.
Suyuqlikning barqaror va beqaror harakatlari.
Oqimchalik harakat haqida asosiy tushunchalar.
Oqim chizig'i, oqim naychasi va oqimcha, suyuqlik oqimlari, uzluksizlik tenglamasi.
Ideal suyuqlik oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi.
Bernulli tenglamasining geometrik, energetik va fizik xossalari.
P'ezometrik chiziqlar.
Real suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi.
Gidravlik yo'qotish haqida tushuncha.
Gidravlik yo'qotishni ikki turi.
Tezlik va sarfni o'lchash usullari hamda asboblari.
Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari.
Suyuqlikning laminar va turbulent harakati.

Reynolds soni va uning kritik qiymati.

Gidrodinamik o`xshashlik asoslari.

Gidrodinamik hodisalarni modellash.

Suyuqliklarning laminar harakati.

Tekis va notekis harakat haqida tushuncha.

Gidravlik qiyaliklar, bosimli va bosimsiz harakat.

Silindrik trubada laminar harakat.

Bosimning kamayishiga ishqalanishning ta'siri. Puazeyl formulasi.

Suyuqliklar turbulent harakatining xususiyatlari.

Tezlik va bosim pulsatsiyalari.

Tenglashtirilgan tezliklarning kesim bo'yicha taqsimlanishi.

Trubalarda bosimning kamayishi.

O`tkinchi zona. g`adirdg`budurlik turlari, absolyut, nisbiy va ekvivalent g`adirdg`budurlik xaqida tushuncha.

Mahalliy gidravlik qarshiliklar. Maxaliy qarshilik koeffitsenti. SHezi formulasi. N.N Pavlovskiy formulasi:

Turbulent harakatda bosimning maxaliy yo`qolishi.

Oqimning keskin kengayishi (Bord teoremasi)

Suyuqliklarning teshik va naychalardan oqishi.

Trubalarni gidravlik xisoblash.

Trubalarning turlari.

Uzun sodda trubalarni xisoblash, sarf xarakteristikasi.

Pezometrik chiziq.

Ketmag`ket va paralel ulangan murakkab trubalarni hisoblash xaqida tushuncha.

Tarmoqlangan trubalar va ularni grafoanalitik xisoblash.

Sifonlarni xisoblash.

Suyuqlik kichik teshikdan oqayotganda qarshilik, tezlik va sarf koeffitsientlari.

Oqimchanning siqilish turlari.

Suyuqlikning naychadan oqishi.

Naychalarining turlari va ularning gidravlik koeffitsientlari.

Suyuqliklarning beqaror harakati.

Gidravlik zarba xodisasi.

To`g`ri zarba uchun N.E Jukovskiy formulasi.

Teskari gidravlik zarba xaqida tushuncha.

Gidravlik zarbani susaytirish usullari.

Gidravlik zarbadan amalda foydalanish.

Gidravlik mashinalar.

Gidravlik mashinalar.

Nasoslarning ishlash printsiipi, qo`llanilish soxasi va bajaradigan ishiga qarab klassifikatsiyasi.

Porshenli nasoslar, tuzilishi va ishlash printsiipi.

Nasosning bosimi, unumdorligi, so`rish balandligi.

Nasoslarda energiya balansi, FIK.

Nasos konstruksiyalarining namuna sxemalari.

Boshqa tur xajmiy nasoslar shesterniyali, kolovorotli, vintli, plunjerli, diafragmali nasoslar, ularning qo`llanish soxasi.

Markazdan qochma nasosning tuzilishi.

Gidravlik uzatmalar, qo`llanish soxalari.

Gidravlik dvigatellar

Gidroturbinalarning ishlash prinsipi.

Gidrog` turbinalarning umumiy tuzilishi va ishlash jarayoni.

Aktiv gidroturbinalar, ishlash jarayoni, xarakteristikasi va F.I.K.

Reaktiv turbinalar.

Reaktiv turbinalarning ish jarayoni, xarakteristikalari va F.I.K.

Kavitasiya xodisasi.

Trubinalarni rostlash prinsiplari.

Gidravlik kuch qurilmalari.

Gidroenergetik resurslar.

Gidroelektr stansiyalar klassifikatsiyasi.

Mashina zali.

Tug'on ichida va tug'on ortida joylashgan elektr stansiyalar.

SHaxobcha kanalli elektr stansiyalar.

Suvning ko'tarilishidan ishlaydigan elektr stansiyalar.

Gidroakkumulyasion elektr stansiya (GAES)lar.

Gidroelektr stansiyalarning asosiy inshootlari va jihozlari.

To`g'onning tuzilishi.

O'zbekistonda gidravlik elektrstansiyalarning rivojlanishi.

Gidravlika va gidravlik mashinalar faninidan mustaqil ish mavzulari

Darslik va o'quv qo'llanmalarining (ularning to'la ta'minlanganligi taqdirda) boblari va mavzularini o'rganish. Tarqatma materiallar bo'yicha ma'ruza qismlarini o'zlashtirish. O'qitish va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimlari bilan ishlash. Fanning boblari va mavzulari ustida ishlash.

«Gidravlika va gidravlik mashinalar» fanidan nazariy va amaliy mashg'ulotlar o'tish davomida talabalarni ijodiy jarayonga yo'naltirish, ularni tahlil qilish, mustaqil ishlashga o'rgatish, mashqlar bajarish. Badiiy asarlarni estetik-g'oyaviy jihatdan tahlil qilish, klassik asarlar matni ustida ishlash, adabiy jarayonni kuzatib borish. Malakaviy amaliyotni o'tish chog'ida yangi texnika, jihozlar, keng ko'lamlı ilmiy ish olib borishga qulay jarayonlar va texnologiyalarni o'rganish. Talabalarning ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarish bilan bog'liq holda fanning muayyan boblari va mavzularini chuqur o'rganish.

Mustaqil ta'lim uchun mavzular

Gidrostatik mashinalar.

Absolyut, ortiqcha bosimlar va vakuum,

P'ezometrik balandlik.

Gidrostatik bosim, bosim o'lchash asboblari,

Suyuqlikning tekis devorga bosim kuchi.

Ortiqcha bosim, markazning vaziyatini topish.

Bosim epyurasi.

Silindrik sirtga ta'sir qiluvchi bosim kuchi, to'liq bosim kuchini va uning yo'nalishini aniqlash.

Real suyuqliklar elementar oqimchasi uchun Bernulli tenglamasi. Gidravlik yo'qotish haqida

tushuncha. Gidravlik yo'qotishni ikki turi. Tezlik va sarfni o'lchash usullari hamda asboblari.

Suyuqlik harakatining tartiblari va gidrodinamik o'xshashlik asoslari. Suyuqlikning laminar va turbulent harakati. Reynolds soni va uning kritik qiymati.

Gidrodinamik o'xshashlik asoslari. Suyuqliklarning laminar harakati.

Tekis va notekis harakat haqida tushuncha.

Gidravlik qiyaliklar, bosimli va bosimsiz harakat.

Silindrik trubada laminar harakat.

Bosimning kamayishiga ishqalanishning ta'siri. Puazeyl formulasi. Suyuqliklar turbulent harakatining xususiyatlari.

Tezlik va bosim pulsasiyalari.

Tenglashtirilgan tezliklarning kesim buyicha taqsimlanishi. Trubalarda bosimning kamayishi.

O'tkinchi zona, g'adir-budurlik turlari, absolyut, nisbiy va ekvivalent gadir-budurlik haqida tushuncha.

Mahalliy gidravlik qarshiliklar. Mahalliy qarshilik koeffisienti. SHEZI formulasi.

N.N Pavlovskiy formulasi: Turbulent harakatda bosimning mahalliy yo'qolishi.

Oqimning keskin kengayishi (Bord teoremasi).

Suyuqliklarning teshik va naychalardan oqishi. Trubalarni gidravlik hisoblash.

Trubalarning turlari. Uzun sodda trubalarni hisoblash, sarf xarakteristikasi. Pezometrik chiziq.

Ketma-ket va paralel ulangan murakkab trubalarni hisoblash haqida tushuncha.

Tarmoqlangan trubalar va ularni grafoanalitik hisoblash.

Sifonlarni hisoblash.

Suyuqlik kichik teshikdan oqayotganda qarshilik, tezlik va sarf koeffisientlari.

Oqimchaning siqilish turlari. Suyuqlikning naychadan oqishi. Naychalarining turlari va ularning gidravlik koeffisientlari.

Suyuqliklarning beqaror harakati.

Gidravlik zarba xodisasi. Tug'ri zarba uchun N.E Jukovskiy formulasi. Teskari gidravlik zarba haqida tushuncha.

Gidravlik zarbani susaytirish usullari. Gidravlik zarbadan amalda foydalanish.

Gidravlik dvigatellar

Gidroturbinalarning ishlash prinsipi. Hidro- turbinalarning umumiy tuzilishi va ishlash jarayoni.

Aktiv gidroturbinalar, ishlash jarayoni, xarakteristikasi va F.I.K.

Reaktiv turbinalar. Reaktiv turbinalarning ish jarayoni, xarakteristikalari va F.I.K. Kavitasiya xodisasi.

Trubinalarni rostdash prinsiplari.

Gidravlik kuch qurilmalari.

Gidroenergetik resurslar.

Gidroelekt stansiyalar klassifikatsiyasi. Mashina zali. Tug'on ichida va tug'on ortida joylashgan elektr stansiyalar.

SHaxobcha kanalli elektr stansiyalar.

Suvning ko'tarilishidan ishlaydigan elektr stansiyalar.

Gidroakkumulyasion elektr stansiya (GAES)lar.
Gidroelekt stansiyalarning asosiy inshootlari va jihozlari.
Tug'onning tuzilishi.
O'zbekistonda gidravlik elektrstansiyalarning rivojlanishi.

Gidravlika va gidravlik mashinalar fanidan nazorat ishi variantlari

variant.

Elementar suyuqlik oqimi, oqimcha. Suyuqlik sarfi.
Paskal qonuni va uning texnikada qo'llanilishi. Arximed qonuni.
Gidroturbinalar.

Kafedra mudiri;	I.Uluxanov.
Tuzuvchi;	A.Nabiev.

variant

Gidravlik zarb nazariyasi. N Jukovskiy formulasi
Bosimni o'lchash asboblari.
Markazdan qochma nasoslar.

Kafedra mudiri;	I.Uluxanov.
Tuzuvchi;	A.Nabiev.

variant

Gidravlika va gidromashinalar fanining tarixi va rivojlanishi. Xalq xo'jaligidagi tutgan o'rni.
Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi
Gidravlik mashinalar.

Kafedra mudiri;	I.Uluxanov.
Tuzuvchi;	A.Nabiev.

variant

Suyuqliklar, ularning asosiy fizik xossalari.
Suyuqliklarning laminar va trubilent rejimi xarakati.
Xajmiy nasoslar.

Kafedra mudiri;	I.Uluxanov.
Tuzuvchi;	A.Nabiev.

variant

Tinch xoldagi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuch. Gidrostatik bosim.
Suyuqliklar oqimining uzluksizlik tenglamasi.
GES lar.

Kafedra mudiri;	I.Uluxanov.
Tuzuvchi;	A.Nabiev.

variant

Muvozanatdagi suyuqliklarning differentsial tenglamasi.
Gidrodinamika asoslari.
Real suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi.

Kafedra mudiri;	I.Uluxanov.
Tuzuvchi;	A.Nabiev.

variant.

Elementar suyuqlik oqimi, oqimcha. Suyuqlik sarfi.
Paskal qonuni va uning texnikada qo'llanilishi. Arximed qonuni.
Gidroturbinalar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Gidravlik zarb nazariyasi. N Jukovskiy formulasi
Bosimni o'lchash asboblari.
Markazdan qochma nasoslar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Gidravlika va gidromashinalar fanining tarixi va rivojlanishi. Xalq xo'jaligidagi tutgan o'rni.
Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi
Gidravlik mashinalar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Suyuqliklar, ularning asosiy fizik xossalari.
Suyuqliklarning lominar va trubilent rejimi xarakati.
Xajmiy nasoslar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Tinch xoldagi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuch. Hidrostatik bosim.
Suyuqliklar oqimining uzluksizlik tenglamasi.
GES lar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Muvozanatdagi suyuqliklarning differentsial tenglamasi.
Gidrodinamika asoslari.
Real suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Gidravlika va gidromashinalar fanining tarixi va rivojlanishi. Xalq xo'jaligidagi tutgan o'rni.
Muvaznatdagi suyuqliklarning differentsial tenglamasi.
Gidravlik mashinalar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Tinch xoldagi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuch. Hidrostatik bosim.
Suyuqliklar oqimining uzluksizlik tenglamasi.
Xajmiy nasoslar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Suyuqliklar, ularning asosiy fizik xossalari.
Real suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi.
Gidravlik zarb nazariyasi. N Jukovskiy formulasi

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Bosimni o'lchash asboblari.
Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi Markazdan qochma nasoslar.
Paskal qonuni va uning texnikada qo'llanilishi. Arximed qonuni.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Gidrodinamika asoslari.
Suyuqliklarning lominar va trubilent rejimi xarakati.
GES lar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Paskal qonuni va uning texnikada qo'llanilishi. Arximed qonuni.
Elementar suyuqlik oqimi, oqimcha. Suyuqlik sarfi.
Gidroturbinalar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Gidravlika va gidromashinalar fanining tarixi va rivojlanishi. Xalq xo'jaligidagi tutgan o'rni.
Muvozanatdagi suyuqliklarning differentsial tenglamasi.
Gidravlik mashinalar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Tinch xoldagi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuch. Hidrostatik bosim.
Suyuqliklar oqimining uzluksizlik tenglamasi.
Xajmiy nasoslar.

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Suyuqliklar, ularning asosiy fizik xossalari.
Real suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi.
Gidravlik zarb nazariyasi. N Jukovskiy formulasi

Kafedra mudiri;
Tuzuvchi;

I.Uluxanov.
A.Nabiev.

variant

Bosimni o'lchash asboblari.
Ideal suyuqlik uchun Bernuli tenglamasi
Markazdan qochma nasoslar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant

Gidrodinamika asoslari.
Suyuqliklarning laminar va trubilent rejimi xarakati.
GES lar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant

Paskal qonuni va uning texnikada qo'llanilishi. Arximed qonuni.
Elementar suyuqlik oqimi, oqimcha. Suyuqlik sarfi.
Gidroturbinalar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Suyuqliklar, ularning asosiy fizik xossalari
Xajmiy nasoslar.
Gidravlik zarb nazariyasi. N Jukovskiy formulasi

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Gidravlika va gidromashinalar fanining tarixi va rivojlanishi. Xalq xo'jaligidagi tutgan o'rni.
Gidrodinamika asoslari
Gidravlik mashinalar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Tinch xoldagi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuch. Hidrostatik bosim.
Suyuqliklarning laminar va trubilent rejimi xarakati
Markazdan qochma nasoslar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Muvozanatdagi suyuqliklarning differentsial tenglamasi
Real suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi.
GES lar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Paskal qonuni va uning texnikada qo'llanilishi. Arximed qonuni.
Elementar suyuqlik oqimi, oqimcha. Suyuqlik sarfi.
Gidroturbinalar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Ideal suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi
Suyuqliklar oqimining uzluksizlik tenglamasi
Bosimni o'lchash asboblari.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Suyuqliklar, ularning asosiy fizik xossalari
Xajmiy nasoslar.
Gidravlik zarb nazariyasi. N Jukovskiy formulasi

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Gidravlika va gidromashinalar fanining tarixi va rivojlanishi. Xalq xo'jaligidagi tutgan o'rni.
Gidrodinamika asoslari
Gidravlik mashinalar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Tinch xoldagi suyuqlikka ta'sir etuvchi kuch. Hidrostatik bosim.
Suyuqliklarning laminar va turbulent rejimi xarakati
Markazdan qochma nasoslar.

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

variant.

Muvozanatdagi suyuqliklarning differentsial tenglamasi
Real suyuqlik uchun Bernulli tenglamasi.
Suyuqliklar oqimining uzluksizlik tenglamasi

Kafedra mudiri; I.Uluxanov.
Tuzuvchi; A.Nabiev.

Yunalish shifri: 5142000
Yunalish nomi: mexnat ta'limi
Gidravlika va gidravlik mashinalar fanidan
test savollari
1-variant

1. Maxalliy qarshiliklarning qanday asosiy turlari mavjud?
- * A) Tekis kengayish, tekis torayish, tirsak, burilish.
 - V) Keskin kengayish, tekis kengayish, keskin torayish. tekis torayish, tirsak, burilish trubaga kirish, diafragma, berkitgich, drossel' klapan.
 - S) Keskin kengayish, keskin torayish, tirsak, burilish diafragma, berkitgich.
 - D) Tirsak, burilish, trubaga kirish, diafragma, berkitgich, drossel' klapan.
 - E) Diafragma, berkitgich, drossel' klapan.
2. Diffuzor deb nimaga aytiladi?
- Tekis torayib boruvchi trubalar diffuzorlar deyiladi.
Keskin torayib boruvchi trubalar diffuzorlar deyiladi.
Tirsak va burili shlartrubalarda diffuzorlar deyiladi.
- * Tekis kengayib boruvchi trubalar diffuzorlar deyiladi.
 - E) Diffuzorlar suyuqlik sarfini ulchaydi.
3. Konfuzor deb nimaga aytiladi?
- * A) Tekis torayish konfuzor deb ataladi.
 - Tekis kengayish konfuzor deb ataladi.
 - Keskin torayish konfuzor deb ataladi.
 - Keskin kengayish konfuzor deb ataladi.
- Konfuzor suyuqlik bosimini ulchaydi.
4. Suyuklikning tor teshikdan okishi tezligini xisoblash uchun Torichelli for'mulasi.

* A) $V_n = V_2 = \sqrt{2gH}$;

B) $Q_n = V_n S_2$;

C) $\varepsilon = \frac{S_e}{S_2}$;

D) $\varphi = \frac{V_a}{V_n}$;

E) $m = \varphi \varepsilon$.

5. Suyuklik sarfini xisoblash formulasi.

A) $V_n = V_2 = \sqrt{2gH}$;

* B) $Q_n = V_n S_2$;

C) $\varepsilon = \frac{S_e}{S_2}$;

D) $\varphi = \frac{V_a}{V_n}$;

E) $m = \varphi \varepsilon$.

6. Torayishni xisoblash uchun sikilish koeffitsienti.

-
- A) $V_n = V_2 = \sqrt{2gH}$;
 B) $Q_n = V_n S_2$;
 * C) $\varepsilon = \frac{S_c}{S_2}$;
 D) $\varphi = \frac{V_a}{V_n}$;
 E) $m = \varphi \varepsilon$.

7. Amaliy tezlikni nazariy tezlikka nisbati koeffitsienti.

- A) $V_n = V_2 = \sqrt{2gH}$;
 B) $Q_n = V_n S_2$;
 C) $\varepsilon = \frac{S_c}{S_2}$;
 * D) $\varphi = \frac{V_a}{V_n}$;
 E) $m = \varphi \varepsilon$.

8. Sarf koeffitsienti.

- A) $V_n = V_2 = \sqrt{2gH}$;
 B) $Q_n = V_n S_2$;
 C) $\varepsilon = \frac{S_c}{S_2}$;
 D) $\varphi = \frac{V_a}{V_n}$;
 * E) $m = \varphi \varepsilon$.

9. Forsunka deb nimaga aytiladi?

- A) Suyuklik okimchasining mayda zarrachalarga keltirish uchun ishlatiladigan naychalardir.
 B) Suyuklikni okib chikishida zarrachalarga parchalanib ketishini vujudga keltirish uchun ishlatiladigan naychalardir.
 * S) Suyuklikni changitish, ya`ni suyuklik atmosferaga okib chikishi bilan uning okimchasining mayda zarrachalarga parchalanib ketishini vujudga keltirish uchun ishlatiladigan maxsus naychalardir.
 D) Suyuklikni changitish, ya`ni suyuklik atmosferaga okib chikishi bilan uning okimchasining mayda zarrachalarga parchalanmasligini ta`minlash uchun ishlatiladigan maxsus naychalardir.
 E) Suyuklikni atmosferaga okib chikishi bilan uning okimchasining mayda zarrachalarga parchalanib ketishini oldini oluvchi maxsus naychalardir.

10. Drossellar va klapanlar nima uchun ishlatiladi?

- A) Bosim ma`lum chegaradan ortib ketganda ishlatiladi.
 * V) Gidrouzatmalarda bosim ma`lum chegaradan ortib ketganda uni kamaytirish uchun ishlatiladi.
 C) Gidrouzatmalarda bosim ma`lum chegaradan kamayib ketganda uni kupaytirish uchun ishlatiladi.
 D) Gidrouzatmalarda bosimni ma`lum chegarada saklab turish uchun ishlatiladi.
 E) Gidrouzatmalarda suyuklik sarfini ma`lum chegarada saklab turish uchun ishlatiladi.

11. Kanday trubalar kiska trubalar deb ataladi?

A) Uncha uzun maxalliy karshiliklari sezilari bulib umumiy karshilikning kamida 5-10% ni tashkil etadigan trubalar.

Uncha uzun bulmagan va mahalliy karshiliklari sezilari bulib umumiy karshilikning kamida 15-20 %ni tashkil etadigan trubalar.

Uncha uzun bulmagan va maxalliy karshiliklari sezilarli bulib umumiy karshilikning kamida 25-30 % ni tashkil etadigan trubalar.

Uncha uzun bulmagan va mahalliy karshiliklari sezilarli bulib umumiy karshilikning kamida 35-40 % ni tashkil etadigan trubalar.

Uncha uzun bulmagan va mahalliy karshiliklari sezilarli bulib umumiy karshilikning kamida 45-50 %ni tashkil etadigan trubalar.

12.Kanday trubalar uzun trubalar deb ataladi?

A) Gidravlik karshiliklar majmuida asosiy kismni ishkalanish karshiligi tashkil kilgan trubalar.

Ancha uzok masofaga chuzilgan trubalar.

Uzok masofaga chuzilgan va asosiy kismni ishkalanish karshiligi tashkil kilmagan trubalar.

Ancha uzok masofaga chuzilgan va karshiliklarning asosiy kismni ishkalanish karshiligi tashkil kilmagan trubalar.

* Ancha uzok masofaga chuzilgan va gidravlik karshiliklar majmuida asosiy kismna ishkalanish karshiligi tashkil kilgan trubalar.

13.Sodda trubani xisoblashning asosiy tenglamasi.

* A) $H = aQ^2$

B) $a = A_v \sum l_i + A_m \sum \zeta_i$

C) $A_v = \frac{8\lambda}{g\pi^2 D^5}$

D) $A_m = \frac{8\lambda}{g\pi^2 D^4}$

E) $\zeta = \frac{A}{R_v} + B$

14.Kanday truba sifon truba deb ataladi?

A) Suyuklik bilan ta'minlovchi idishdan pastda joylashgan sodda truba sifon truba deb ataladi.

V) Bir kismi suyuklik bilan ta'minlovchi idishdan yukorida joylashgan sodda truba sifon truba deb ataladi.

S) Suyuklik bilan ta'minlovchi idishdan pastda joylashgan murakkao truba sifo' truba, deb ataladi.

D) Suyuklik bilan ta'minlovchi idishdan yukorida joylashgan murakkab truba sifri truba deb ataladi.

E) Sifon truba deb karshiliklari yuk trubaga aytiladi.

$$H = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) Q^2$$

15.Ushbu 2 formula trubalarni kanday ulashda karshilikni aniklash uchun umumiy ishlatiladi?

Trubalarni aralash ulashda.

Trubalarni parallel ulashda.

* Trubalarni ketma-ket ulashda.

D) Bunday formuladan foydalanilmaydi.

E) Barcha turubalarda.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = \sum Q_n$$

16. Ushbu formula trubalarni kanday ulashda murakkab trubaning sarfini aniqlash uchun ishlatiladi?

- A) Trubalarni aralash ulashda.
- * V) Trubalarni parallel ulashda.
- S) Trubalarni ketma-ket ulashda.
- D) Bunday formuladan foydalanilmaydi.
- E) Barcha turubalarda.

17. Suyuklikning barkaror xarakati bilan bekaror xarakatini kanday farklanadi?

A) Barkaror xarakatda inertsia kuchining uzgarishi xisobga olinmasligi, bekaror xarakatda bu uzgarish xisobga olinishi bilan farklanadi.

B) Inertsia kuchining uzgarishi xisobga olinishi, bekaror xarakatda bu uzgarish xisobga olinmasligi bilan farklanadi.

C) Barkaror xarakatda okim uzgarishi xisobga olinmasligi, bekaror xarakatda bu uzgarish xisobga olinishi bilan farklanadi.

D) Barkaror xarakatda suyuqlik sarfi uzgarishi xisobga olinmasligi, bekaror xarakatdan bu uzgarish xisobga olinishi bilan farklanadi.

E) Barkaror xarakatda bosimning uzgarishi xisobga olinmasligi, bekaror xarakatda bu uzgarish xisobga olinishi bilan farklanadi.

18. Gidravlik zarba xodisasi nima?

Gidravlik zarba xodisasi bosim keskin uzgarganida xosil buladigan xarakatday iboratdir.

Trubalarda gidravlik zarba xodisasi deformatsiyalanuvchi, bosimni uzgargartiruvchi tebranma xarakatdan iboratdir.

Deformatsiyalanuvchi trubalardagi kam sikiluvchi suyuqlikning tezligi eki bosimi uzgarganida sodir buladigan xarakatdan iboratdir.

- * Trubalarda gidravlik zarba xodisasi deformatsiyalanuvchi trubalardagi kam sikiluvchi suyuqlikning tezligi eki bosimi keskin uzgarganida xosil buladigan tebranma xarakatdan iboratdir.

E) Trubalarda gidravlik zarba xodisasi deformatsiyalanuvchi trubalardagi sikiluvchi suyuqlikning fakat tezligi uzgarganida xosil buladigan tebranma xarakatdan iboratdir.

19. Gidravlik zarba bosimi kanday aniklanadi?

Gidravlik zarba bosimi suyuqlikning fakat zichlygi va shu suyuqlikda tulki tarkalishi tezligiga proporsional bulib, ularning kupaitmasiga teng.

Gidravlik zarba bosimi suyuqlikning fakat tezligi va shu suyuqlikda tulkin tarkalishi tezligiga proporsional bulib, ularning kupaitmasiga teng.

Gidravlik zarba bosimi suyuqlikda tulkin tarkalishi tezligiga proporsional buladi.

D) Gidravlik zarba bosimi suyuqlikning tezligi va shu suyuqlikda tulkin tarkalishi vaktiga proporsional bulib, ularning kupaitmasiga teng.

* E) Gidravlik zarba bosimi suyuqlikning zichlygi, tezligi va shu suyuqlikda tulkin tarkalishi tezligiga proporsional bulib, ularning kupaitmasiga teng.

20. Gidravlik zarbani susaytirishning necha xil usuli bor?

- * A) Uchxil.
- Turt xil.
- Besh xil.
- D) Olti xil.
- E) Etti xil.

21. Gidravlik taran deb kanday kurulma nomlanadi.

- A) Gidravlik zarba energiyasidan foydalanilmaydi.
- * V) Gidravlik zarba energiyasidan suyuqliklarni yukoriga kutarish maksadida ishlatiladigan kurilmaga aytiladi.
- S) Gidravlik zarba energiyasidan suyuqliklarni bosimini kamaytirish maksadidyo ishlatiladigan kurilmaga aytiladi.
- D) Gidravlik zarba energiyasidan suyuqliklarni tezligini kamaytirish maksadida ishlatiladigan kurilmaga aytiladi.
- E) Gidravlik zarba energiyasidan suyuqliklarni zichligini orttirish maksadida ishlatiladigan kurilmaga aytiladi.

22.Nasoslar va gidrodvigatellar gidromashinalarning kanday turiga kiradi?

Gidromashinalarda suyuqlikdan energiya kabul kilib oluvchi ish jismi vazifasini bajaradi.

Gidromashinalarning energiya bilan ta'minlovchi ish jismi vazifasini bajaradi.

- * Gidromashinalarning shunday turlariga kiradiki, ularda suyuqlik energiya kabul kilib oluvchi yoki energiya bilan ta'minlovchi ish jismi vazifasini bajaradi.
- D) Gidromashinalar turlariga kiradiki, energiya oluvchi yoki energiya bilan ta'minlovchv ish jismi vazifasini bajaradi.
- * S) Gidromashinalarning turlariga kirmaydi, energiya kabul kilib olish yoki energiya bilan ta'minlash vazifasini bajaradi.

23.Pnevмотransport nima?

- * A) Turli narsalarni xavo yordamida tashish kurilmasi.
- Suyuqlikdan energiyani olib uni xarakat kurinishida boshka mexanizmlarga uzatuvchi mashina.
- Suvning energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda ishlatiladigan gidrodvigatel.
- Gidrouzatma.
- E) Nasos.

24.Gidrodvigatel nima?

- A) Gidromashina.
- * V) Suyuqlikdan energiyani olib uni xarakat kurinishida boshka mexanizmlarga uzatuvchi mashina.
- S) Turli nasalarni xavo yordamida tashish kurilmasi.
- D) Suvning energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda ishlatiladigan gidrodvigatel.
- E) Xarakat manbai.

25.Turbina nima?

Suyuqlik sigimi katta trubalar.

Gidrostatik kurilma.

- * Suvning energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda ishlatiladigan gidrodvigatel.
- D) Turli narsalarni xavo yordamida tashish kurilmasi.
- E) Suyuqlikdan energiyani olib uni xarakat kurinishida boshka mexanizmlarga uzatuvchi mashina.

26.Nasos vakt birligida surgan suyuqlik xajmi kanday ataladi?

Bosim.

Solishtirma tezlik.

Solishtirma xajm.

Nasosning kuvvati.

- * E) Surishi yoki sarfi.

27.Nasosdan utayotgan suyuqlikning birlik ogirlikdagi mikdoriga berilgan energiya kanday ataladi?

Nasosning kuvvati.

Nasosning foydali ish koeffitsienti.

Suyuqlik sarfi.

*

Nasosning bosimi.
Energiya mikdori.

28. Gidravlik ishkalanish, nasosga kirish va chikishda, uyurmalar xosil bulishidir ularni engishga sarflanadigan energiya bu

- A) Maxalliy yukotish.
- V) Gidravlik yukotishlar
- S) Uzunlik buyicha yukotish.
- * D) Bosimning pasayishi.
- E) Mexanik yukotish.

29. Nasosning podshipnik va moydonlaridagi ishkalanishga, krivoship-shatunli mexanizmlarga sarflangan kuvvat bu

- * A) pasayishi.

30. Suyuklikning nasosdagi zichlagichlar, klapanlar orkali sirkib ketishi va nasos ish kameralarini etarli tuldirmasligi natijasida yuzaga keladi

- Mexanik yukotishlar.
- Maxalliy yukotish.
- Gidravlik yukotishlar.
- Uzunlik buyicha yukotish.
- * jmiy yukotishlar.

31 .Markazdan kochma nasosning korpusi nimalar bilan jixozlangan?

- Moy satxini kurish darchasi.
- Kutarish tushirish ilgaklari.
- Kobik va kapkok ximoya vositalari.
- * Surish yuli, spiral' yul, yunaltiruvchi apparat.

uyuklikni kirish va chikish yullari.

S

$$H = \frac{u_2 c_2 \cos \alpha_2 - u_1 c_1 \cos \alpha_1}{g}$$

32. Markazdan kochma mashinalarning ushbu nomlanadi?

asosiy tenglamasi kanday

- Bernulli tenglamasi.
- Torichelli tenglamasi.
- Rudney tenglamasi
- Reynolds tenglamasi
- * E) eyler tenglamasi.

33. Tezyurarlik koeffitsienti $n_s = 80-150$ bulganda markazdan kochma nasosning kaysi turiga mos keladi?

- A) Sekinyurar.
- * V) Urtacha.
- S) tezyurar.
- D) vintli.
- E) ukiy.

34. Tezyurarlik koeffitsienti $n_s = 300- 600$ bulganda markazdan kochma nasosning kaysi turiga mos keladi?

- A) Sekinyurar.

- V) Urtacha.
- S) tezyurar.
- * D) vintli.
- E) ukiy.

35. Tezyurarlik koeffitsienti $n_s = 40 - 80$ bulganda markazdan kochma nasosning kaysi turiga mos keladi?

- * A) Sekinyurar.
- Urtacha.
- tezyurar.
- D) vintli.
- E) ukiy.

36. Tezyurarlik koeffitsienti $n_s = 150 - 300$ bulganda markazdan kochma nasosning kaysi turiga mos keladi?

S

- ekinyurar.
- Urtacha.
- * tezyurar.
- D) vintli.
- E) ukiy.

Yunalish shifri: 5142000
Yunalish nomi: mehnat ta'limi
Gidravlika va gidravlik mashinalar fanidan
test savollari
2-variant

1. Tezyurarlik koeffitsienti $\eta_s = 600 - 1200$ bulganda markazdan kochma nasosning kaysi turiga mos keladi?

- A) Sekinyurar.
- V) Urtacha.
- S) tezyurar.
- D) vintli.
- * E) ukiy.

2. Nasoslarning sarflari teng bulib, umumiy bosim xar bir nasos bosimlarining yigindisiga teng bulishi uchun nasoslarni kanday ulash kerak?

- * A) ulanmaydi.

3. Nasoslarning bosimi bir xil bulib, umumiy sarf xususiy sarflarning yigindisiga teng bulishi uchun nasoslarni kanday ulash kerak?

- A) Aralash.
- * V) Paralel.
- S) Ketma-ket.
- D) Ulashning farki yuk.
- E) Nasoslarni ulanmaydi.

4. Kavitatsiyaning kurakli nasoslarga ta'siri kanday?

Nasosning ishlash tartibiga erdam beradi.

Nasosning moslashgan ishlash tartibini uzaytiradi.

* Nasosning moslashgan ishlash tartibini buzadi.

Nasosning moslashgan ishlash tartibi yaxshilanadi.

Nasosning ishlash tartibi ijobiy uzgartiradi.

$$\sigma = \frac{n\sqrt{Q}}{\left(\frac{\Delta H_{kr}}{10}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

5. Tezyurarlik kavitatsiya koeffitsienti

kim tomonidan taklif kilingan?

- A) Rudney S.S.
- * Bernul'li.
- Torichelli.
- Reynoldds
- E) eyler.

6. Eng kup tarkalgan uyurmali nasos markasini kursating.

- * A) 2NBS
- V) BMP-80
- S) PD-10
- D) NKB
- E) B-75

7. Xajmiy nasoslar kaday guruxlarga bulinadi?

- A) Porshenli va tugri ta'sirli.
- * J) Porshenli va rotorli.
- S) Rotorli va kulisali.
- D) Valli va krivoshipli.
- E) Radial va aksial.

8. Porshenli nasosning surish balandligi bilan xaydash balandligining yigindisi nimani beradi?

- A) Nasosning surish kattaligi yoki statik bosimni.
- B) Nasosning tortish baladligi yoki surish kattaligini.
- * C) Nasosning tortish baladligi yoki statik bosimni.
- D) Nasosning kuvvati eki tortish baladligini.
- E) Nasosning foydali ish koeffitsientini.

9. Indikator kuvvat deb nimaga aytiladi?

- * A) Porshenning suyuqlikka bergan kuvvatiga.
- B) Nasosning surish kattaligi yoki statik bosimga.
- C) Nasosning tortish baladligi yoki surish kattaligiga.
- D) Nasosning tortish baladligi yoki statik bosimga.
- E) Nasosning foydali ish koeffitsientiga.

10. Porshenli nasosning foydali ish koeitsienti kaday chegalada olinadi?

- A) $\eta_g = 0,9-0,98$; $\eta_m = 0,95-0,98$; $\eta = 0,65-0,9$.
- * B) $\eta_g = 0,8-0,88$; $\eta_m = 0,85-0,88$; $\eta = 0,75-0,9$.
- C) $\eta_g = 0,7-0,88$; $\eta_m = 0,75-0,85$; $\eta = 0,60-0,7$.
- D) $\eta_g = 0,85-0,90$; $\eta_m = 0,85-0,95$; $\eta = 0,60-0,8$.
- E) $\eta_g = 0,95-0,99$; $\eta_m = 0,78-0,85$; $\eta = 0,65-0,7$.

11. Oddiy bir xarakatli nasoslarning notekisligi kaday buladi.

- * A) 3,14
- B) 1,57
- C) 1,047
- D) 1,11
- E) 1,016

12. Ikki xarakatli nasoslarning notekisligi kaday buladi.

- A) 3,14
- * V) 1,57
- C) 1,047
- B) 1,11
- E) 1,016

13. Uch xarakatli nasoslarning notekisligi kaday buladi.

- A) 3,14
- B) 1,57
- * J) 1,047
- V) 1,11
- E) 1,016

14. Turt xarakatli nasoslarning notekisligi kaday buladi.

- A) 3,14
- B) 1,57

- C) 1,047
- * D) 1,11
- E) 1,016

15. Besh xarakatli nasoslarning notekisligi qanday buladi.

- A) 3,14
- B) 1,57
- C) 1.047
- D) 1,11
- * E) 1,016

16. SHesterniyali nasoslar uchun suyuqlikning kovushokligi $pE=2$ bulganda qanday aylana tezlik tavsiya etiladi?

- * A) 5,0
- B) 4,0
- C) 3,7
- D) 3,0
- E) 2,2

17. SHesterniyali nasoslar uchun suyuqlikning kovushokligi $^{\circ}E=6$ bulganda qanday I aylana tezlik tavsiya etiladi?

- A) 5,0
- * V) 4,0
- 3) 3,7
- E) 2,2

18. SHesterniyali nasoslar uchun suyuqlikning kovushokligi $E = 10$ bulganda qanday aylana tezlik tavsiya etiladi?

- a) 5,0
- B) 4,0
- * S) 3,7
- D) 3,0
- E) 2,2

19. SHesterniyali nasoslar uchun suyuqlikning kovushokligi $^{\circ}E = 20$ bulganda qanday aylana tezlik tavsiya etiladi?

- A) 5,0
- B) 4,0
- C) 3,7
- * D) 3,0
- E) 2,2

20. SHesterniyali nasoslar uchun suyuqlikning kovushokligi $^{\circ}E = 40$ bulganda qanday aylana tezlik tavsiya etiladi?

- A) 5,0
- B) 4,0
- C) 3.7
- D) 3,0
- * E) 2,2

21. Gidravlik uzatma nima?

- * A) Suyukliklar ishtirokida bir mexanizmning ikkinchi mexanizmini xarakatga keltirishiga asoslangan mexanizmlar.
- B) Bir mexanizmning ikkinchi mexanizmini xarakatga keltirishiga asoslangan uzatmalar.
- C) Suyukliklar ishtirokida mexanizmlarni xarakatga keltirishiga asoslangan yuritmalar.

D) Suyukliklar ishtirokisiz bir mexanizmning ikkinchi mexanizmini xarakatga keltirishiga asoslangan mexanizmlar.

E) Suyukliklar ishtirokisiz mexanizmlarni xarakatga keltirishiga asoslangan dvigatellar.

22. Etaklovchi valdagi momentning mikdori, xar qanday uzgartirilganda xats etaklovchi va etaklanuvchi valda momentlarning tengligini ta'minlovchi uzatma.

A) Gidrodinamik mufta.

* B) Gidrotransformator.

C) Gidrouzatma.

D) Gidrokuchaytirgich.

E) Gidroyuritma.

23. Burovchi momentni va etaklanuvchi valning aylanishlari sonini etaklovchi val aylanishlari soniga nisbatan uzgartirish yuli bilan kuvvatni etaklovchi valdanl etaklanuvchi valga uzatuvchi energetik mashina.

A) Gidrodinamik mufta.

* V) Gidrotransformator.

S) Gidrouzatma.

D) Gidrokuchaytirgich.

E) Gidroyuritma.

24. Gidrotransformatorlarning nasos gildiragidagi yukotishlarning urtacha kattaligi qanday buladi.

* A) 3,5-4.5%

B) 2,5-3,5%

C) 11,0-15,0%

D) 4,5-6,0%

E) 6,0-10,0%

25. Gidrotransformatorlarning xajmiy yukotishlarining urtacha kattaligi qanday buladi.

A) 3,5-4.5%

* V) 2,5-3,5%

S) 11,0-15,0%

D) 4,5-6.0%

E) 6,0-10,0%

26. Gidrotransformatorlarning tulik yukotishlarining urtacha kattaligi qanday buladi.

A) 3,5-4.5%

B) 2,5-3,5%

* S) 11,0-15,0%

D) 4,5-6,0%

E) 6,0-10,0%

27. Nasos momentining uzatish soni / ortishi bilan uzgarishi nimani bildiradi?

A) Shaffofligi.

* V) Haffofmasligi.

S) Katta shaffoflik.

D) Kichik shaffoflik.

E) Kuchaytiruvchanlik.

28. Gidrotransformatorga uxshab xam, gidromuftagauxshab xam ishlay oladigan biridan ikkinchisiga avtomatik ravishda utadigan uzatmalar qanday nomlanadi?

A) Gidrouzatma.

* /) Kompleks uzatmalar.

S) Gidromashina.

D) Gidrodvigatel'

E) Gidrotransformator.

29. Agar nasos va gidrovigatel' kurilishi jixatdan bulinmaydigan birikma tashkil kilsa, unda bunday sodda gidrouzatma kanda nomlanadi?

- A) Kompleks uzatma.
- B) Kvadrant.
- * C) Hajmiy gidrouzatma.
- D) Gidrotransformator.
- E) Gidromashina.

30. Burilma xarakatlanuvchi gidrotslindrlar kanda nomlanadi?

- A) Kompleks uzatma.
- B) Hajmiy gidrouzatma.
- S) Gidrotransformator.
- D) Gidromashina.
- * E) Kvadrantlar.

31. Bir xarakatli gidrotslindrlarni xisoblash formulasi.

* A) $P = pS\eta_{mex}; \quad v = \frac{Q}{S}\eta_0;$

B) $V_n = V_2 = \sqrt{2gH};$

C) $Q_n = V_n S_2;$

D) $v = \frac{Q}{\omega} = \frac{\int \omega \cdot v \cdot d\omega}{\omega};$

E) $Q = v \cdot \omega;$

32. Gidrouzatmaning eng kup tarkalgan elementi klapanlar necha gruppaga ajraladi?

- A) Kvadrant.
- * V) Tirgak, saklagich, reduksion.
- C) Fil'trlar.
- D) Drossel'.
- E) Guruxlanmaydi.

33. Gidrouzatmalarda suyuqlik sarfini chegaralash va boshkarish uchun kulaniladigan xamda gidravlik karshilik kurinishida buladigan kurilma.

- A) Tirgak, saklagich, reduksion.
- B) Kvadrant.
- * S) Drossel'.
- D) Fil'trlar.
- E) Avtomatik sistema.

34. Gidrouzatmalarda moylarni ifloslanishdan saklash va turli aralashmalardan tozalash uchun ishlatiladi.

- A) Gidroxizik.
- B) Tirgak, saklagich, reduksion.
- C) Drossel'.
- D) Klapan.
- * E) Fil'trlar.

35. Fil'trdan utuvchi zarralarning eng katta diametri kanda aniklanadi?

A) $d = 0,145D$

B) $d = 0,15D$

* C) $d = 0,155D$

Д) $d = 0,16D$

E) $d = 0,165D$

36. Gidrovigatelning boshkaruvchi kismining siljishi va tezligini tashkaridan berilgan signal buyicha avtomatik boshkaruvchi sistema bilan ta'minlangan gidrouzatmalar kanday nomlanadi?

A) Taklidiy gidrouzatma.

* B) Gidrochizik.

C) Tirgak, saklagich, reduksion.

D) Drossel'.

E) Klapan.

“GIDRAVLIKA VA GIDRAVLIK MASHINALAR” FANIDAN DARSLIK VA O`QUV QO`LLANMALAR RO`YXATI

K.SH. Latipov «Gidravlika, gidromashinalar, gidroyuritmalar» T. «O`qituvchi» 1992 y.

A.YU. Umarov «Gidravlika» T. «O`zbekiston» 2002 y.

A.YU. Umarov, S. Latipov «Gidravlika» T. «O`zbekiston» 1986 y.

N. Muslimov, O`. Tolipov, R. Isyanov, R. Daminova «Gidravlika va gidravlik mashinalar» O`quv qo`llanma. Toshkent 2004y.

Isyanov R.G. «Gidravlika va gidravlik mashinalar» Ma`ruzalar matni T. TDPU 2000 y.

R.R CHugaev «Gidravlika» M. MashGiz 1984 y.

Isyanov R.G., va boshqalar «Gidravlika va gidravlik mashinalar» T. TDPU 2004 y.

S.S. Rudnev, L.G. Pevidza «Laboratornqy kurs gidravliki, nasosov i gidroperedach.» M. MashGiz 1974 y.

E. Sotvoldiyev. «Gidravlika va gidravlik mashinalar» Ma`ruza matnlarinig elektron varianti. Qo`qon 2006y.