

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

**Isakov Abdusaid Jalilovich**  
**Bozorov Elmurod Ostanovich**

**TEXNOLOGIK NAZARATNING ASBOBLARI**

(o‘quv qo‘llanma)

5311000 – «Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish» (suv xo‘jaligida) bakalavriat yo‘nalishi

**Toshkent – 2019**

Ushbu o'quv qo'llanma «Texnologik nazoratning asboblari» fanidan tayorlangan bo'lib, unda hozirgi kunda texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda qo'llaniladigan nazorat o'lchov asboblari va o'zgartkichlar haqida ma'lumot keltirilgan. O'lchash asboblari va o'zgartkichlar haqida umumiy ma'lumotlar, xalqaro birliklar tizimi, o'lchov asboblarning aniqlik sinfi, xatoliklar nazariyasi asoslari, o'lchov xatoliklarni tafsvivnomasi, texnologik parametrlarni zamonaviy o'lchov o'zgartkichlari - datchiklar yordamida nazorat qilish masalalarini o'z ichiga oladi.

Это руководство основано на «Инструментах управления процессом», в которых содержится информация об инструментах измерения и управления, которые в настоящее время используются для автоматизации технологических процессов. Общая информация об измерительных приборах и переменных, системе международных единиц, классе точности измерительных приборов, основах теории ошибок, описании ошибок измерений, контроле технологических параметров с помощью современных измерительных переменных - датчиков включает в себя.

This tutorial is based on the “Process Control Tools”, which provides information on control measuring tools and modifiers that are currently used to automate technological processes. General information about measuring instruments and variables, system of international units, accuracy class of measuring instruments, bases of the theory of errors, description of measurement errors, control of technological parameters by means of modern measuring variables - sensors include.

Mualliflar: Isakov A.J. t.f.d. dotsent, Bozorov E.O. PhD. dotsent.

Taqrizchilar:

A.Arifjanov TATU qoshidagi dasturiy mahsulotlar apparat-dasturiy majmualar yaratish markazining direktori muovuni t.f.n., dotsent

D.Qodirov - TIQXMMI, “Elektr ta'minoti va qayta tiklanuvchan energiya manbalari” kafedrasida dotsenti, texnika fanlari nomzodi

(C) Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti 2019 y.

## KIRISH

Bugungi kun muhandislari yangi texnologiya va texnikalardan foydalanishga, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishni keng joriy etishga, ishlab chiqarish rezervlarini aniqlash va uni jadallashtirishga qodir bo'lishlari kerak. Hususan, muhandislar oldida fan – texnika taraqqiyotining yo'l boshlovchisi bo'lishdek ma'suliyatli vazifa turadi.

Texnologik o'lchash asboblari xalq ho'jaligining barcha sohalarida fan va texnika taraqqiyotining muhim omillaridan biridir. Keyingi yillarda texnologik jarayonlarning o'tish tezligi o'sdi, bir agregatda o'lchanadigan parametrlar soni ko'payadi. Shu boisdan o'lchash vositalarining va axborot – o'lchov sistemalarining ishonchliligi ko'p hollarda agregatning umuman ishonchliligini belgilaydi. Parametrlarning to'g'ri qiymatlarini bilmasdan turib, texnologik jarayonlarni yoki agregatlarni to'g'ri boshqarib bo'lmaydi, o'lchov vositalarisiz esa avtomatlashtirib bo'lmaydi.

Suv xo'jaligida texnologik jarayonlarni boshqarish samaradorligi tizimda ishlatilayotgan nazorat asboblari va birlamchi hamda ikkilamchi uskunalarning yordamida o'lchanayotgan kattaliklarning aniqligiga bog'liq.

Ko'rsatilgan masalalarni muvaffaqiyatli hal qilish maqsadida ushbu mutahassislik bo'yicha tayyorlanayotgan bakalavrlar uchun «Texnologik nazorat asboblari va usullari» fani kiritilgan. Fan bo'yicha ma'ruza, laboratoriya mashg'ulotlari, amaliy mashg'ulotlar va mustaqil ishlarini o'tkazilishi ko'zda tutilgan.

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarga suv xo'jaligi texnologik jarayonlaridagi texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari, vositalari, suv resurslari va ularni boshqarish tizimlaridagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish usullarini, avtomatik boshqarish nazariyasi elementlari hamda suv resurslari tizimlaridagi texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini sxemalarini o'rganishdan iborat.

Fanning vazifalari – talabalarni suv ho'jaligi ishlab chiqarishini avtomatlashtirishda qullanuvchi texnologik o'lchash usullari va asboblari bilan

tanishtirish, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatik boshkarish, texnologik ob'yektlarni avtomatik roslash tizimlarini ishlab chiqish, avtomatik boshqarish va roslash elementlari bilan tanishtirish, avtomatlashtirish tizimlarida qo'llanuvchi sxemalarining turlari, avtomatika elementlari, ularning parametrlari, tavsifnomalari, avtomatik tizimlarning turkumlanishi, roslash printsiplari, texnologik jarayonida qo'llanishini o'rganish bo'yicha tushunchalarga ega bulishlari zarur.

## **1. Xalqaro birliklar sistemasi.**

### **1.1. Umumiy tushuncha**

O'lchov birliklarini birlashtirilishi metrik sistemani yaratilishi kuchli turtki bo'lgan, keyinchalik ko'plab va turli xildagi birliklar sistemasi yaratilishi va ularning tarqalishi natijasida olib keldi. XX asr boshida 20 ga yaqin birliklar sistemasi bo'lgan xolos. Ularning ba'zilarini nomlarini keltirib o'tamiz: SGS (santimetr – gramm – sekund), elektromagnit sistema CGCM, elektrostatik sistema CGCE, amaliy sistema MKS (metr – kilogram – sekund), MKCA sistemasi (metr – kilogram – sekund – amper) va h.k. Birlashtirish muammoasi yana ko'tarildi.

Yagona Xalqaro birliklar sistemasini yaratish haqidagi savol birinchi bo'lib 1913-yil o'lchov va og'irliklar bo'yicha V Bosh konferensiyada GKMV ko'tarildi, lekin shu yo'nalishda amaliy ishlar faqatgina XX asr o'rtalariga kelib qilina boshlandi.

1948-yil IX GKMV da Xalqaro amaliy sistemasi asosiy birliklari sifatida – metr kilogram, sekund va yana bir elektr amaliyot birligi kiritilishi haqidagi taklif qabul qilinishi ko'rib chiqildi.

1954-yil X GKMV da Xalqaro Sistema universal bo'lishi kerakligi kelishildi, shunga ko'ra unga barcha o'lchovlarni qamrab olishi va asosiy birliklar sifatida metr, kilogram, sekund, amper, kelvin va kandela qabul qilindi.

Vanihyot 1960-yilga kelib XI GKMV quyidagi qarorlarni qabul qildi;

- 1) Oltita asosiy birliklarga asoslangan “ Xalqaro birliklar sistemasi “ tayinlansin;
- 2) Bu sistemani xalqaro qisqartirilgan nomi barpo etilsin «SI» (Sisteme International bosh harflaridan olinsin);
- 3) Karrali va ulushli birliklarni hosil qilish qisqartmalari jadvali tuzulsin.

Xalqaro sistema takomillashish va shakllanishda davom etdi. Shu munosabat bilan yettinchi birlik – mol kiritildi (modda miqdorini o'lchov birligi). Bundan tashqari «gradus Kelvin» nomi «Kelvin» nomiga o'zgartirildi va vaqt (soniya) birligi yangi ta'rifi berildi.

Rus transkripsiyasida Xalqaro birliklar sistemasi qisqartirilib SI deb nomlanadigan bo'ldi. Sovet ittifoqida (SSSR) 1982-yil 1-yanvardan Xalqaro birliklar sistemasi majburiy etildi va shu sanadan boshlab GOST 8.417–81.GSI ish boshladi. Fizik kattaliklar birliklari GOST 8.417–2002 [49] bo'yicha o'zgartirilgani 2003-yil 1-sentabrdan qo'llanilishga ruhsat berilgan.

SI birliklari barcha ta'lim muassasalari, darslik va o'quv-uslubiy qo'llanmalar, o'quv jarayonida, shuningdek, barcha yangi ishlab chiqilgan texnik hujjatlar va adabiyotlarda foydalanish kerak. Va ba'zi SI ga kirmaydigan birliklar qo'llanilishi taqiqlandi.

Natijalarni tarqatishda va ilmiy tadqiqotlarda qo'llaniladigan standart birliklar kengaytirilmaydi, agar ular aniq fizik kattaliklar o'lchov natijalarida ko'rib chiqilmasa va qo'llanilmasa, hamda shartli ravishda baholanadigan kattalik birliklarida (masalan, Rokvel va Vickers qattiqlik shkalasi, fotomateriallarning yorug'lik sezuvchanligi va boshqalar).

Ayni vaqtda Xalqaro sistemani tarkibini quyidagi kattalik birliklari tashkil etadi:

- 1) yettita asosiy birliklar (1.1-jadval);
- 2) yasama birliklar (1.2–1.4-jadvallar);
- 3) 20 ta absolyut va 10 ta nisbiy sistemadan tashqari SI birliklari qatorida qo'llanilishga ruhsat etilgan birliklar (1.5-1.6-jadvallar);
- 4) 8 ta vaqtinchalik ishlatilishga ruxsat etilgan sistemadan tashqari birliklar (1.7-jadval).

## 1.2. Asosiy birliklar.

SI xalqaro sistemasining asosiy birliklari 1.1-jadvalda keltirilgan.

1.1-jadval

### SI asosiy birliklari

Kattalik		Birligi			
Nomlanishi	Belgilanishi	Nomlanishi	Belgilanishi		Ta'rifi
			Xalqaro	Kirilda	
1	2	3	4	5	6
Uzunlik	$L$	Metr	M	M	Metr – yorug'likning vakuumda $1/299\,792\,458$ sekund vaqt oralig'ida bosib o'tgan masofasiga teng. [XVII GK MV]
Og'irlik	$M$	Kilogram	kg	Kg	Kilogramm – xalqaro kilogram prototipining massasiga teng. [I GK MV (1889 yil.) va III GK MV (1901 yil.)]
Vaqt	$T$	Sekund	S	C	Sekund – seziiy - 133 atomining ikkita o'ta nozik sathlari orasidagi bir-biriga o'tishga muvofiq keladigan nurlanishning $9\,192\,631\,770$ davriga teng. [XIII GK MV (1967 yil.)]
Elektr toki (Elektr toki kuchi)	$I$	Amper	A	A	Amper - vakuumda bir-biridan 1 metr masofa uzoqlikda cheksiz uzun va o'ta kichik ko'ndalang kesimga ega ikki parallel o'tkazgichdan o'tganda, o'tkazgichning har 1 metr

					uzunligida $2 \cdot 10^{-7}$ Nyuton o'zaro ta'sir kuchi hosil qiladigan o'zgarmas tok kuchiga teng. [MKMV (1946 yil.), Qaror 2, IX GKMV maqullangan (1948 yil.)]
Termodinamik harorat	$\Theta$	Kelvin	K	K	Kelvin – suvning uchlanma nuqtasi termodinamik haroratining $1/273.16$ qismiga teng. [XIII GKMV (1967 yil.), Qaror 4]
Modda miqdori	$N$	Mol	mol	mol	Mol – bu massasi 0,012 kg ga teng bo'lgan uglerod $C^{12}$ izotopi tarkibidagi atomlar soniga teng bo'lgan tarkibiy elementlardan tashkil topgan modda miqdoriga aytiladi. Mol birligi trukturaviy elementalar tasniflangan bo'lishi kerak va ular elektron, ion, atom, molekula va boshqa tuzulmalar yoki guruh tarzida tasniflangan tuzulmalar bo'lishi mumkin. [XIV GKMV (1971 yil.), Qaror 3]
Yorug'lik kuchi	$J$	Kandela	cd	kd	Kandela – berilgan yo'nalishda chastotasi $540 \cdot 10^{12}$ Hz bo'lgan monoxromatik nurlanish tarqatuvchi manbaning yorug'lik kuchiga teng, bu nurlanishning energetik yorug'lik kuchi shu yo'nalishda $1/683$ W/sr ni tashkil etadi. [XVI GKMV (1979 yil.), Qaror 3]



### Izoh

1. Termodinamik ( $T$  tavsifli) haroratdan tashqari, Selsiy ( $t$  tavsifli) harorati qo'llanilishi mumkin va quyidagi ifoda  $t = T - T_0$  orqali hisoblanadi, bunda  $T_0 = 273,15$  K.

Termodinamik harorat kelvinlarda ifodalanadi, Selsiy harorati esa – Selsiy graduslarida ifodalanadi. Qiymati bo'yicha Selsiy gradusi kelvinga teng hisoblanadi. Selsiy gradusi – bu maxsus nom bo'lib, berilgan holatdagina “kelvin” o'rniga ishlatiladigan nomlanish hisoblanadi.

2. Termodinamik harorat intervali va farqlari kelvinlarda ifodalanadi. Selsiy harorat intervali va farqlari esa ham Selsiy graduslarida, ham kelvinlarda ifodalash mumkin. 1990 yil Xalqaro harorat shkalasida Xalqaro amaliyot harorati tasvirlanishi quyidagicha, agar Selsiyni termodinamik haroratdan ajratish lozim bo'lsa, termodinamik harorat indeksiga «90» qo'shilishi orqali bajariladi (masalan,  $T_{90}$  ili  $t_{90}$ ) [3].

### 1.3. Hosil bo'lgan o'lchov birliklar

SI hosil bo'lgan o'lchov birliklari, SI asosiy birliklaridan foydalangan holda bo'lib, 1.2-jadvalda keltirilgan. SI hosil bo'lgan o'lchov birliklarining maxsus nomlanishga ega birliklari 1.3 va 1.4-jadvallarda keltirilgan.

1.2-jadval

SI asosiy birliklaridan foydalangan holda hosil bo'lgan SI birliklariga misollar

№	O'lchanayotgan kattalik	Belgilanishi	O'lchov birligi		
			Nomlanishi	Belgilanishi	
				Xalqaro	Kirilda
1	Yuza	S	metr kvadrat	$m^2$	$m^2$
2	Tezlik	V	metr sekundda	m/s	m/s

3	Tezlanish	a	metr sekund kvadratda	$m/s^2$	$m/s^2$
4	Zichlik		kilogram metr kubda	$kg/m^3$	$Kg/m^3$
5	Elektr toki zichligi	I	amper kvadrat metrda	$A/m^2$	$A/m^2$
6	Magnit maydon kuchlanganligi	H	amper metrda	$A/m$	$A/M$
7	Komponent molyar konsentratsiyasi	k	mol metr kubda	$mol/m^3$	$mol/m^3$
8	Yoritilganlik	L	kandela metr kvadratda	$cd/m^2$	$kd/m^2$

1.3-jadval

Maxsus nomlanishga ega bo'lgan SI hosil bo'lgan o'lchov birliklariga misollar

№	O'lchanayotgan kattalik	Birligi			SI asosiy birliklari orqali ifodalanishi
		Nomlanishi	Belgilanishi		
			Xalqaro	Kirilda	
1	Chastota	Gerts	Hz	Gs	$s^{-1}$
2	Og'irlik kuchi	Nyuton	N	N	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
3	Bosim	Paskal	Ra	Pa	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
4	Elektr miqdori	Kulon	C	Kl	$s \cdot A$
5	Elektr kuchlanish	Volt	V	V	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
6	Elektr sig'im	Farad	F	F	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$

7	Elektr qarshilik	Om	$\Omega$	Om	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
8	Induktivlik	Genri	L	Gn	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
9	Yassi burchak	Radian	Rad	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
10	Moddiy burchak	Steradian	Sr	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$

1.4-jadval

1.3-jadvalda keltirilgan birliklar asosida hosil qilingan nomlanishga ega bo'lgan SI hosil bo'lgan o'lchov birliklari

№	O'lchanayotgan kattalik	Birligi			SI asosiy birliklari orqali ifodalanishi
		Nomlanishi	Belgilanishi		
			Xalqaro	Kirilda	
1	Kuch momenti	nyuton-metr	N·m	N·m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
2	Dinamik egiluvchanlik	paskal-sekund	Pa·s	Pa·s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
3	Zaryad zichligi (fazoviy)	kulon metr kubda	C/m <sup>3</sup>	Kl/m <sup>3</sup>	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
4	Elektr qo'zg'alish	kulon metr kvadratda	C/m <sup>2</sup>	Kl/m <sup>2</sup>	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
5	Elektr maydon kuchlanganligi	volt metrda	V/m	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
6	Dielektrik o'tkazuvchanlik	farad metrda	F/m	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^{-2}$
7	Magnit o'tkazuvchanlik	genri metrda	H/m	GH/M	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$

## 1.4. Sistemadan tashqari birliklar

SI birliklari bilan bir qatorda qo'llanilishga yo'l qo'yiladigan sistemadan tashqari birliklar 1.5 va 1.6-jadvallarda keltirilgan

1.5-jadval

SI birliklari bilan bir qatorda qo'llanilishga yo'l qo'yiladigan absolyut sistemadan tashqari birliklarga misollar

№	O'lchanayotgan kattalik nomi	Birligi				
		Nomlanishi	Belgilanishi		SI birliklari bilan munosabati	Qo'llaniladigan sohalar
			Xalqaro	Kirilda		
1	O'g'irlik	Tonna	T	T	$1 \cdot 10^3$ kg	Barcha sohalarda
		atom massa og'irligi	U	a.e.m.	$1,660502 \cdot 10^{-27}$ kg	Atom fizikasi
2	Vaqt	Daqiqa	Min	min	60 s	Barcha sohalarda
		Soat	<i>H</i>	ch	3600 s	
		Kun	<i>D</i>	sut	86400 s	
3	Yuzaviy burchak	Gradus	$\dots^\circ$	$\dots^\circ$	$(\pi/180)$ rad	Barcha sohalarda
		daqiqa	$\dots'$	$\dots'$	$(\pi/10800)$ rad	
		Sekund	$\dots''$	$\dots''$	$(\pi/648000)$ rad	
		grad(gon)	Dop	grad	$(\pi/200)$ rad	Geodeziya
4	Hajm, Sig'im	Litr	<i>L</i>	l	$1 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$	Barcha sohalarda
5	Uzunlik	astronomik birlik	<i>U<sub>a</sub></i>	a.e.	$1,49598 \cdot 10^{11}$ m	Astronomiya
		yorug'lik yili	<i>Ly</i>	cv.god	$9,4605 \cdot 10^{15}$ m	

		Parsek	$Pc$	pk	$3,0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$	
6	Optik kuch	Dioptriya	-	dp <sub>tr</sub>	$1 \text{ m}^{-1}$	Optika
7	Maydon	Gektar	Na	ga	$1 \cdot 10^4 \text{ m}^2$	Qishloq xo'jaligi
8	Energiya	elektron-volt	$eV$	eV	$1,60218 \cdot 10^{19} \text{ j}$	fizika
		kilovat-soat	$kW \cdot h$	kVt·ch	$3,6 \cdot 10^6 \text{ j}$	Elektr energiyasini o'lchovi uchun
9	To'liq quvvat	volt-amper	$V \cdot A$	V·A		Elektrotexnika
10	Reaktiv quvvat	Var	$Var$	var		Elektrotexnika
11	Elektr zaryadi; elektr miqdori	amper-soat	$A \cdot h$	A·ch	$3,6 \cdot 10^3 \text{ S}$	Elektrotexnika

#### Izoh

1. Vaqt (soniya, soat, kun), yassi burchak (gradus, daqiqa, soniya), astronomik birliklar, dioptriyalar va atom massai birliklari nomlari va belgisi qo'shimchalar orqali ifodalanilmaydi.
2. Hamda keng miqyosda tarqalgan vaqt birliklari ham qo'llanilishi mumkin, masalan, hafta, oy, yil, asr, ming yillik.
3. Uglerod yassi burchak birligi belgisi indeksda yoziladi.
4. "litr" hajm birligini aniq o'lchovlarda qo'llash tavsiya etilmaydi (masalan, 1 l o'rniga  $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3$  ishlatilishi lozim). "l" belgisi va "1" raqamlari orasida farqlanisha o'lishi uchun "L" belgisi ishlatilishi mumkin.

SI birliklari bilan bir qatorda qo'llanilishga yo'l qo'yiladigan sistemadan  
tashqari nisbiy va logarifmik birliklar

O'lchanayotgan kattalik nomi	Birlikning nomlanishi	Belgilanishi		Qiymati
		Xal-qaro	Kirilda	
Nisbiy o'lcham: FIK; nisbiy uzaytirilganlik; nisbiy zichlik; deformatsiya; nisbiy dielektrik va magnitik o'tkazuvchanlik; magnit ta'sirchanlik va h.k.	Birlik	<i>l</i>	<i>l</i>	1
	Foiz	%	%	$1 \cdot 10^{-2}$
	Promille	‰	‰	$1 \cdot 10^{-3}$
	milliondan ulush	ppm	$\text{Mln}^{-1}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Logarifmik o'lcham: tovush bosimining darajasi; kuchaytirish; kamaytirish va h.k.	Bel	V	B	$1 \text{ V} = \lg(P_2/P_1)$ qachonki $R_2 = 10P_1$ $1 \text{ V} = 2\lg(F_2/F_1)$ qachonki $F_2 = \sqrt{10}F_1$ bu yerda: $P_1, R_2$ -quvvat, energiya va h.k; $F_1, F_2$ - kuchlanish, tok kuchi va h.k.
	Detsibel	dB	dB	0,1 V
Logarifmik o'lcham: eshitilish darajasi	Fon	phon	fon	1 fon Tovushning balandligi 1 fon ga teng, tovush uchun tovushning bosimida 1 db 1000 Hz chastotaga teng (1 phon - 1dB uchun $f=1000 \text{ Hz}$ )
Logarifmik o'lcham:	oktava	-	Okt	1 oktava

	chastotali interval				$\log_2 (f_2/f_1)$ ga teng agar $(f_2/f_1) = 2$
		dekada	-	Dek	1 dekada $\lg(f_2/f_1)$ ga teng agar $(f_2/f_1) = 10$ . Bu yerda $f_2, f_1$ – chastotalar
	Logarifmik o'lcham: (Bir noli fizik o'lchamlarga natural logarifmik chegarasiz o'lchamga ega, boshlang'ichni qabul qilamiz)	Neper	Np	Np	$1 \text{ Np} = 0,8686 \dots \text{V}$ $1 \text{ Np} = 8,686 \dots \text{dB}$

SI birliklari maqomida vaqtincha (bekor qilinguncha) qo'llanishga ruxsat etiladigan sistemadan tashqari birliklar 1.7-jadvalda keltirilgan.

7-jadval

SI birliklari maqomida vaqtincha qo'llanishga ruxsat etiladigan sistemadan tashqari birliklar

O'lchanayotgan kattalik	Birlik nomi	Belgisi		SI birliklari bilan munosabati	Qo'llanish sohalari
		Xalqaro	Kirilda		
Uzunlik	dengiz mili	Mile	milya	1852 t	Dengiz navigatsiyasi
Og'irlik	Karat	-	kar	$2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$	Qimmatbaho toshlar va olmoslar uchun
Chizikli zichlik	Teks	Tex	teks	$1 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}$	Tekstil sanoatida
Tezlik	Uzel	Kn	uz	0,514 m/s	Dengiz navigatsiyasi

	Aylanish chastotasi	sekundda aylanishlar	r/s	Ob/s	1 s <sup>-1</sup>	Elektrotexnika
		daqiqada aylanishlar	r/min	ob/min	0.016 s <sup>-1</sup>	
	Bosim	Bar	Bar	bar	1-10 <sup>5</sup> Pa	Fizika
	Tezlanish	Gal	Gal	Gal	0,01 m/s <sup>2</sup>	Gravimetriya

### 1.5. Karrali va ulushli birliklar

O'n karrali va ulushli birliklar, hamda ularning nomlanishi va belgilanishini 1.8 – jadvalda keltirilgan ko'paytuvchilar va qo'shimchalar orqali hosil qilish tavsiya etiladi.

Birliklar nomlanishiga ikki va undan ortiq qo'shimchalar qo'shilishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Masalan, *mikrofarad* birlik nomlanishi quyidagicha bo'lishi kerak – *pikofarad*.

Qo'shimcha yoki ishorani u qo'shilayotgan birlik nomi yoki ishora bilan qo'shib yozish tavsiya etiladi.

1.8- jadval

O'n karrali va ulushli birliklarni hosil qilish nomlash uchun ko'paytuvchi va qo'shimchalar

Ko'paytuvchi	Qo'simcha nomi	Birligi		Ko'paytuvchi	Qo'simcha nomi	Birligi	
		Xalqaro	Kirilda			Xalqaro	Kirilda
10 <sup>24</sup>	Iotta	Y	I	10 <sup>-1</sup>	Detsi	D	D
10 <sup>21</sup>	Zetta	Z	3	10 <sup>-2</sup>	Santi	S	S
10 <sup>18</sup>	Eksa	E	E	10 <sup>-3</sup>	Milli	M	M
10 <sup>15</sup>	Peta	R	P	10 <sup>-6</sup>	Mikro	μ	Mk
10 <sup>12</sup>	Tera	T	T	10 <sup>-9</sup>	Nano	N	N
10 <sup>9</sup>	Giga	G	G	10 <sup>-12</sup>	Piko	P	P
10 <sup>6</sup>	Mega	M	M	10 <sup>-15</sup>	Femto	F	F



$10^3$	Kilo	K	K	$10^{-18}$	Atto	A	A
$10^2$	Gekto	H	G	$10^{-21}$	Zepto	Z	Z
$10^1$	Deka	Da	Da	$10^{-24}$	Iokta	U	I
Izoh							
1.Ko'paytuvchi va ulushli qo'shimchalarni qo'llanishga misollar: $5 \cdot 10^3 \text{ V} = 5 \text{ kV}$ ; $7 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 7 \text{ mA}$ ; $6 \cdot 10^6 \text{ Om} = 6 \text{ MOm}$ ; $6 \cdot 10^{-3} \text{ Om} = 6 \text{ mOm}$ .							
2.Raqamning ohirgi soni va shartli elgisi oralig'ida bo'sh joy(probel) qoldiriladi: 100 kVt; 80 %; 20 °S; (100,0 ± 0,1) kg; (1/50) s yoki (1/50) s.							
3.Asosiy birlik hisoblangan og'irlik nomlanishi – kilogramm – o'z tarkibida “kilo” qo'shimchasi bo'lishi bilan bog'liq holda, karrali va ulushli og'irlik birliklarini hosil qilish uchun og'irlikning ulushiy birligi – gramm ga qo'shimchalar qo'shiladi, masalan mikrokilogramm (mkg yoki mkg) o'rniga milligram (mg yoki mg).							

### 1.6. Axborot miqdori birliklari

Standart 8.417-2002 o'zida keng miqyosda qo'llaniladigan ammo SI xalqaro sistemasi talablariga to'liq javob bera olmaydigan kattalik birliklari kirgan bo'lib lug'aviy ilovalar tashkil etadi. Shunday kattaliklardan biri axborot miqdori birligi hisoblanadi (1.9-jadval) va A lug'aviy ilovada keltirilgan.

1.9- jadval

Axborot miqdori birliklari

Kattalik nomlanishi	Birligi			Izoh	
	Nomlanishi	Belgilanishi			Qiymati
		Xalqaro	Kirilda		
Axborot miqdori	Bit	bit	Bit	1	Bit – hisoblash tizimi (ikkili yagona ma'lumot) “ikkilik o'lchov birligi”
	Bayt	V (byte)	B(bayt)	1 B = 8 bit	
Izoh					
1. MEK 60027-2 xalqaro standartiga asosan «bit» va «bayt» birliklarni SI					

qo'shimchalari orqali qo'llaniladi (1.3.4-bo'lim 1.8-jadval).

2. Tarixiy o'zgarish ( $1000=10^3$  o'rniga  $1024 = 2^{10}$  qabul qilingan) natijasida «bayt» nomlanishiga to'g'ri kelmaydigan SI qo'shimchalari ishlatiladi: 1 Kbayt = 1024 bayt, 1 Mbayt = 1024 Kbayt, 1 Gbayt - 1024 Mbayt va h.k. Shunday bo'lsa ham  $10^3$  karralini ifodalovchi yozma (kichik) harf «k» dan farqli ravishda Kbayt belgilanishi bosh (katta) harf «K» orqali boshlanadi.

## 1.7. Xalqaro birliklar sistemasi afzalliklari

Xulosa natijasida Xalqaro birliklar sistemasining bir qator afzalliklarini keltirib o'tamiz.

SI – mukammal. U fizik hodisalarning barcha yo'nalishlarini va xalq xo'jalik tarmoqlarini deyarli qamrab olgan.

SI ning joylashuvi metrologiyaning zamonaviy darajasiga javob beradi – asosiy birliklarning optimal tanlovi va shu qatorda ularning soni va hajmi, kelib chiqadigan birliklarning mosligi, karrali va ulushli birliklarning o'n karrali qo'shimchalar orqali hosil bo'lishi va bir qancha boshqa holatlar.

Xalqaro sistema javobgarlikka moslashuvchan. U sistemaga kirmaydigan bir necha birliklarni qo'llanishga yo'l qo'yadi. Bu tirik va rivojlanuvchi sistemadir. Maslan, asosiy kattaliklar yaqinda vaqtda oltitadan yettitaga ko'paytirildi va agar qandaydir sohaning tarmog'ini qamrab olish kerak bo'lsa yana kengayishi mumkin. Bundan tashqari kelajakda ba'zi SI amaldagi reglametlovchi qoidalari yumshatilishi holi emas.

Xalqaro Sistema fizik kattaliklarning yagona sistemasi birgalikda qo'llanish uchun mo'ljallangan. Birliklarning bir sistemada jam bo'lishi uzoq vaqt davomida paydo bo'lgan zaruratni taqdim etdi. Hozirda SI dunyoning ko'plab mamlakatlarida qabul qilingan va o'n yillar oldin keltirilgan ko'plab sistemalarni yo'qqa chiqardi.

Xalqaro birliklar sistemasi ko'plab obro'li xalqaro tashkilotlar, Birlashgan Millatlar Tashkiloti (BMT) tomonidan ham tan olingan. SI ni tan olganlardan biri –

standartlar bo'yicha Xalqaro tashkilot (ISO), Xalqaro metrologiya qonun qabul qiluvchi tashkiloti (MOZM), Xalqaro elektrotexnika komissiyasi (MEK), amaliy va nazariy fizikaning Xalqaro ittifoqi va boshqalar.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Xalqaro birliklar sistemasini deganda nimani tushunasiz?
2. Xalqaro sistemasini tarkibida qanday asosiy birliklarni tashkil etadi?
3. Xalqaro birliklar sistemasini qaysi tashkilotlar tomonidan tasdiqlanadi?
4. Haroratni o'lchashdagi xalqaro birliklar nechi xil bo'ladi?
5. Xalqaro birliklar sistemasini tarkibida nechi xil kattaliklarni tashkil etadi?

## **2. Avtomatikaning texnik vositalarni ekspluatatsiya jarayonida ishonchlilikka sinash**

### **2.1. Ishonchlilikka sinashning maqsadi**

Ishonchlilikka sinashning maqsadi – avtomatikaning texnik vositalarining ishonchlilik darajasini aniqlash va uning son qiymatlarini baholashdir. Avtomatikaning texnik vositalarning ishonchlilik darajasini bilish ko'p masalalarni hal qilishga, ya'ni belgilangan ishonchlilik xarakteristikalarini tasdiqlash, ularni oshirish tadbirlarini ishlab chiqish, unga texnik xizmat ko'rsatish oqilona tizimini qo'llash, avtomatikaning texnik vositalar samaradorligi va keyingi ekspluatatsiyasining maqsadga muvofiqligi, zaif tomonlarini aniqlash, hisob-kitob, bashorat (prognoz)larni hamda uning yaratilish texnologik jarayonlari sifatini tekshirishga imkon beradi.

Sinov natijalari yordamida quyidagi xarakteristikalaridan birini olish mumkin:

1. Avtomatikaning texnik vositalarning buzilishgacha bo'lgan xizmat muddati (ishlatilgan yili)ning taqsimlanish qonuni. Bu xarakteristika to'liq hisoblanib, asosiy ishonchlilik ko'rsatkichlarini, jumladan, berilgan vaqt davomida buzilmasdan ishlash xotimolligini aniqlash imkonini beradi. Lekin bu ish katta

statistik material va xarajatlar talab qiladi. Taqsimlanish qonunini faqat sodda avtomatikaning texnik vositalarlar uchun kam sarf-xarajatlar bilan olish mumkin.

2. Avtomatikaning texnik vositalarning buzilishsiz ishlash ehtimolligi berilgan vaqt uchun aniqlanadi, lekin buzilmaslik xarakteristikasi avtomatikaning texnik vositalarning ko'proq ishlash davri uchun noma'lum bo'ishi mumkin. Bunday chegaralangan ma'lumot bo'yicha ham avtomatikaning texnik vositalarning ishonchlilik darajasi to'g'risida xulosa chiqarish mumkin.

3. Sinovlarning murakkabligi va uzoq cho'zilishi avtomatikaning texnik vositalarning vaqt bo'yicha chiqish parametrlari o'zgarishiga baho berish imkoniyatidan maxrum qiladi. U holda har bir parametr bo'yicha "ishonchlilik zaxirasi" ko'rsatkich bo'lib xizmat qiladi. Bashorat usullarini qo'llagan holda sinashlarning bu natijalaridan avtomatikaning texnik vositalarning ishonchlilik darajasini aniqlashda foydalaniladi.

4. Masalaning murakkabligi tufayli ko'p xollarda avtomatikaning texnik vositalarning ishonchlilik darajasini absolyut miqdorlarda aniqlash mumkin bo'lmay qoladi, bu holda uni faqat o'ziga o'hshagan avtomatikaning texnik vositalarning ko'rsatkichi bilan nisbiy taqqoslashga to'g'ri keladi. Natijada sinashlar, buzilmasdan ishlashlik yoki chidamlilik necha marta o'sdi, degan savolga javob berib, chidamlilikning haqiqiy darajasi to'g'risidagi masala hal bo'lmaydi. Yuqori ishonchli avtomatikaning texnik vositalarlar uchun sinashlarning usul va hajmlarini aniqlashda faqat vaqt omili asosiy mezon bo'lib xizmat qiladi.

## **2.2. Ishonchlilikka sinashning turlari**

Ishonchlilikka maxsus o'tkaziladigan sinashlar:

1. Tadqiqot sinashlari – avtomatikaning texnik vositalarning ishonchliligiga ta'sir etuvchi omillarni o'rganish uchun o'tkaziladigan sinashlar.

2. Nazorat sinashlari – muayyan avtomatikaning texnik vositalarning ishonchlilik darajasini baholash uchun o'tkaziladigan sinashlar.

Sinashlar o'tkazish joyi bo'yicha quyidagicha bo'linadi:

1. Stend sharoitidagi sinashlar - mashina yoki agregat ish qobiliyatining yo'qolishi to'g'risida, ya'ni ularning ishonchlilik hususiyatlari ko'rsatkichlari to'g'risida ma'lumot beradi. Sinash usullarini ishlab chiqayotganda sinash sharoitlari va tartibotlarining ekspluatatsiya sharoitlariga mos kelishini hisobga olish zarur. Stend sinashlari odatda buzilish sodir bo'lguncha yoki avtomatikaning texnik vositalar belgilangan muddat davomida ishlamaguncha davom ettirilaveradi. Hozirgi zamon uzal va detallarining ishlash muddatlari uzun bo'lgani uchun stend sinashlarida og'ir sharoitlar taqlid (imitatsiya)si tashkil qilinib o'tkaziladi.

2. Ekpluatatsion va ob'yektda sinashlar tajribaviy va seriyaviy namunalar uchun qo'llaniladi. Avtomatikaning texnik vositasining tajribaviy namunalari og'ir ekspluatatsiya sharoitlarida mahsus tanlangan va su'niy yaratilgan yo'llarda va har xil iqlim sharoitlarida sinaladi. Bunday sinashlar quyidagi kamchiliklarga ega:

a) tajribalarning davomiyligi haqiqiy ekpluatatsiya sharoitlariga o'xshab hamma vaqt ham yetarli emas;

b) ob'yektning ishonchlilik parametrlarini belgilovchi sinash natijasi hech bo'lmaganda avtomatikaning texnik vositasining hizmat muddati o'rtacha qiymati to'g'risida ham axborot bera olmaydi. Shuning uchun tezlashtirilgan sinashlar qo'llaniladiki, ularda ishonchlilik to'g'risidagi ma'lumotlar juda qisqa vaqt ichida olinadi.

Nazorat sinashlarini o'tkazganda avtomatikaning texnik vositalarlarni buzilmasdan ishlashlik, chidamlilik, ta'mirlashga moyillik va saqlanuvchanlikka alohida-alohida sinaladi.

### **2.3. Ishonchlilikka sinash ob'yekti**

Ishonchlilikka sinashlarning ob'yekti quyidagilar bo'lishi mumkin:

1. Namunalar – agar avtomatikaning texnik vositalarlar yoki ularning chidamliligini belgilaydigan materiallar xususiyatlari sinalsa (charchash qattiqligi, emirilishga va korroziyaga qarshi hususiyatlar va h.k.);

2. Detallar (birikmalar, kinematik juftliklar) - agar konstruktsion va texnologik omillarning shu qism xizmat muddatiga ta'sirini hisobga olish zarurati tug'lsa (kontaktlar, elektromagnit ishga tushirgichlarni mexanizmlari, elektromagnit klopınlar, datchiklar va h.k.);

3. Elektr mashina, agregat va uzellar - agar ayrim mexanizm va konstruktsiya elementlarining o'zaro harakati va ularning ish qobiliyati ko'rsatkichlariga ta'sirini hisobga olish kerak bo'lsa (uzatmalar qutisi, reduktorlar, dvigatellar, boshqaruv tizimlari va boshqalar);

4. ATV – datchiklardagi hamma agregat, uzal va mexanizmlarning ekspluatatsiya sharoitlari va ish tartibotlaridagi o'zaro harakati sinalsa (avtomatikaning texnik vositalari);

5. Avtomatik tizimi – bir ishlab chiqarish kompleksini tashkil etgan ayrim avtomatikaning texnik vositalarning o'zaro ta'sirini ishonchlilik ko'rsatkichlari orqali baholansa (nazorat o'lchov asboblari va avtomatika korxonasi, sozlash va h.k.).

## **2.4. Ishonchlilikka sinashda baholanadigan xarakteristikalar**

Ular asosan ikki guruhga bo'linadi:

1. Eskirish (buzilish) jarayonlari va avtomatikaning texnik vositalarlarning buzilganlik darajasi xarakteristikalarini. Sinashlarda kontaktlarni eyilish jarayonlarining kechishi, kontaktlarni qisqa tutashuv jarayonida emirilishi, zanglash, shakl o'zgarishlar, charchash buzilishlari va boshqalar o'rganiladi. Bu omillar avtomatikaning texnik vositalarni ish qobiliyatini yo'qotishda asosiy sabablar bo'lib hisoblanadi.

2. Avtomatikaning texnik vositalarning vaqt bo'yicha chiqish parametrlari o'zgarishining xarakteristikalarini (aniqlik, foydali ish koeffitsienti, kuchlanish, tok

quvvat va h.k.). Bu xarakteristikalarining yo‘l qo‘yilgan chegaralardan chiqishi buzilishlarga olib keladi.

Sinash ob'ekti qanchalik murakkab bo‘lsa, sinashlar hajmi katta qismining chiqish parametrlarini shunchalik ko‘p baholashga to‘g‘ri keladi.

#### 2.5. Tajribaviy va seriyaviy namunalarni sinash

Ishonchlilikka sinashlarni olib borayotganda ularning hajmini tajribaviy va seriyaviy ishlab chiqarish o‘rtasida shunday taqsimlash kerakki, uning natijasida kerakli ma'lumot olinsin va avtomatikaning texnik vositalarning konstruksiyasiga tegishli o‘zgartirishlar tezroq kiritilsin. Lekin tajribaviy ishlab chiqarishda ko‘p masalalarni hal qilib bo‘lmaydi, faqat seriya namunalorigina kerakli natijalarni berishi mumkin. Undan tashqari seriya namunalarni ishonchlilikka sinashda quyidagilar hisobga olinishi kerak:

a) maketni me'yoriga yetkazish natijasida mashinaga kerakli konstruksion o‘zgartirishlar kiritilganligini tajribaviy tekshirish;

b) haqiqiy ekspluatatsiya sharoitlarida avtomatikaning texnik vositalarining ish tartibotlari va boshqa tadqiqotlarni kengaytirish;

v) birinchi seriyaviy namunalarning ekspluatatsiyasi jarayonida avtomatikaning texnik vositalarining buzilish sabablarini aniqlash.

Tajribaviy namunalarni sinashda sanoqli (hatto bitta avtomatikaning texnik vositalar bo‘lishi ham mumkin) avtomatikaning texnik vositalarlar qo‘yiladi, chunki bu avtomatikaning texnik vositalarlar kam miqdorlarda yaratiladi. Lekin bu sinashlar yetarli emas, chunki oz miqdordagi avtomatikaning texnik vositalarlardan olingan va yetarli bo‘lmagan ma'lumotga suyangan ishonchlilik ko‘rsatkichlari avtomatikaning texnik vositalarlar ishidagi haqiqiy xolatni aks ettiraolmaydi.

### **2.5. Ishonchlilikka sinash usullari**

Avtomatikaning texnik vositalarining ishonchlilik xususiyatlari ko‘rsatkichlarini ekspluatatsiya jarayonida aniqlash uchun ularning ma'lum

miqdorlarini olib sinov (nazorat) o'tkaziladi. O'tkazilish muddati bo'yicha ishonchlilikka sinashning ikki usuli mavjud:

- tugatilgan sinovlar;
- tezlashtirilgan (kesma) sinovlar.

Tugatilgan sinovlarda ishonchlilik parametrlarini baholash sinovga qo'yilgan barcha avtomatikaning texnik vositalarlarining buzilishidan keyin o'tkaziladi.

Tezlashtirilgan (kesma) sinovlarda ishonchlilik parametrlarini baholash hamma avtomatikaning texnik vositalarlar buzilishini kutmasdan o'tkaziladi, chunki sinovlar ekspluatatsiya jarayonida o'tkazilganligi sababli ularning davomiyligi bir necha yilga cho'zilib ketishi mumkin. Tezlashtirilgan sinovlar bo'yicha shuni ta'kidlash lozimki, agarda avtomatikaning texnik vositalarlarining resursi kichik bo'lsa, u holda ishonchlilik parametrlarini baholashni tugallangan sinovlar kabi o'tkazish kerak, chunki sinov davrida ushbu avtomatikaning texnik vositalarlarining hammasi ishdan chiqadi. Tezlashtirilgan sinovlar natijalariga ishlov berishning mahsus usullari mavjud [8].

## **2.6. Ishonchlilikka sinash rejalari**

Ishonchlilikka sinash har xil rejalar orqali tashkil etiladi. Sinov o'tkazish rejalari ma'lum qoidalarga bo'ysinadi va tegishli muddatlarda olib boriladi. Sinash rejalari bir muncha ko'rsatkichlarni o'z ichiga oladi, masalan, nazorat ostidagi avtomatikaning texnik vositalarlar soni; buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlar almashtiriladimi yoki yo'qmi; sinov qachon to'xtatiladi yoki sinovni davom ettirish uchun qo'shimcha avtomatikaning texnik vositalarlar qo'yiladimi va h.k. [10].

Sinash rejalari

1. [NUN] - tugallangan sinash rejasi. Kuzatuvga  $N$  avtomatikaning texnik vositalarlar qo'yilgan, kuzatuvlar hamma avtomatikaning texnik vositalarlar ishdan chiqqungacha olib boriladi. Buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlar yangilari



bilan almashtirilmaydi. Sinovlar natijasida unga qo'yilgan avtomatikaning texnik vositalarlarining ishlash muddatlari aniqlanadi ( $t_1, t_2, \dots, t_N$ )

Bu erda:  $N$  – kuzatuvga qo'yilgan avtomatikaning texnik vositalarlar soni;  $U$  - buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlar yangilari bilan almashtirilmaydigan rejalar;  $N$  – kuzatuv davrida buzilgan avtomatikaning texnik vositalar soni.

2. [NUR] - tugallanmagan sinash rejasi. Kuzatuvga  $N$  avtomatikaning texnik vositalarlar qo'yilgan, kuzatuvlar  $r$  buzilishlar sodir bo'lguncha olib boriladi. Buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlar yangilari bilan almashtirilmaydi. Sinovlar natijasida unga qo'yilgan avtomatikaning texnik vositalarlarining  $r$  buzilishlar sodir bo'lguncha ishlash muddatlari aniqlanadi ( $t_1, t_2, \dots, t_r$ )

Bu erda:  $r$  – buzilishlar soni.

3. [NUT] - tugallanmagan sinash rejasi. Kuzatuvga  $N$  avtomatikaning texnik vositalarlar qo'yilgan, kuzatuvlar  $T$  vaqtgacha olib boriladi. Buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlar yangilari bilan almashtirilmaydi. Sinovlar natijasida unga qo'yilgan avtomatikaning texnik vositalarlarining ishlash muddatlari aniqlanadi ( $t_1, t_2, \dots, t_T$ )

Bu erda:  $T$  – kuzatuv muddati.

4. [NUZ] - tugallanmagan sinash rejasi. Kuzatuvga  $N$  avtomatikaning texnik vositalarlar qo'yilgan, kuzatuv natijasida buzilishlar soni va avtomatikaning texnik vositalarining ishlash muddatlari ( $t_1, t_2, \dots, t_R$ ) aniqlanadi hamda buzilmagan avtomatikaning texnik vositalarlarining sinash davrida ishlagan muddatlari ( $\tau_1, \tau_2 \dots \tau_{N-R}$ ) e'tiborga olinadi.

Bu erda:  $Z$  - buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlarining ohirgi xolatgacha va buzilmagan avtomatikaning texnik vositalarlarining sinash davrida ishlash muddatlari.

5. [N,R,r] - tugallanmagan sinash rejasi. Kuzatuvga  $N$  avtomatikaning texnik vositalarlar qo'yilgan, kuzatuvlar  $r$  buzilishlar sodir bo'lguncha olib boriladi. Buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlar yangilari bilan almashtiriladi yoki ta'mirlanadi.

Bu erda: R - buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlar yangilari bilan almashtiriladigan rejalar;

r – buzilishlar soni.

6. [N,R,T] - tugallanmagan sinash rejasi. Kuzatuvga N avtomatikaning texnik vositalarlar qo'yilgan, kuzatuvlar T vaqtgacha olib boriladi. Buzilgan avtomatikaning texnik vositalarlar yangilari bilan almashtiriladi yoki ta'mirlanadi.

### **Nazora uchun savollar**

1. Avtomatikaning texnik vositalarlarning ishonchliligi nima maqsadda sinaladi?
2. Avtomatikaning texnik vositalarlar ishonchliligini sinashning qanday turlari mavjud?
3. Sinash ob'ektlariga nimalar kiradi?
4. Sinash rejasiga qanday talablar qo'yiladi?
5. Tajribaviy va seriyaviy namunalar ishonchlikka qanday sinaladi?
6. Sinash rejalarini qanday turlarga bo'linadi?

## **3. O'lchov asboblarning aniqlik klassi**

### **3.1. O'lchash asboblarning kursatuvchi standart qiymatlarining aniqlik klassi**

Odatda o'lchash asbobi olinadigan natijaga kirituvchi xatoligini oldidan belgilash uchun xatolikning me'yorlangan qiymatidan foydalaniladi. Xatolikning me'yorlangan qiymati deganda berilgan o'lchash vositasiga tegishli bo'lgan xatolikni tushunamiz. Alohida olingan o'lchash vositasining xatoligi har xil, muntazam va tasodifiy xatoliklarining ulushi esa turlicha bo'lishi mumkin. Ammo, yaxlit olib karalganda o'lchash vositasining umumiy xatoligi meyorlangan qiymatdan ortib ketmasligi kerak. Har bir o'lchash asbobining xatoliklarini

chegarasi va ta'sir etuvchi koeffitsientlar xaqidagi ma'lumotlar asbobning pasportida keltirilgan bo'ladi.

O'lchash asboblari ko'pincha yo'l ko'yilishi mumkin bo'lgan xatoligi bo'yicha klasslarga bo'linadi. Masalan: elektromexanik turidagi kursatuvchi asboblarda standart buyicha quyidagi aniqliklar ishlatiladi:

$$\delta_{a.k} = \{0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4\}$$

Odatda, asboblarning aniqlik klasslari asbobning shkalasida beriladi va ularning keltirilgan xatoligini bildirib, kuyidagicha bog'langan buladi.

$$\delta_{a.k} = \beta_{k.x.max} \geq \beta_k; \quad \delta_{a.k} = \beta_{a.k.max} \geq \beta_k = \Delta/a_{x.max}$$

Agar o'lchash asbobining shkalasidagi aniklik klassi aylana bilan chegaralangan bulsa, u holda bu asbobni sezgirligining xatoligi  $\pm \dots$  % ga tengligini bildiradi.

Agar o'lchash asbobining aniqlik klassi chizikchasiz bo'lsa, u xolda aniqlik klassi raqami keltirilgan xatolikning qiymatini bildiradi. Lekin bir narsani unutmaslik lozim, agar asbob keltirilgan xatolik bo'yicha 0,5 klass aniqligiga ega bo'lsa, uning barcha o'lchash diapazoni oralig'idagi xatoliklari  $\pm 0,5$  % dan ortmaydi deyishlik xato bo'ladi. Chunki, bu turdagi asboblarda shkalaning boshlanishiga yaqinlashgan sari o'lchash xatoligi ortib boraveradi. Shu sababdan bunday asboblarda shkalaning boshlang'ich bo'laklarida o'lchash tavsiya etilmaydi.

Agar asbobning shkalasida aniqlik klassi yonbosh kasr chizig'i bilan berilgan bo'lsa. Masalan, 0,02/0,01 u holda asbobning shkalasining oxiridagi xatoligi  $\pm 0,02$  % shkalaning boshida esa  $\pm 0,01$  % ekanligini bildiradi.

### **3.2. O'lchash asboblarining asosiy metrologik tavsiflari**

Har qanday o'lchash asbobini tanlashda eng avvalo uning metrologik tavsiflariga etibor berishimiz lozim bo'ladi. O'lchash asboblarining asosiy metrologik tavsiflariga uning kattalikdan kelgan signalni o'zgartirish funksiyasi,

sezgirliigi, o'lchash xatoligi, o'lchash diapazoni, sezgirlik ostonasi, hususiy energiya sarfi va ishonchliligi kiradi.

Uzgartirish funksiyasi – buni analogli o'lchash asboblarida shkala tenglamasidan ham bilishimiz mumkin. Tanlanayottan asbobda o'zgartirish funksiyasi chizikli bo'lishi kaydnomalarni olishni osonlashtiradi, sub'yektiv xatoliklarni esa kamaytiradi.

*Sezgirliigi.* Asbobning sezgirliigi chikish signalining kirish signaliga nisbatidan aniqlanadi:

$$S = \frac{dy}{dx}$$

Asbobning o'lchash xatoligi bu xatolik sifatida mutloq xatolik, nisbiy xatolik yoki keltirilgan xatolik berilgan bo'lishi mumkin.

Bu xatoliklar xususida olingan mavzularda yetarli ma'lumotlar berilgan.

O'lchash diapazoni. Bu asosan ko'p diapazonli asboblarga tegishli. Asbobning kursatishining boshlang'ich nuqtasidan (kiymatidan) oxirgi nuqtasi (kiymati)gacha bo'lgan oraliq hisoblanadi.

Sezgirlik ostonasi – bu tavsif tekshirilayogan kattalikning qanday boshlang'ich kiymati o'lchash asbobining chiqish signaliga ta'sir etishiligini bildiradi.

Xususiy energiya sarfi. Bu tavsif ham muhim hisoblanib, asbobning o'lchash zanjiriga ulanganidan so'ng kiritishi mumkin bo'lgan xatoliklarni baholashda ahamiyatli sanaladi. Ayniqsa, kichik quvvatli zanjirlarda ulchashlarni bajarishda bu juda muhimdir.

Asbobning ishonchliligi – uni belgilangan ko'rsatkichlarini vaqt mobaynida saqlash xususiyatini bildiradi. Bu ko'rsatkichlarni chegaradan chiqib ketishi asbobni layoqatligi pasayib ketganligidan dalolat beradi.

O'lchash asboblarining tavsiflari quyidagi tartibda tavsiya etiladi:

1 Asbob hatoligi. O'lchash asbobining xatoligi absolyut, nisbiy va keltirilgan bo'ladi.

2. O'lchash asbobining anikligi – bu tavsif asbob xatoligini nolga yaqinlashishini ko'rsatadi.

3. Sezgirlik – bu o'lchash asbobining asosiy parametrlaridan biridir. Asbobning chiqish signali o'zgarishini shu o'zgarishning sababchisi – kirish signaliga olingan nisbati o'lchanayotgan kattalikka nisbatan asbobning sezgirligini belgilaydi. Sezgirlik absolyut va nisbiy turlarga bo'linadi.  $S_a = DI/Dx$ ;  $S_H = DI/Dx/(Ix)$ .

4. Shkala bo'lagining kiymati – asbob shkalasining ikkita yonma – yon belgilarini orasiga to'g'ri keladigan kattalik qiymatiga bo'lak qiymati deb ataladi yoki asbob doimiyligi deyiladi. Bo'lak qiymati absolyut sezgirlikning teskari qiymatidir:  $C = 1/S_a = Dx / DIx$ .

5. O'lchash asbobining barqarorligi – asbobning metrologik xususiyatlarini vaqt bo'yicha o'zgarishini ko'rsatuvchi sifatidir. Asbobning xususiyatlarini vaqt bo'yicha o'zgarishi qo'shimcha xatolikka olib keladi.

6. Ortiqcha yuklanish qobiliyati – asboblarni ma'lum vaqtgacha ijozat etilgan yuklamadan ortiqrog'iga chidamligini ko'rsatadi. Bunda asbobning konstruksiyasidagi o'zgarishlar qoldik xarakterga ega bo'lmasligi kerak.

7. Asbob ko'rsatuvining o'zgaruvchanligi (variatsiya) – o'zgarish tashqi sharoitda o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga to'g'ri keladigan asbob ko'rsatishlarining orasidagi eng katta farq bilan aniqlanadi. Ko'rsatishni o'zgaruvchanligi asosan asbob qismlaridagi ishqalanish va ishsiz oraliq elementlardagi mexanik va magnit gisterizislarga bog'lik bo'ladi.

8. Asbob ko'rsatkichining o'rnashish vaqti yoki tinchlantirish vaqti – kattalikni o'lchash vaqtidan boshlab asbobning ko'zgaluvchi kismini tebranish amplitudasi absolyut xatolik darajasidan kam bo'lgan vaqtgacha o'tgan davrga aytiladi. Analog asboblarda uchun asosan 4 sek qilib belgilangan. Termoelektrik va elektrostatik asboblarda uchun bu vaqt 6 sek belgilangan. Rakamli asboblarda o'lchash vaqti deb o'lchanayotgan kattalikni o'lchashda turg'un kursatish vaqti yoki o'lchashni boshlash davridan yangi natijani olguncha o'tgan vaqtga aytiladi, bunda hisoblash qurilmasi me'yorlangan xatolikda ko'rsatishi kerak.

9. O'lchash asbobining puxtaligi – asbobni berilgan tavsiflarini me'yorlangan sharoitda, belgilangan vaqtgacha sayqallay olishiga aytiladi. Asbob puxtaligining asosiy mezoni uni o'rtacha beto'xtov ishlashi vaqtidir:  $T_{o'rt} = e(t/n)$ ,  $t$  – asbobning beto'xtov ishlash vaqti  $n$  – rad etish soni.

10. Beto'xtov ishlash extimoli deb, ma'lum  $T$  vaqt davomida asbob uzluksiz ishlaganda bitta ham rad etish bo'lmaganligiga aytiladi. Beto'xtov ishlash vaqti asboblarni puxtaligini ko'rsatkichlaridan biridir, ya'ni asbobning to'g'ri ishlashini o'rtacha arifmetik vaqti.

11. Kafolat muddati deb shunday vaqtga aytiladiki, uni tayyorlovchi zavod o'z mahsulotini, asbobni ishlatish koidalariga rioya qilgan xolda to'g'ri ishlashiga kafillik bergan vaqtiga aytiladi. Masalan, mikroampermetr N266M – korxonada 36 oy ichida asbobni ta'mirlashni va tekinga almashlab berishni o'z bo'yniga oladi, chastotometr E378 (E378) uchun kafolat muddati 11 yil.

### 3.3. O'lchash asboblarning klassifikatsiya

O'lchash asboblarni tanlashda va foydalanishda qulaylik yaratish maqsadida ularga nisbatan maxsus klassifikatsiya tadbik etilgan bo'lib, bunga asosan asbobning qanday toifaga mansubligini osongina bilib olish mumkin.

Quyidagi 3.1 – jadvalda hozirda ishlatilib kelinayotgan va chiqarilayotgan o'lchash asboblarning guruhleri keltirilgan. Odatda, o'lchash asboblarning nomida ushbu guruh va modifikatsiya tartib raqamlari berilgan bo'ladi.

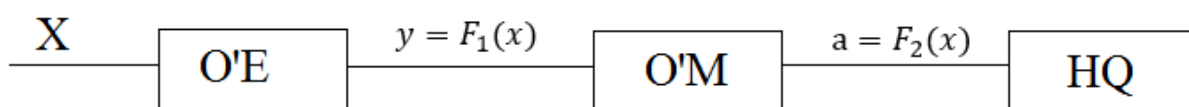
3.1 - jadval.

Guruh	Guruh nomi	Kichik guruh	Kichik guruh nomi
V	Kuchlanichni o'lchash asboblari	V1	V-metrlarni qiyoslash qurilmalari
		V2	O'zgarmas tok voltmetrlari
		V3	O'zgaruvchan tok voltmetrlari
		V4	Impulsi voltmetrlar
		V7	Unversal voltmetrlar

E	Zanjir va uning elementlarining parametrlarini o'lchash asboblari	E1	Qiyoslash qurilmasi
		E2	Aktiv qarshilik o'lchovlari
		EZ	Induktivlik o'lchovlari
		U4EZ	Sig'im o'lchovlari
		E7	Induktivlik asboblari
		E8	Sig'imni o'lchash asboblari
Ch(CH)	Chastotani o'lchash asboblari	41	Qiyoslash qurilmasi
		42	Rezonans chastotamerlar
		43	Elektron hisoblash chastotamerlari
		45	Kvarstli chastotamerlar
S(S)	Signal va spektrni o'lchash asboblari	S1	Elektronurli otsilloqraflar
		S2	Modulyasiya chuqurligi asboblari
		S4	Spektr analizatorlari

### 3.4. Analog asboblar haqida umumiy ma'lumotlar

Analog o'lchash asbobi bu shunday qurilmaki unda ko'zgaluvchi qismning tutgan o'rniga qarab o'lchanayotgan kattalik aniqlanadi. Har xil kattaliklarni o'lchashda eng ko'p tarqalgani elektromexanik analog asboblaridir. Bunday asboblar asosan o'zgartkich element (O'E), o'lchash mexanizm (O'M) va hisoblash qurilmasidan (HQ) iboratdir. Bevosita xisoblovchi elektromexanik asbobning tuzilish sxemasi 3.1 – rasm keltirilgan.



3.1 – rasm. Elektromexanik o'lchash asbobining struktura sxemasi.

1. Asbobning o'zgartirish elementida (O'E) o'lchanayotgan kattalik X ni U bilan funksional bog'langan elektr kattalik U – ga aylantirish vazifasi bajariladi.

2. Analog asbobida o'lchash mexanizmi (O'M) elementlarning o'zaro ta'siridan ko'zgaluvchi qism harakatga keladi. Bu mexanizmda elektromagnit energiya (U) proporsional mexanik energiyaga – qo'zgaluvchi qismni harakatiga aylanadi.

3. Hisoblash kurilmasi – asbob konstruktsiyaning qismi (shkala va mili) bo'lib, o'lchanayotgan kattalik qiymatini xisoblash uchun xizmat qiladi.

### **3.5. Avtomatika datchiklari va ularning klassifikatsiyasi**

Har xil texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda ularning ko'rsatkichlari haqida ma'lumot olish zarur xisoblanadi. Bu maqsadda birlamchi o'zgartirgichlar (yoki datchiklar) keng qo'llaniladi. Datchik deb nazorat qilinayotgan yoki rostlanayotgan kattalikni kerakli yoki avtomatika tizimining keyingi elementlarida qo'llash uchun qulay qiymatga o'zgartiradigan vositaga aytiladi.

Qishloq va suv ho'jaligi ishlab chiqarishida qo'llaniladigan o'zgartirgichlar asosan olti guruhga bo'linadi: **mexanik; elektromexanik; issiqlik; elektrokimyoviy; optik va elektron – ion.**

Mexanik o'zgartirgichlar mexanik kirish ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, tezlik, sarf va h.k.) mexanik chiqish ko'rsatkichlarga (aylanish chastotasi, bosim va h.k.) o'zgartirib berish bilan xarakterlanadi. Bunday o'zgartirgichlarning sezgirlik elementi sifatida elastik elementlar (membrana, prujini, balka kabilar) poplavoklar, krilchatkalar va drosselli qurilmalar ishlatiladi.

Elektromexanik birlamchi o'zgartirgichlar (yoki elektrik datchiklar) kirish mexanik ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, sarf kabilar) chiqish elektrik ko'rsatkichlarga (kuchlanish, tok, qarshilik, induktivlik va kabilar) o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi. Elektromexanik o'zgartirgichlar parametrik va generator o'zgartirgichlarga (yoki datchiklarga) bo'linadi.

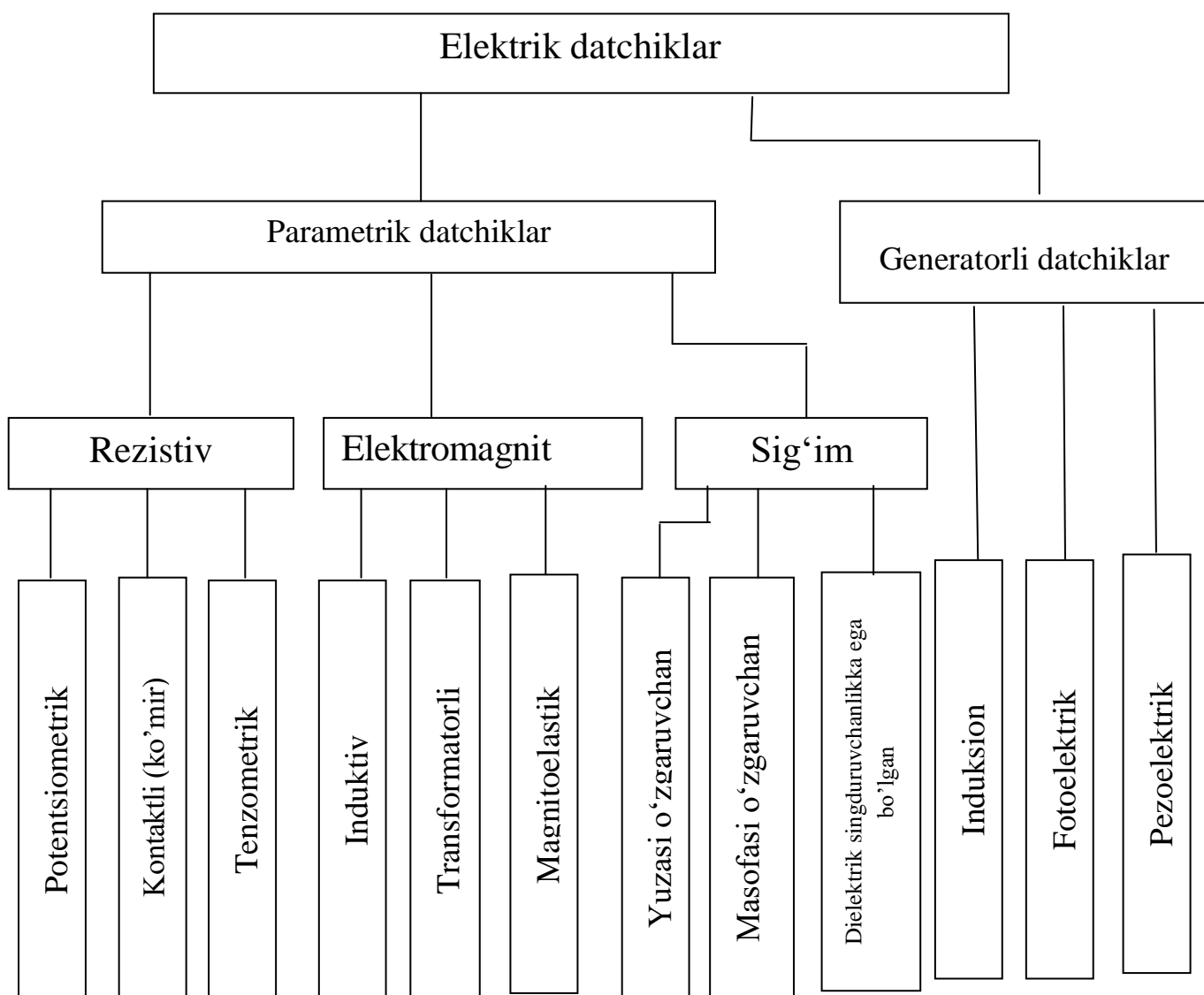
Parametrik datchiklarda chiqish ko'rsatkichini elektr zanjir kattalıkları (qarshilik, induktivlik, o'zaro induktivlik, elektr sig'imi va kabilar) tashkil topadi. Bunday turdagi datchiklarda elektr toki va kuchlanishi sifatida chiqish signalini



olish uchun ularni maxsus elektr sxemalariga (ko'priqli, differentsialli) ulash xamda alohida energiya manbasiga ega bo'lishi kerak.

Generator datchiklarida bevosita sezgir elementda kirish signali X chiqish signali U o'zgartiriladi. Ushbu o'zgartirish kirish signali energiyasi xisobiga bo'ladi va chiqish signali EYuK ko'rinishida xosil bo'ladi. Generator datchiklari juda oddiy bo'ladi, chunki ular qo'shimcha energiya manbaisiz ulanadi.

Aniqlik darajasi bo'yicha datchiklar 0,24; 0,4, 0,6; 1; 1,5; 2,5; 4 aniqlik sinflariga muvofiq bo'lishlari lozim. Ish printsipi bo'yicha elektrik datchiklar rezistivli, elektromagnitli, sig'imli va taxometrik (generatorli) ko'rinishlarga ega bo'ladi (3.2 – rasm).



3.2 – rasm. Elektrik datchiklarning turlanishi

## Datchiklar va ularni nazorat qiladigan kattaliklar

Nazorat qilinadigan kattaliklar	<i>Datchiklar turlari</i>													
	Mexanik	<i>elektrik datchiklar</i>												
		Potentsiometrik	Tenzometrik	Induktiv	Termorezistorli	Sig'im	fotorezistorli	Elektron	Induksion	Pezoelektrik	Termoelektrik	Xoll datchiklari	Fotoelektrik	Gidravlik
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Siljish	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
2. Satx	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
3. Tezlik	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+
4. Tezlanish	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
5. Kuch	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
6. Bosim	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
7. Moment	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
8. Namlik	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
9. Xarorat	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
10. Sarf	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+
11. Tebranish	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-

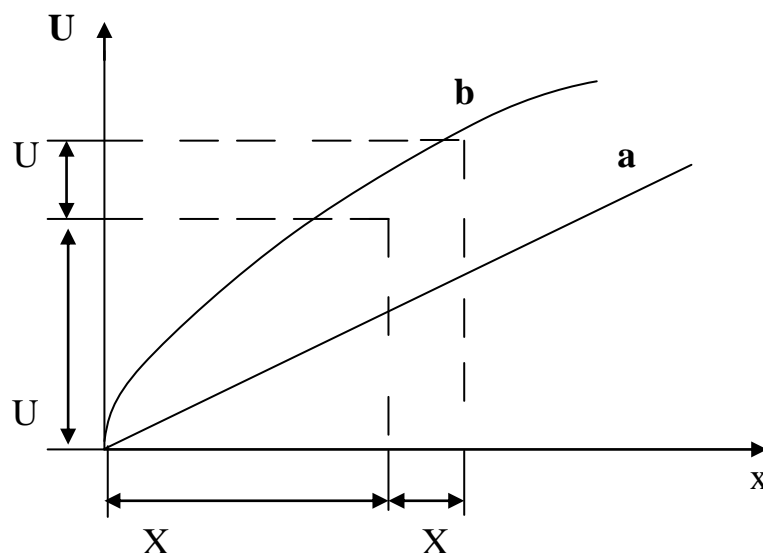
**3.6. Datchiklarning asosiy ko'rsatkichlari**

Datchiklarning turlari ko'p bo'lishiga qaramay, ular bir hildagi bir necha asosiy ko'rsatkichlarga ega:

1. Statik tavsifnomasi – chiqish kattaligini kirish kattaligiga bog'liqligi (3.3 – rasm). Statik tavsifnomasi chiziqli datchiklar (3.3 – rasm, a) uchun sezgirlik koeffitsienti o'zgarmaydi.

Statik tavsifnomasi nochiziqli datchiklar uchun sezgirlik koeffitsienti har xil nuqtalarda (3.3 – rasm, b) har hil bo'ladi va bu kattalik differentsial sezgirlik deyiladi. Uni aniqlash uchun quyidagi formula qo'llanadi:

$$K_c = d_y/d_x = \Delta_y/d_x$$



3.3 – rasm. Datchiklarning statik tavsifnomalari.

2. Datchikning absolyut xatoligi – datchikning chiqish signalining haqiqiy  $u_1$  va uning xisoblangan  $u_2$  qiymatlarning farqi, ya'ni

$$\Delta_y = y_1 - y_2$$

3. Datchikning nisbiy xatoligi –  $\gamma = \frac{y_2}{y_1} \cdot 100 \%$

4. Datchikning dinamik tavsifnomasi – chiqish signalining vaqt mobaynida o'zgarilishini ko'rsatadi.

### Nazorat uchun savollar

1. Elektrik datchiklarning qanday turlari mavjud?
2. Datchiklarning nazorat qiladigan kattaliklari?
3. Qishloq va suv ho'jaligi ishlab chiqarishida qo'llaniladigan o'zgartirgichlari nechi guruhga bo'linadi?
4. O'lchov asboblarning aniqlik klassi deb nimaga aytiladi?
5. Datchiklarning statik tavsifnomalari.
6. hozirda ishlatilib kelinayotgan va chikarilayotgan o'lchash asboblarning guruhlari?

## 4. XATOLIKLAR NAZARIYASI ASOSLARI

### 4.1. Umumiy tushuncha

Amaliyotda u yoki bu kattalikni o'lchash asosan bir marotaba o'tkaziladi. Bu o'lchash qanday baholanadi va uning xatoligi qanday? Savolning birinchi qismiga javob ijobiy bo'lishi zarur, ya'ni xattoki yakka o'lchov ham o'zida muayyan qiymatiga ega. Savolning ikkinchi qismiga javob bir xil emas. Uskuna pasporti va uning tadqiqot natijalari bo'lgani bilan biz uning o'lchov birligidagi xatoligi qanday ekanligini ayta olmaymiz. Biz faqat uskunaning aniqlik klassi bo'yicha aniqlangan kattalikdan baland emasligini ayta olamiz. Masalan 0,05 aniqlik klassiga shkalaning eng yuqori chegarasida  $\pm 0,05$  % gacha xatolik to'g'ri keladi, 0,02 aniqlik klassiga shkalaning eng yuqori chegarasida  $\pm 0,02$  % gacha xatolik to'g'ri keladi va h.k. Agar metodogik va boshqa xatoliklar kam bo'lsa va ularga extiyotkorlik bo'lsa, yuqoridagi aytilgan fikrlar xaqqoniylikka egaligini belgilaymiz. Bunday xolat, faqatgina xatolikning bo'lishi mumkin bo'lgan yuqori chegarasi ma'lum vaqtdagina, tajribaviy o'lchashlar olib borilganda yo'l qo'yiladi va to'liq mos keladi. Agar bu yetarli bo'lmasa unda har doim maxsus o'lchash tadqiqoti o'tkazilishi lozim.

Bu tadqiqotdan maqsad, o'lchash natijasi xatoligi aniqlash va bu xatolikni sistematik va tasodifiy tashkil etuvchilarini ajratishdan iborat.

Bundan tashqari, o'lchash vaqtida kamchiliklarga yo'l qo'yilishi mumkin (qo'pol xatoliklarga olib keluvchi kamchiliklar), bu kamchiliklar operatorning no'tog'ri harataklari va o'lchov uskunasining buzulganligi oqibatida hosil bo'ladi. Kamchiliklarni topish va bartaraf etish tadqiqotni tashkil etuvchi qismidir.

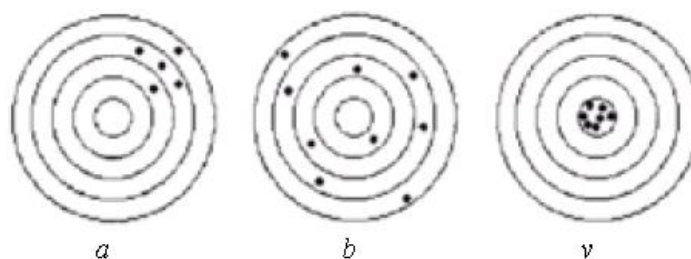
Sistematik va tasodifiy xatoliklar eng aniq o'lchov ishlarida ham kam miqdorda bor bo'ladi. Qo'pol xatoliklar kelib chiqishidan deyarli qochish mumkin va sifat darajasidagi ishlarda bu xatoliklarga yo'l qo'ymaslik kerak.

Sistematik xatoliklar o'lchov sistemasida odatiy xol xisoblanadi va xatolik sababi bilan yonma yon hosil qilinadi. Yakka sababga ko'ra xosil bo'lgan xatolik belgisi bir dona bo'ladi. Bir necha sabablarga ko'ra xosil bo'lgan xatoliklar bir-

birini kompensatsiya qiladi. Sistematik xatoliklar kelib chiqishiga sabablar uskunadan foydalanish, operatorning xato harakatlari, o'lchash metodi, atrof muhit ta'siri va h.k.

Tasodifiy xatoliklar bir xil yoki deyarli bir xil sharoitlarda xosil bo'lib, ular mexanik qo'zg'alishlar, haroratning tasodifiy o'zgarishi, tebranishlar, turli xil to'siqlar va h.k. Ehtimollilik xarakteriga ko'ra tasodifiy xatoliklar statistik metodlar yordamida baholanishi mumkin. Bazi bir umumiy metodlardan biri quyida ko'rib chiqilgan.

Xatoliklarni (sistematik va tasodifiy) ko'rib chiqish quyidagi misol tariqasida illyustratsiyalash mumkin (4.1-rasm).



4.1-rasm. Sistematik xatoliklar (*a*), tasodifiy xatoliklar (*b*), etiborsizlik xatoliklari illyustratsiyalangan o'q otish nishonlari (*v*).

Uchta odam nishonga  $n$  ta o'q otishadi. Birinchi mergan otgan o'qlar nishonning o'ng yuqori qismiga tegdi (4.1, *a* rasmga qarang). Nishonga tegishda o'rtacha adashish sistematik xatolik borligini bildiradi. Bu xatolik kelib chiqishiga sabab pritselning nosozligi, shamol, qurolning no'tog'ri joylashuvi va boshqalar bo'lishi mumkin. Bu xatolikning kelib chiqish sabablaridan qat'iy nazar xatolikdan qochish yoki pritselning regulirovkasiga o'zgartirishlar kiritish mumkin.

Ikkinchi mergan nishon maydoni bo'ylab barcha o'qlarni turli nuqtalariga tekkazganini ko'ramiz (4.1, *b* rasmga qarang). Bunday holatda otilgan o'qlar sistematik xatolikdan yiroqda, ammo kata tasodifiy xatoliklarga ega. Bu xatoliklar shamol kuchayishi, yomon holatdagi patronlar, o'q otuvchining malakasi pastligi va boshqa sabablar orqali yuzaga kelgan bo'lishi mumkin. Kelib chiqish sababidan qat'iy nazar bu xatolikni sozlashlar kiritish orqali chetlab o'tib bo'lmaydi. Bu xatoliklarni stasistik metodlar orqali hisobga olish va tavsiflash mumkin xolos.

Uchunchi mergan otgan o'qlari nishon markaziga aniq tekdi (4.1, v rasmga qarang). Bu holat o'zida o'q otish aniqilgini ko'rsatib, unda sistematik xatoliklar, o'qni xato otishdan holi va bir oz miqdorda tasodifiy xatolik mavjud.

Agar tasodifiy xatoliklar o'zida extimollilik xarakteriga ega bo'lsa, unda ularni tasodifiy kattaliklar tarzida tavsiflash mumkin. Shunga bo'g'liq xolda tasodifiy xatoliklar va ularni aniqlash metodlarini o'rganishdan oldin tasodifiy kattaliklarning asosiy xarakteristikalarini qisqacha eslatib o'tamiz.

*Tasodifiy kattalik* – deb tajriba vaqtida turli xil (tasodifiy) raqamli ko'rsatgichlarni yuzaga keltiradigan kattalikga aytiladi.

Tasodifiy kattaliklar diskret va uzluksiz turlari, ular tasodifiy kattalik faqat diskret ko'rsatgichga yoki ma'lum o'rnatilgan bir interval (yoki intervallar) vaqtidagi ko'rsatgichga bog'liq tarzda farqlanadi.

Tasodifiy kattaliklar taqsimlash qonunlariga asosan xarakterlanadi. Shunga ko'ra ikki qonun turi farqlanadi: integral differensial.

*Integralli taqsimlash qonuni* yoki *tasodifiy kattalikning integralli taqsimlash funksiyasi*  $F(x)$  tasodifiy  $X$  kattalik qiymati qaysidir mavjud  $x$  kattalikdan kichik bo'lishi aniq amalga oshish xodisasi bo'lishi mumkinligi bilan tavsiflanandi.

$$F(x) = P[X < x]. \quad (4.1)$$

*Integralli taqsimlash qonuni* – bu kamaymaydigan funksiya hisoblanib, bunda  $x = -\infty$  da nolga teng,  $x = +\infty$  da esa birga teng (ya'ni  $F(-\infty) = 0$ ,  $F(+\infty) = 1$ ).

Integralli taqsimlash funksiyasi – tasodifiy kattalik uchun eng universal xarakteristika hisoblanadi. Uni ham diskertli, ham to'xtovsiz kabi turli kattaliklarda qo'llash mumkin va tasodifiy kattalikni aniq bog'lanishimi to'liq ko'rsata oladi.

Uzluksiz tasodifiy kattalikni uzluksiz va differensiyalangan funksiya orqali taqsimlanishini differensial taqsimlash qonuni  $f(x)$  orqali topish mumkin:

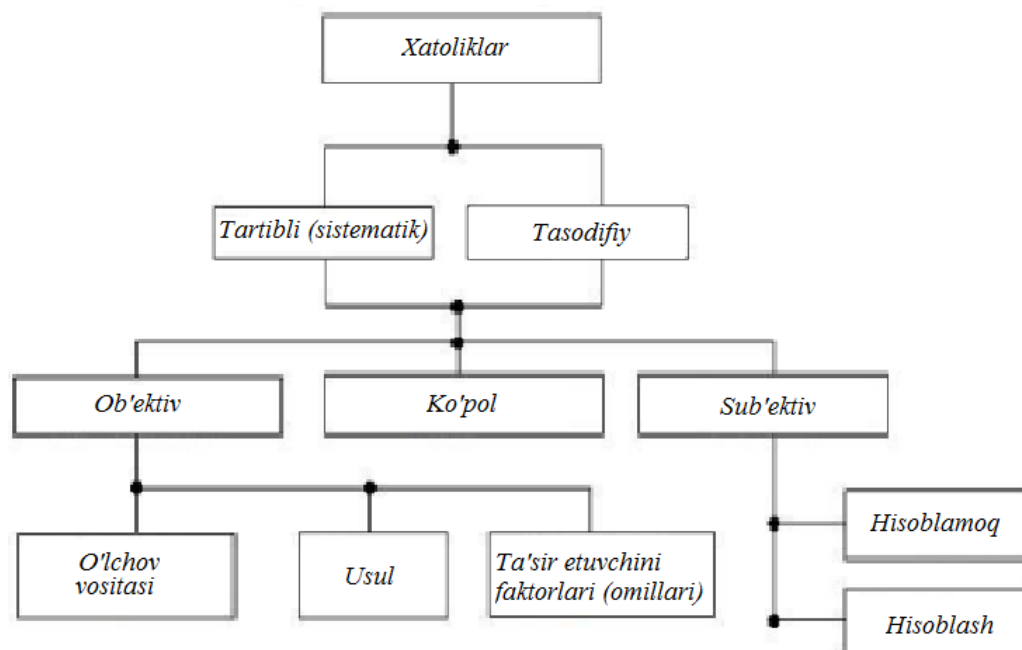
$$f(x) = F'(x) \quad (4.2)$$

Bu funksiya yana *tasodifiy kattalikning uzluksiz bo'lishini taqsimlash uzviyligi ham deyiladi*.  $f(x)$  funksiya quyidagi talabga bo'ysunadi:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \cdot dx = 1 \quad (4.3)$$

## 4.2. Xatoliklar klassifikatsiyasi

O'lchash xatoliklari klassifikatsiyasi varianlaridan biri 4.2-rasmda ko'rsatilgan



4.2-rasm. O'lchash xatoliklari klassifikatsiyasi

Xatoliklar va ularni klassifikatsiyasi tasvirlashda quyidagi terminlardan foydalanilgan.

*O'lchashning absolyut xatoligi* – bu o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy ko'rsatgichidan chetlashgan o'lchov natijasidir.

*O'lchash aniqligi* – bu o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy ko'rsatgichiga yaqin natijani aks etuvchi o'lchov sifati hisoblanadi.

O'lchash aniqligining yuqori bo'lishi ham sistematik, ham tasodifiy xatolikning barcha turlarida xatolikning kam bo'lishiga olib keladi.

Aniqlik miqdori nisbiy xatolik kattaligining teskari moduli bilan ifodalash mumkin. Masalan, agar o'lchov xatoligi  $10^{-3}$  ga teng bo'lsa, unda aniqlik  $10^3$  ga teng. Shuni takidlab o'tish kerakki tajribalarda qo'llanishda «o'lchash aniqligi» termini keng qamrovga topa olmadi va o'lchovlar natijalari xarakteristikasi uchun «aniqlilik» o'rniga «o'lchashlar xatoligi» ishlatilishi tavsiya etiladi.

O'lchash xatoligining *sistematik tashkil etuvchisi* – bu o'lchash xatoligi tashkil etuvchisi bo'lib, bir kattalikni bir marta yoki bir necha marta qayta o'lchanganda ham doimiy o'zgarmas bo'lib qoluvchiga aytiladi.

O'lchash xatoligining *tasodifiy tashkil etuvchisi* – bu o'lchash xatoligi tashkil etuvchisi bo'lib, yakka bir kattalikni bir necha marta qayta o'lchash natijasida turli tarzda o'zagruvchiga aytiladi.

O'lchashning *obyektiv xatoligi* - bu o'lchash xatoligi tashkil etuvchisi bo'lib, o'lchovchi operator harakatlariga taluqli emas.

O'lchashning *subyektiv xatoligi* - bu o'lchash xatoligi tashkil etuvchisi bo'lib, o'lchovchi operator harakatlariga taluqli bo'ladi.

*Qo'pol xatoliklar* – bu sistematik va tasodifiy xatoliklarni shartlarga asosan o'zini oqlay oladigan o'lchovlardan ko'ra qiymat jihatidan juda yuqori ko'rsatadigan xatoliklardir.

Bazida «qo'pol xatolik» termini o'rniga «adashish» terminidan foydalaniladi. Haqiqiy uslubiy qo'llanmada «adashish» termini yaa bir qancha ma'nolarda qo'llaniladi. Keyingi gaplarda adashish so'zi ostida qo'pol xatolikka ega bo'lgan o'lchov natijasini nazarda tutamiz.

Adashishlar doimgidek, operatorning asabiy harakatlari orqali yuzaga keladi, ammo bazida uskunaning nosozligi ham sabachi bo'lishi mumkin.har qanday holatda ham adashishlar o'lchov xarakteristikasi bo'la olmaydi va ularni tashlab yuborish zarur.

*Uskunaviy xatoliklar* – o'lchash xatoligi tashkil etuvchisi bo'lib, qo'llanilayotgan o'lchov vositasi xatoligi orqali yuzaga keladi (namunaviy va ishchi vositalar).

*Namunaviy o'lchov vositalari* – bular, kalibrovka, attestatsiya yoki boshqa o'lchash vositalarini tekshirishga mo'ljallangan va ular ishchi o'lchov vositasi sifatida qo'llanilmaydi.

Takidlab o'tish kerakki, *ishchi o'lchov vositalari* nafaqat ishda qo'llanilishi mumkin bo'lgan vositalar kiradi.



Yana shuni inobatga olib o'tish lozim, har doim amaliyotda faqat ishchi o'lchov vositalari xatoliklari hisobga olinadi. Namunaviy vositalar xatoligi kam va ularga asosan e'tibor berilmaydi. Namunaviy o'lchov vositalarini xatoliklari metrologik ishlar olib borilishida (kalibrovka, tekshirish, attestatsiya) yoki o'lchash natijalari yuqori talablar qo'yilgan vaqtda hisobga olinadi.

*Ta'sir etuvchi faktorlar ta'sirida hosil bo'ladigan xatoliklar* – bu o'lchash xatoligini tashkil etuvchisi bo'lib, o'lchash natijalariga ta'siri hisobga olinmagan tashqi omillardir, masalan haroratlar, atmosfera bosimi, havoning namligi, magnit maydon kuchlanganligi, tebranishlar va h.k. Elektr o'lchash jarayonlari o'tkazish vaqtida bunday ta'sir omillariga o'lchov zanjiridagi termo elektr yurituvchi kuch va bog'lanishlar qarshilik, o'lchanayotgan tokning qutblanishi yoki kuchlanish va h.k. misol bo'la oladi.

*Uslubiy xatoliklar* – bu o'lchash uslubiga xos bo'lgan xatolik hisoblanadi va o'lchov vositalarining xatolariga bog'liq bo'lmaydi.

*Qiymat xatoliklari* - bu o'lchash vositalari ko'rsatgichlarini qayd etish vaqtida yuzaga keladigan xatoliklardir. Odatda bu xatoliklar kam bo'ladi yoki umuman bo'lmaydi (masalan, raqamli uskunalarda ishlatilishida).

*Hisobiy xatoliklar* – bu o'lchash olib borilgandan so'ng olingan ma'lumotlarga asosan so'ngi hisoblash natijalarida yuzaga keladigan xatoliklar. Bu xatoliklar yuz berishi mumkin bo'lib, masalan, operatorning noto'g'ri harakatlari tufayli bevosita o'lchash olib borilishi.

So'nngi ikki xatoliklar kelib chiqishi va boshqa xatoliklardan ajratilishi psixologik subyektiv omillar doirasiga tegishli va qo'llanmalarda chuqur ko'rib chiqilmaydi. Ammo ta'kidlash joizki bu xatoliklar o'lchashlar xatoliklari aniqlanayotgan vaqtda hisobga olinadi va sistematik hamda tasodifiy qismlar tarkibiga kiradi.

### 4.3. Xatoliklarning miqdoriy xarakteristikalari

Quyida eng zaruriy miqdoriy xatoliklar xarakteristikalar keltirilgan.

1. *Absolyut xatolik* - o'lchanayotgan kattalikning o'lchash asbobida o'lchangan qiymati  $x$  bilan shu kattalikning namuna asbobi yordamida aniqlangan haqiqiy qiymati  $x_0$  orasidagi ayirma bilan aniqlanadigan qiymat  $\Delta$  bo'lib u quyidagicha hisoblanadi.

$$\Delta = x - x_0 \quad (4.4)$$

Bundan tashqari absolyut sistematik xatolik  $\Theta$ , absolyut tasodifiy xatolik  $\varepsilon$ , absolyut metodogik xatoliklar  $\Theta$  va h.k. lar bor. Quyida har bir xatolikni aniqlash ko'rsatilgan. Absolyut xatoliklar ham o'lchanayotgan kattalik kabi miqdorga ega.

2. Nisbiy xatolik –  $\Delta$  absolyut xatolikning o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga  $x_0$  nisbati bilan aniqlanadigan qiymatdir  $\delta$ :

$$\delta = \frac{\Delta}{x_0} \cdot 100\% \quad (4.5)$$

Shunga ko'ra nisbiy sistematik, tasodifiy, metodogik va boshqa xatoliklar mavjud. Oddiy holatda nisbiy xatoliklar foizlarga ifodalanadi, ammo nisbiy kattaliklarda ham ifodalash mumkin.

(4.5) formula mahrajidagi  $x_0$  ning RMG 29-99 [3] da tavsiya qilingan miqdorga foydalaniladi. Chunki  $x_0$  ning haqiqiy qiymati har doim ham aniq emas, shuning uchun o'lchanayotgan kattalikning mavjud qiymati  $x_D$  ishlatilishi mumkin. GOST 8 401-80 [2] davlat standarti formula mahrajida  $x$  ( $x_0$  yoki  $x_D$  o'rniga) natijaviy niqdorini qo'yishga ruhsat beradi. Amaliyotda  $x$  qachonki o'lchanayotgan kattalik  $x_0$  haqiqiy qiymati va uni o'rnini bosadigan  $x_D$  mavjud qiymati noma'lumbo'lgan holatlarda ishlatiladi.

3. O'lchov vositasining keltirilgan xatolikgi  $\gamma$  absolyut xatolik  $\Delta$  ning qiynati  $x_N$  bo'yicha normal ko'rsatgichga munosabati bilan aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_N} \cdot 100\% \quad (4.6)$$

Odatda  $x_N = x_k$ , bu yerda  $x_k$  shkalaning yuqori chegarasi (shunga asosan uskunaning nol miqdori shkalaning boshida bo'lishi lozim).

$x_N$  normal ko'rsatgichni agar nol miqdori o'lchiv diapazoni ichida bo'lsa unda, foydalanilayotgan uskunaning o'lchov chegarasini katta qiymati yoki o'lchov chegarasi modullarini katta qiymati olinishi tavsiya etiladi.

Elektr o'lchov asboblari uchun normal qiymat  $x_N$  o'lchiv chegarasi modullarining qiymatiga teng ravishda o'rnatilishiga yo'l qo'yiladi.

Fizik kattaliklarni o'lchash, shkalasida shartli ravishda nolga ega bo'lganni uchun normadagi qiymatini o'lchash chegaralari turli modullarga teng miqdorda o'rnatiladi (yanada aniqroq ma'lumotlar GOST 8.401-80 [2]). Ko'rib o'tilgan xatoliklar faqat o'lchov vositalari aniq tarkibiy xususiyatlarini o'rganishda ishlatiladi (o'lchash natijasi keltirilgan xatoligi kabi tushuncha ishlatilmaydi). O'lchov vositalari keltirilgan sistematik vatasodifiy xatoliklari ko'rib chiqilishi mumkin. Keltirilgan xatoliklar asosan foizlarda ifodalanadi, lekin nisbiy kattaliklarda ham ifodalanishi mumkin.

Xulosa o'rnida shuni aytib o'tamizki to'g'ri olib borilgan tashkillashtirilgan o'lchashlarda qo'pol xatoliklar kommunikatsion xatoliklar, faktorlar ta'siridan holi bo'lishi va uslubiy jihatdan uskunalarining xatoliklaridan kam bo'lishi zarur. U holda aniqlik kiritilishi uskunalar xatoligidan topiladi (yoki o'lchash uskunalari xatoligi – deb atalishi mumkin).

Shu bilan birgalikda o'lchov vositalari (O'V) da xatolik kerakli ammo yagona bo'lmagan xususiyat hisoblanadi. Qo'shimcha tarzda quyida O'V ning standartlarga asoslangan boshqa xususiyatlari keltirilgan.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Sistematik xatoliklar deb nimaga aytamiz?
2. Xatoliklarni turlari?
3. O'lchash xatoliklari klassifikatsiyasi?
4. Ta'sir etuvchi faktorlar ta'sirida hosil bo'ladigan xatoliklar?
5. Xatoliklarni xisoblashdan maqsad?

## 5. O'lchov xatoliklarni tafsvivnomasi

### 5.1. Statistlik harakteristikalari

Bo'glanish sistematik xarakteristikasi (bo'glanish funksiyasi) –kiruvchi « $x$ » va chiquvchi « $u$ » orasidagi funksional bog'liqlik:

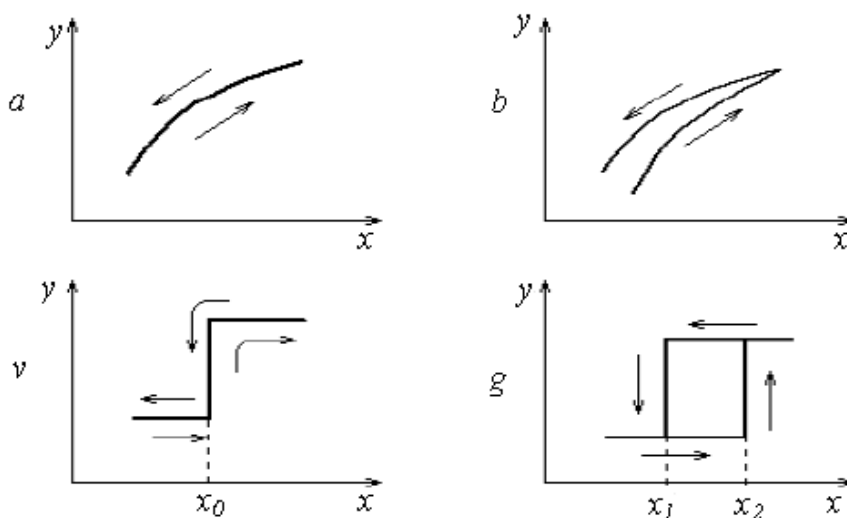
$$y = f(x). \quad (5.1)$$

Bu bog'liqlikni, o'lchov vositasi ishlash asosiga qo'yilgan ko'rinishga bo'ysinuvchi qonun (yoki qonunlar) ifodalashi mumkin. Ba'zi holda chiquvchi kattalik faqatgina o'lchanayotgan kattalik  $x$  ga bog'liq bo'libgina qolmay, balki boshqa bir qator ta'sir etuvchi omillarga  $z_1, z_2, \dots, z_n$  o'lchov vositasi o'lchov natijasining buzulishiga olib keluvchi to'siqlarga ahamiyat bog'liq. Bunday holatda:

$$y = f(x, z_1, z_2, \dots, z_n). \quad (5.2)$$

Ko'rinib turibdiki, o'lchov vositasiga ta'sir etuvchi tashqi omillar  $z_1, z_2, \dots, z_n$  ni yo'qotish yoki kamaytirish lozim. Bunga o'lchov vositasini to'siqlar, ularning kompensatsiyasi, stabilizatsiyasi va boshqalardan izolyatsiyalash va ta'sirdan saqlash choralarini ko'rilishi orqali erishiladi.

Bog'liqlikning statistik harakteristikasi analogli va diskert, gisterezisli va gisterezisiz bo'lishi mumkin (5.1-rasm).



5.1-rasm. O'lchov vositalarining bog'liqlik statistik xarakteristikalari:

$a$  – gisterezisiz analogli;  $b$  – gisterezisli analogli;

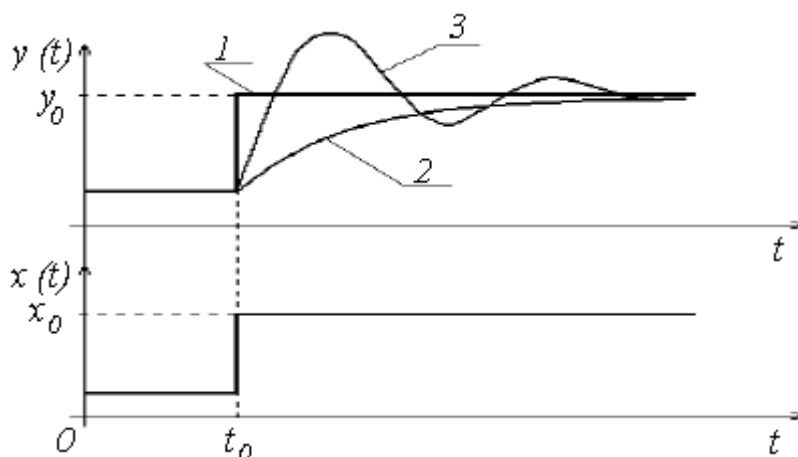
$v$  – diskert gisterezisiz;  $g$  – diskert gisterezisli;

$x_0, x_1, x_2$  –  $x$  kattaligining qiymati,  $y$  kattalik o'zgarishi sakrashli bo'lganda.

## 5.2. Dinamik xarakteristikalar

Dinamik xarakteristika o'lchov vositalarining tezkorligini aniqlaydi va turli ko'rinishda ifodalanadi: o'tkinchi jarayon, o'tkazuvchan funksiya, chastotali xarakteristika va boshqalar ko'rinishida.

*O'tkinchi xarakteristika* – bu o'lchanayotgan kirish signalining sakrashli o'zgarishga ko'ra chiqish signaliga bog'liqligi. O'tkinchi xarakteristikalar ba'zi turlari 5.2-rasmda keltirilgan.



5.2-rasm. O'lchov vositalari o'tkinchi xarakteristikalari:

- 1 – ideal (inersinsiz) xarakteristika; 2 – birinchi navbat davriy bo'lmagan xarakteristika; 3 – davriy (tebranishli) xarakteristika.

*O'tkinchi funksiya*  $W(p)$  – boshlang'ich nol shartlarda kirish va chiqish signallarini Laplas tasviriga asosan munosabati.

$$W_{(p)} = \frac{y(p)}{x(p)}, \quad (5.3)$$

bu yerda :  $u(r)$  – Laplas tasviri chiqish signali;

$x(r)$  – Laplas tasviri kirish signali;

$r$  – o'zgaruvchan kompleks kattalik.

$$y(p) = \int_0^{\infty} y(t) \cdot e^{-pt} \cdot dt, \quad (5.4)$$

$$x(p) = \int_0^{\infty} x(t) \cdot e^{-pt} \cdot dt, \quad (5.5)$$

bu yerda:  $u(t)$ ,  $x(t)$  – haqiqiy SI chiqish va kirish signallari.

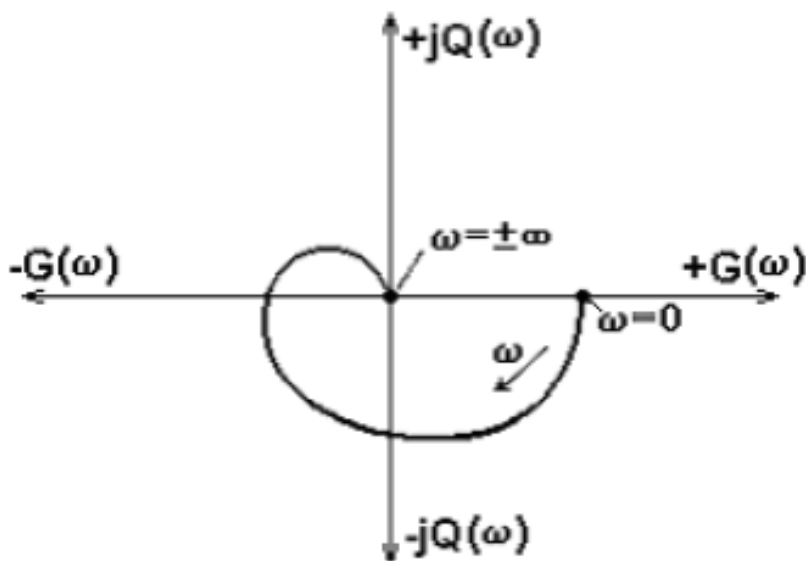
Amplituda – fazali xarakteristika  $W(j\omega)$  – qoidaga asosan oʻtkinchi funksiyadan olish mumkin  $W(r)$  « $r$ » ni mavhum « $(j\omega)$ » kattalikga almashtirish orqali olinadi, buyerda  $j = \sqrt{-1}$  – mavhum birlik;  $\omega = 2\pi f$  – burchak chastota;  $f$  – koʻrib chiqilayotgan signallar davriy chastotasi.

Amplituda – fazali xarakteristikaning algebraik qayd formasi:

$$W(j\omega) = G(\omega) + jQ(\omega) \quad (5.6)$$

bu yerda  $G(\omega)$  – moddiy qismi;  $jQ(\omega)$  – mavhum qismi.

Moddiy va mavhum qismlar orqali amplituda – fazali xarakteristika grafigi qurilishi mumkin(5.3-rasm).



5.3-rasm. Oʻlchov asboblari amplituda – fazali xarakteristikasining oddiy koʻrinishi

Amplituda – chastotali xarakteristika alohida oʻlchov vositalari dinamik tarkibini tavsiflashda nisbata kam qoʻllaniladi. Bu xarakteristikalar avtomatik sistemalarning barqarorlik analizida koʻproq ishlatiladi (tarkibiga oʻlchov vositalari ham kiradi, madalan datchiklar).

Amplituda – chastotali xarakteritika koʻrsatmali qayd shakli quyidagi koʻrinishda

$$W(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{j\varphi(\omega)} \quad (5.7)$$

bu yerda :  $A(\omega)$  – amplituda – chastotali xarakteristika;

$\varphi(\omega)$  – faza –chastotali xarakteristika.

Amplitudali parametr – faza xarakteristikasi o'zida algebraik va ko'rsatkichli shakllar qaydlari orasidagi munosabatga bog'liq

$$A(\omega) = \sqrt{[G(\omega)]^2 + [Q(\omega)]^2} \quad (5.8)$$

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Q(\omega)}{G(\omega)} \quad (5.9)$$

Misol tariqasida davriy bo'lmagan birinchi navbatdagi dinamik vositalarning xususiyatllari keltirilgan.

Davriy bo'lmagan dinamik vositalar birinchi navbatdagi o'tkazuvchi funksiyasi quyidagi ko'rinishda

$$W(p) = \frac{K}{Tp + 1} \quad (5.10)$$

bu yerda:  $K$  – statik uzatma koeffitsienti;  $T$  – doimiy vaqt.

Bundan statik o'tkazuvchi koeffitsient quyidagi tenglikdan topiladi:

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (5.11)$$

bu yerda :  $\Delta u$  – chiqish kattaligini kengayishi;  $\Delta x$  – kirish kattaligining kengayishi.

$T$  vaqtning doimiy qiymatini ko'rsatmaga asosan adabiyotda va o'quv qo'llanmasida keltirilganiga ko'ra topish mumkin.

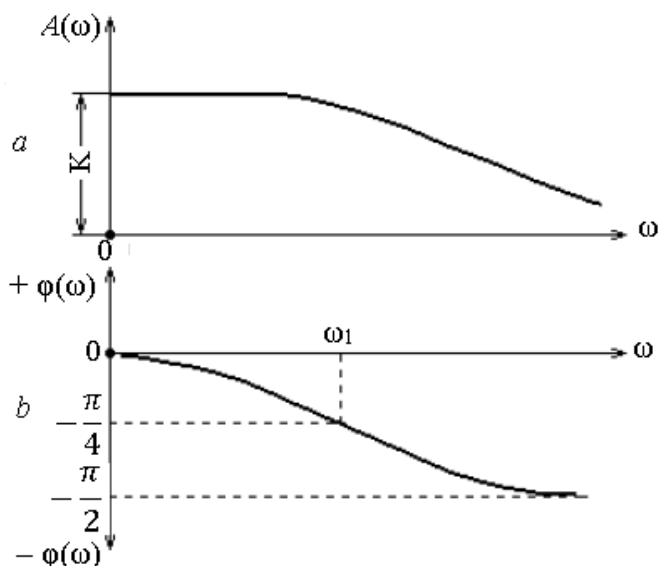
Bundan tashqari bu masala quyidagi harorat datchiklarini tarkibi o'rganilishi vaqtida ko'rib chiqiladi.

Amplituda-chastotli va faza chastotali o'tkazuvchi funksiya parametrix bilan xarakteristikarini bog'lovchi analitik ifoda quyidagi ko'rinishga ega:

$$A(\omega) = \frac{K}{\sqrt{\omega^2 T^2 + 1}} \quad (5.12)$$

$$\varphi(\omega) = \arctg T. \quad (5.13)$$

(5.13) ifoda uchun bog'liqliklar grafiklari 5.4-rasmda keltirilgan



5.4-rasm. Amplituda-chastotali (a) va faza-chastotali (b) xarakteristikalar grafigi.

Ko'rsatilgan xususiyatlar ( va grafiklari) o'lchov vositasi kirish signali chastotasi o'sishi bilan chiqish signali amplitudasi kamayadi, uning fazasi kattalashadi ( $\omega \rightarrow \infty \varphi(\omega) \rightarrow (\pi/2)$  ga asosan) va  $A(\omega) \rightarrow 0$ ).

### Nazorat uchun savollar

1. O'lchov vositalarining bog'liqlik statistik xarakteristikalarini?
2. O'lchov vositalarining dinamik xarakteristikasi?
3. O'lchov asboblari amplituda – fazali xarakteristikasi?
4. Amplituda – chastotali va faza – chastotali xarakteristika grafigini farqi?

## 6. Temperatura (temperatura) datchiklari va umumiy ma'lumotlar

Temperatura deganda (temperature - tegishli muhit temperaturasi) termodinamik tizimni tavsiflovchi va miqdor issiq organlari darajalari har xil intuitiv tushunchasini ifodalovchi fizik miqdor.

Temperatura – texnologik jarayonlarning muhim parametrlari bo'lib, amalda ham past, ham yuqori temperaturalar bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi.



Temperatura o'lchaydigan asbobni 1598 yilda Galiley birinchi bo'lib tavsiya etgan. So'ngra M.V.Lomonosov, Farengaylar termometr ishlab chiqishdi.

O'lchov va vaznlar bo'yicha 1960-yilda o'tkazilgan XI xalqaro konferensiya qarorlarida ikki temperatura shkalasi: Kelvin gradusi ( $^{\circ}\text{K}$ ) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan termodinamik shkala va Selsiy gradusi ( $^{\circ}\text{C}$ ) o'lchov birligi bilan o'lchanadigan xalqaro amaliy shkalalarning qo'llanishi ko'zda tutilgan. Kelvin termodinamik shkalasidagi pastki nuqta – absolyut nol nuqta (K) bo'lib, yagona eksperimental asosiy nuqta esa suvning uchlik nuqtasidir. Bu nuqtaning son qiymati  $273,15^{\circ}\text{K}$ . Suvning muz, suyuq, gaz fazalaridagi muvozanat nuqtasi bo'lgan suvning uchlik nuqtasi muzning erish nuqtasidan  $0,01\text{ K}$  yuqoriroq turadi. Termodinamik temperatura T harfi bilan, son qiymatlari esa  $^{\circ}\text{K}$  bilan ifodalanadi.

Amaliy o'lchashlarda ishlatiladigan xalqaro amaliy temperatura (temperatura) shkalasi termodinamik shkala ko'rinishida ishlangan. Bu shkala kimyoviy toza moddalarning bir qadar oson tiklanadigan o'zgarmas qaynash va erish nuqtalari asosida tuzilgan. Ularning sonli qiymati gazli termometrlar orqali aniqlangan bo'lib, Xalqaro amaliy temperatura shkalasi o'lchov va vaznlar bo'yicha o'tkazilgan XI umumiy konferensiyada qabul qilingan.

Xalqaro amaliy shkala bo'yicha o'lchanadigan temperatura t harfi bilan, sonli qiymati esa  $^{\circ}\text{C}$  belgisi bilan ifodalanadi. Absolyut termodinamik shkala bo'yicha ifodalangan temperatura bilan shu temperaturaning xalqaro shkala bo'yicha ifodasi orasidagi munosabat quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$T=t+273,15 \quad (6.1)$$

Bu erda  $T$ -absolyut termodinamik shkaladagi  $K$  temperatura;  $t$ -xalqaro amaliy shkaladagi  $^{\circ}\text{C}$  temperatura.

Angliya va AQSH da 1715-yilda taklif qilingan Farengeyt shkalasi ( $^{\circ}\text{F}$ ) qo'llaniladi. Bu shkalada ikki nuqta: muzning erish nuqtasi ( $32^{\circ}\text{F}$ ) va suvning qaynash nuqtasi ( $212^{\circ}\text{F}$ ) asos qilib olingan. Xalqaro amaliy shkala, absolyut (mutloq) termodinamik shkala va Farengeyt shkalasi bo'yicha hisoblangan temperatura munosabati quyidagicha:

$$t^{\circ}\text{C}=T^{\circ}\text{K}-273,15=0,556(n^{\circ}\text{F}-32) \quad (6.2)$$

Oldin 1968-yilda qabul qilingan va 1971-yil, 1-yanvardan majburiy joriy etilgan Xalqaro amaliy temperatura shkalasi (XAHSH-68) qo'llaniladi. XAHSH-68 temperaturani 13,81 dan 6300°K gacha oralig'da o'lchashni ta'minlaydi.

Zamonaviy termometriya o'lchashning turli usul va vositalariga ega. Har bir usul o'ziga xos bo'lib, universallik xususiyatiga ega emas. Berilgan sharoitda optimal o'lchash usuli o'lchashga qo'yilgan aniqlik sharti va o'lchashning davomiyligi sharti, temperaturani qayd qilish va avtomatik boshqarish zarurati yordamida belgilanadi.

Nazorat qilinadigan muhitlar tashqi sharoitni o'zgartirganda Fizik xossalarning agressivligi va turg'unligi darajasi bilan suyuq, sochiluvchan, gazsimon yoki qattiq bo'lishi mumkin.

Temperatura o'lchash asbobi ishlash prinsipiga qarab, quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1. **Kengayish termometrlar.** Bu termometrlar temperatura o'zgarishi bilan suyuqlik yoki qattiq jismlar hajmining chiziqli o'lchamlarning o'zgarishiga asoslangan.

2. **Manometrik termometrlar.** Bu asboblarda moddalar hajmi o'zgarish bilan bosimning o'zgarishiga asoslangan.

3. Temperatura ta'sirida o'zgaradigan termoelektr yurituvchi kuchning o'zgarishiga asoslanib ishlovchi termometrlar **termoelektr termometrlar** hisoblanadi.

4. O'tkagich va yarimo'tkazgichlarning temperaturai o'zgarishi sababli elektr qarshilikning o'zgarishiga asoslanib ishlovchi termometrlar **qarshilik termometrlari** deyiladi.

5. **Nurlanish termometrlari.** Ular orasida eng ko'p targa: a) optik pirometrlar-issiq jismning ravshanligini o'lchash asbobi; b) rangli pirometrlar (spektral nisbat pirometrlari)-jismning issiklikdan nurlanishi spektridagi energiyaning taqsimlanishini o'lchashga asoslangan; s) radiatsion pirometrlar-issiq jism nurlanishning quvvatini o'zgarishiga asoslangan. Nurlanish termometrlari temperaturani kontaktsiz o'lchash usuli asosida ishlaydi.

Temperaturani o'lchashda ishlab chiqarish sanoat tashkilotlarida temperaturani o'lchash vositalaridan foydalanish chegaralari 6.1-jadvalda keltirilgan.

6.1-jadval

Ishlab chiqarish sanoat temperaturasini o'lchash vositalaridan foydalanish chegaralari

O'lchash vositasi turi	O'lchash vositalarining turli-tumanligi	Davomli foydalanish	
		3	4
1	2	3	4
Kengayish termometrlari	Suyuqlik termometrlari	-200	750
	Dilatometrik va bimetalli termometrlar	-150	700
Monometrik termometrlar	Gazli	-150	1000
	Suyuqlikli	-150	600
	Bug'-suyuqlikli (kondensatsion)	-50	300
Termoelektrik termometrlar	Termoelektrik termometrlar	-200	2500
Qarshilik termometrlari	Metall (o'tkazgichlik) qarshilik	-260	-1100
	YArimo'tkazgichli qarsh. term-r	-272	600
Metall			
Pirometrlar	Kvazimonoxromatik pirometrlar	700	6000
	Spektral nisbatli pirometrlar	300	2800
	To'liq nurlanish pirometrlari	50	3500

Temperaturani o'zgartirish uchun kontakt usullari qo'llaniladi. Kontakt usullarini o'lchashini amalga oshirish uchun kengaytirilgan termometrlar (shishali, suyuqlik, manometrik, bimetallic va dilatometrik) va xarorat o'zgartkichlar ishlatiladi. Xaroratni kontaktsiz o'lchash pirometrlar (kvazimonoxromatik, spektral nisbat va to'liq nurlanish) orqali amalga oshiriladi.

O'lchashni kontakt metodlari kontaktsizlarga nisbatan o'ta oddiyligi va aniqligi bilan ajralib turadi. Biroq xaroratni o'lchash uchun o'lchanadigan muxit va jism bilan bilvosita kontakt kerak bo'ladi. Natijada, bu bir tomondan o'lchash

joyidagi muxit xaroratini buzilishini keltirib chiqarsa, boshqa tomondan sezgir element va o'lchanayotgan muxitni xaroratlarini mos kelmasligi sabab bo'ladi.

O'lchashni kontaktsiz metodlari jism va muxit xaroratiga xech qanday ko'rsatmaydi. Biroq ular murakkabdir va ularni metodik xatoliklari kontakt metodlariga nisbatan ancha kattadir.

Termometr va termoo'zgartkichlarni seriyali ishlab chiqarish -260 dan 2200 °C gacha egallagan. Xaroratni kontaktsiz vositalari esa xarorati 20 dan 4000 °C gacha diapazonda seriyali ishlab chiqariladi.

### **6.1. Shishali termometrlar**

Bunday xarorat o'lchagichlarni ishlash prinsipi xaroratni suyuqlik moddasini kengayishiga nisbatan asoslanadi. Ular yuqori aniqlik, qurilmaning oddiy tuzilishi va arzonligi bilan ajralib turadi. Ammo, shishali termometrlar tez sinuvchan, qoidaga ko'ra, remont qilib bo'lmaydigan, ko'rsatkichini uzoqqa etkazish mumkin bo'lmaydi.

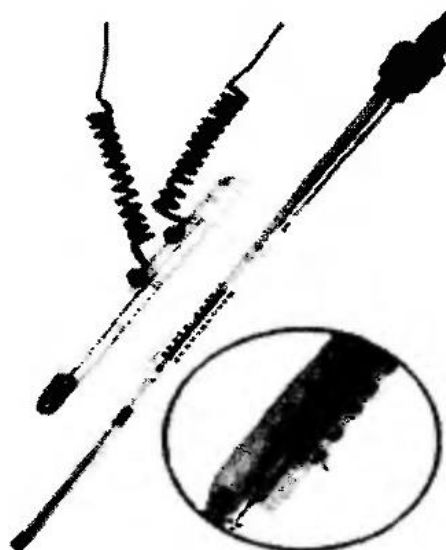
Konstruksiyasini asosiy elementlari kavsharlangan rezervuar unga odatda termometrik suyuqlik quyiladi va shkalaga ega.

Konstruktiv jixatdan shisha shkalali yog'och termometrlari bo'ladi. Yog'och termometrlarda shkala bilvosita yo'g'on shishali kapilyar yuzasiga keltiriladi. Kapilyar shkalasi solingan va shkala plastinkali termometrlar rezervuarga kavsharlangan himoya qobig'iga ega bo'ladi.

SHishali kengayadigan termometrlar 100 dan 600 °S gacha xaroratni o'lchash uchun ishlab chiqarilmoqda. SHuningdek, berilgan xaroratni ushlab turish uchun yoki signilizatsiya uchun mo'ljallangna elektrokontaktli termometrlardan foydalanib kelmoqda. Termometrlar topshiriqli doimiy kontaktga (TTK) yoki qo'zg'aluvchi kontaktli (TQK) qilib ishlab chiqarilmoqda.

Termometrlarning ko'rsatkichlarini anqligi uning qurilmalarini to'g'riligiga bog'liq bo'ladi. Qurilmaga qo'yilgan asosiy talablardan biri o'lchanayotgan vositani termoballonga nisbatan issiqlik oqimi uchun o'ta qulay sharoitni va tashqi

muxitda termometrni qolgan qismlaridan issiqlikni olib ketishni juda pastligini ta'minlaydi. Termometrni katta qismlari himoya qisqichlarga o'rnatiladi.



6.1-rasm. Elektrokontakt termometrlar

## 6.2. Manometrik termometrlar

Manometrik termometrlar statsionar sharoitlarda suyuq va gaz ko'rinishdagi neytral muxit xaroratini uzluksiz masofaviy o'lchash uchun mo'ljallangan.

YOpiq xajmda ishchi vositalarni bosimi (xajmi) o'lchashga asoslangan ishlash prinsipi xaroratning sezgir elementiga bog'liq. Manometrik termometrlarni asosiy qismlari termoballon (sezgir element), kapillyar va asbobni strelkasiga bog'langan deformatsion manometrik o'zgartkichlar xisoblanadi.

Vositalarni agregat xolatiga, to'ldiradigan sistemasiga bog'liq holda termometrlar suyuqli, gazli va bug'-suyuq (kondensatli) turlariga bo'linadi. To'ldiruvchi termosistem sifatida gaz manometrik termometrlarda - azot, suyuq termometrlarda - polimtiloksan suyuqliklar va bug'-suyuq (kondensatli) vositalarda atseton, metil xlorist, freon lar qo'llaniladi.

Nazorat qilinayotgan muxitni xaroratini o'zgartirish termoballon orqali to'ldiriladigan qabul qilinadi va tortuvchi va nisbiy shkalani strelkasi siljiydigan sektor yordamida manometrik trubkali prujina ta'siri ostida bosimni o'zgarishini o'zgartiradi.

Manometrik termometrlar funksiyasini bajarishga ko'ra termometrlar ko'rsatadigan, kombinatsiyalangan, kontaktsiz, telemetrik uzatish uchun qurilmaga ega bo'lish, signalizatsiya, rostdash yoki ularsiz bo'lgan qurilmalarga bo'linadi.



6.2-rasm. Manometrik termometr

Korpus bilan termoballonni ulash usuliga ko'ra termometrlar shu yerdagi va masofali turlariga bo'linadi. O'ziyozar termometrlarni qayd qilish maydoni va diagramma formasiga ko'ra diskli va lentali turlariga bo'linadi. O'ziyozar termometrlarni diagrammali lentalarni qo'zg'alishi uchun mexanizm turlariga ko'ra soatli yoki elektr yuritmal bo'ladi.

Manometrik termometrlarni ustunliklaridan energiyani qo'shimcha manbasidan foydalanish uchun xaroratni o'zgarish imkoniyati, konstruksiyani qiyosiy soddaligi, ko'rsatkichni avtomatik qayd etish imkoniyati, portlash xavfi yo'qligi, tashqi magnit maydonga ta'siri yo'qlardir.

Kamchiliklariga: o'lchashni nisbatan uncha yuqori bo'lmagan aniqligi, o'lchash tizimini germetikligini buzilishida remont qilishini qiyinchiligi, kapillyarni past mustaxkamligi, ko'rsatkichning distansion uzatishni kichik masofasi, muxim inersionligi xisoblanadi.

Manometrik termometrlarni ososiy turlari:

TPG – 100 Ek, TPG- 100 Sg – gazli ko'rsatuvchi signalizatsiyali;

TKP – 100, TKP – 160 – kondensatsion ko'rsatuvchi;

TJP – 100 – suyuqlik ko‘rsatuvchi;

TGP – 100 – gazli ko‘rsatuvchi.

### **6.3. Qarshilik termoo‘zgartkichlari**

Qarshilik termoo‘zgartkichlari 260 dan 750 °C gacha bo‘lgan chegarad xaroratni o‘zgarishi uchun qo‘llaniladi. O‘tkazgichni xususiyatiga asoslangan ishlash prinsipi xaroratni o‘zgarishi bilan o‘zining elektr qarshiligi o‘zgaradi. Qarshilik termoo‘zgartkichlarini asosiy qismlari sezgir element, ximoya armatura va biriktiruvchi simlar va ulash uchun qisqichli o‘zgartkichlar qalpoqlar xisoblanadi. Misli termoo‘zgartkichlarni sezgir elementlari emalli izolyasiya qobig‘ karkasga o‘ralgan bifilyar sim yoki karkassiz yupqa devorli metal qobig‘li simga ega bo‘ladi. himoya armaturaga sezgir element joylashtiriladi.

Platinali sim izolyasiya qatlamiga ega bo‘lmaydi. Shuning uchun platinali spirallar keramik poroshokka to‘ldirilgan keramik karkasni yupqa kanallariga mo‘ljallangan. Bu poroshok izolyator vazifasini bajarib, kanallardagi sipirallar holatini belgilashni amalga oshiradi va tarmoqlar orasidagi qisqa tutashuvlarga to‘sqinlik qiladi.

Qarshilik termoo‘zgartkichlari 260 dan 1100 °S gacha diapazonda xaroratni o‘lchash uchun ishlab chiqariladi va quyidagicha moslangan. Yuklanadigan va yuzali, statsionar va ko‘chma; germetik bo‘lmagan va germetik, oddiy, changdan himoyalangan, suvdan himoyalangan, portlashdan himoyalangan, agressiv muxitdan ximoyalangan va tashqi ta’sirlarga ega qilib, kichik inrsion, o‘rta va katta inretsionlik, oddiy va titrash qurilmali, bittalik va ikkitalik, 1-3 aniqlik sinfi qilib ishlab chiqariladi.

Qarshilik termoo‘zgartkichlari quyidagi o‘zgartirishning nominal statikali xarakteristikali qilib ishlab chiqariladi: platinali - 10P, 50P, 100P, misli - 10M, 50M, 100M. Xarakteristikani shartli belgisini soni 0°C da termoo‘zgartkichlarni qarshiligini ko‘rsatadi.

Ustunligini soniga ko'ra yuqori aniqlik va o'zgartkich xarakteristikasini stabiligi, kriogen xaroratini o'lchash imkoniyati, ko'rsatkichni masofali uzatish va avtomatik himoya qilishni amalga oshirish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Kamchiligi sifatida esa ob'jekt nuqtasida xaroratni o'lchashga yoki individual ta'minot manbai, muxim inertlik talab qilinadigan o'lchaydigan vositaga mo'ljallanmagan sezgir elementining katta xajmga ega bo'lidir.



6.3-rasm. Qarshilikli termoo'zgartkich

#### 6.4. Termoelektrikli o'zgartgichlar

Termometr termoelektrikli sezgir elementlar ikkita turli xil metallardan yasalgan o'tkazgich (sim) yoki oxirgi nuqtalari o'zaro birlashtirilgan yarimo'tkazgich ko'rinishiga ega bo'ladi. Termo elektrikli o'zgartgich Zeebek effekti asosida ishlaydi ya'ni- turli xaroratgacha qizdiriladigan birlashtirilgan ikkita turli xil metallardan tashkil topgan konturda termo EYUK ni paydo bo'lishiga asoslangan. Birlashirilgan o'tkazgichni birini xaroratini doimiy ushlab turishida termo EYUK ni qiymati bo'yicha mumkin. Temperaturai doimiy bo'ladigan birlashgan simni sovuq, ikkinchi bevosita birlashtiriladigan ulanmani esa issiq deb nomlashga kelishilgan.



Termoelektrikli o'zgartgichlarni nomlashda dastlabli o'rinda musbat ishorali, keyin esa -manfiy ishorali termoelektrodlarni qo'yishga kelishib olingan,

Termoelektrikli o'zgartgichlar quyidagi turlardan tayyorlanadi:

TVR – volframli termoo'tkazgich;

TPR – platinali termoo'zgartgich;

TPP – platina-platina termoo'zgartgich;

TXA – xromel-alyuminli termoo'zgartgich;

TXK – xromel-kopelli termoo'zgartgich;

TMK – mis-kopelli termoo'zgartgich.

Termoo'zgartgichlar farqlanadi:

O'lchanadigan muhit kontakt usuliga ko'ra – yuklangan, yuzaki;

- ekspluatatsiya shartlariga ko'ra – statsionar, ko'chma, bir marotaba, ko'pmarotaba va qisqa vaqt foydalaniladigan;

- atrof muxitni ta'siridan himoyasiga ko'ra – odatiy, suvdan himoyalangan, agressiv muhitdan himoyalangan, portlashga xavfsiz, va boshqa mexanik ta'sirlardan himoyalangan;

- o'lchanadigan atrof-muhitni germetikligiga ko'ra – nogermetik va germetik;

- termopara soniga ko'ra – yakkali, juftli va uchta;

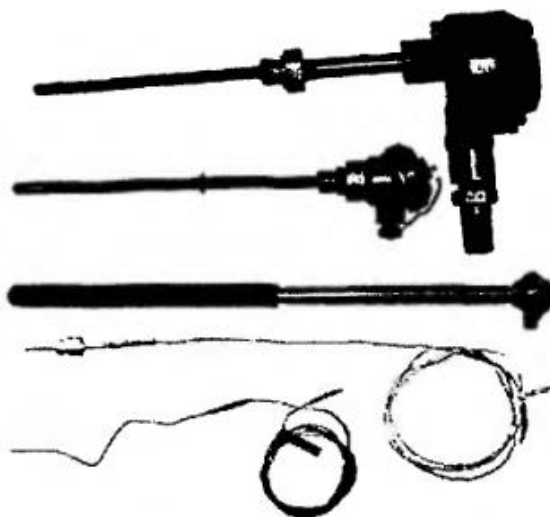
- zon soniga ko'ra – bir zonli va ko'p zonli.

Agar sovuq spayni temperaturaini doimiy ta'minlab turilsa, u holda termo EYUK faqatgina termo o'zgartgichning ishchi oxirini qizdirish darajasiga bog'liq bo'lib qoladi. Temperaturaning mos birliklarida o'lchov asbobni darajalash imkonini beradi. Darajalangan qiymatdan erkin uchlar temperaturaini og'ishi 0 °C ga teng, ikkilamchi asbobni ko'rsatgichi mos to'g'irlashga kiritiladi. Erkin uchlar temperaturai to'g'rilash qiymatini bilish uchun hisobga olib boriladi.

Termoo'zgartgichning erkin uchlarini o'zgarmas temperatura zonasiga kiritish uchun solishtirma termoelektrodlar simlar xizmat qiladi. Ular termoelektrik termoo'zgartgich termoelektrodlari bir xil bo'lishi kerak.

Kompensatsion o'tkazgichni tanlashni 2 usuli mavjud. Birinchi usuli - termo EYUK ga ega bo'lgan mos elektrodlar juftida sim tanlanadi. U shunday xollarda

qoʻllaniladiki, aniqligi oshirilgan oʻlchash amalga oshiriladi. Kamyob materiallar va simni qoniqtiradigan ekspluatatsion xususiyatlar holatida shunday materiallar tayyorlanadiki unda ular termopara boʻlib ulanadi.



6.4-rasm. Termoelektrikli oʻzgartgich.

Termoelektrik oʻzgartgich yordamida oʻlchanadigan temperaturani aniqlash uchun quyidagi vazifalarni amalga oshirish kerak:

- oʻzgartgich zanjirida termo EYUK ni oʻlchash:

- erkin uchlarida temperaturani aniqlash;

- oʻlchanadigan termo EYUK kattaligi **v izmeryaemuyu velichinu termo EYUK vvesti popravku na temperaturu svobodnykh konsov;**

- temperaturaga bogʻliq maʼlum termo EYUKga koʻra oʻlchanadigan muhit xaroratini aniqlash.

Termo elektrodlar materialiga koʻra quyidagicha farqlanadi: asl va asl boʻlmagan metallar va qotishmalardan metal termoparali termooʻzgartgich; qiyin eriydigan metallar va qotishmalardan yasalgan termoparali termooʻzgartgichlar.

Asl metallardan yasalgan termopara, yuqori temperaturalar va muhitda agressiv boʻlganda barqarorlikka ega, shuningdek, doimiy termo EYUK, sanoat va tajriba sharoitlarida yuqori temperaturalarini oʻlchash uchun ishlatiladi. Asl boʻlmagan metallar va qotishmalardan yasalgan termopara, asosan 1000 °C gacha

bo'lgan temperaturalarni o'lchashda foydalaniladi. Bu termoparalarni afzalliklari nisbatan arzon va qo'proq termo EYUKni oshirish imkoniyatini mavjudligidir.

Termoelektrodlarni mexanik shikastlanishlardan va tajavuskor harakatlardan himoyalash maqsadida, shuningdek, texnologik qurilmalarga o'rnatishda qulay bo'lishi uchun himoya armaturalaridan foydalaniladi. Qo'llanilish sohasiga bog'liq ravishda armaturalar materiali har xil bo'lishi mumkin. Ko'p hollarda material sifatida yuqorikolegirlangan po'lat va emirilishga bordoshli, temir asosidagi issiqlikka chidamli qotishma, nikel, xrom va alyuminiy qo'shilgan, kremniy va marganetsdan foydalaniladi.

### **6.5. Dilatometrik va bimetallik datchiklar**

**Dilatometrik va bimetallik** datchiklarning ishlash prinsipi xarorat o'zgarishidagi qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishiga asoslangan. Xarorat o'zgarishiga bog'liq bo'lgan qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

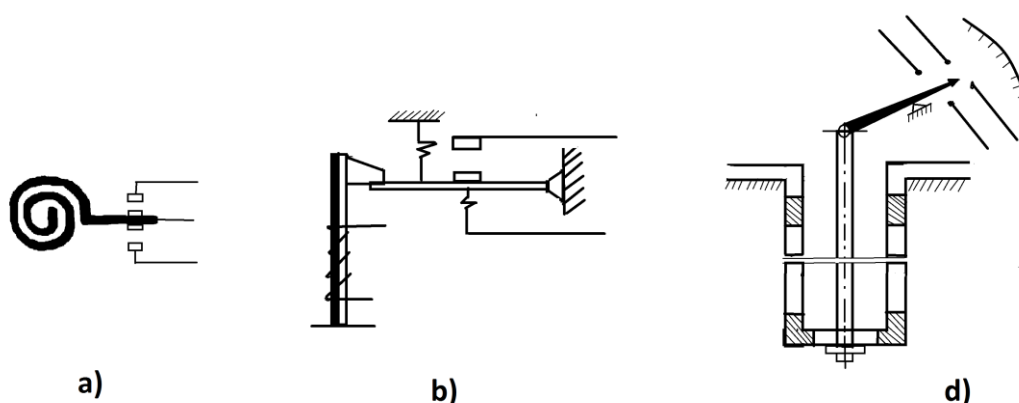
$$L_t=L_0(1+B*t), \quad (6.3)$$

bu erda:  $L_t$  – temperaturadagi qattiq jismning uzunligi;  $L_0$  – shu jismning  $^{\circ}\text{C}$  dagi uzunligi;  $B$  – chiziqli kengayishning o'rtacha koeffitsienti ( $^{\circ}\text{C}$  dan  $t^{\circ}\text{S}$  gacha bo'lgan temperaturalar intervalida).

6.5-rasmda dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi tasvirlangan. Dilatometrik termometrda (6.5 a-rasm) sezgir element sifatida chiziqli kengayishning katta xarorat koeffitsientiga ega bo'lgan materialdan (jez va mis) tayyorlangan quvurcha qo'llanilgan. Korpusga kavsharlangan quvurcha ichida o'zak joylashgan. O'zak chiziqli kengayish koeffitsienti kichik bo'lgan materialdan (masalan, invar) ishlangan. O'lchanayotgan muxitning temperaturasi ko'tarilishi bilan birga quvurcha uzayadi. Bu hol o'zakning uzayishiga olib keladi. Shunda prujina shaynning bo'sh tomonini pastga tushiradi, o'z navbatida u tortqi va tishli sektor orqali strelkani uning o'qi atrofida aylantiradi. Strelka esa shkalada

o'lchanayotgan xarorat qiymatini ko'rsatadi va belgilangan xolatda kontaktlarni ulaydi.

Dilatometrik termometrlar suyuliqlar temperaturani o'lchashda ham temperaturani ma'lum darajada avtomatik ravishda saqlash uchun va signalizatsiyada qo'llaniladi. Dilatometrik termometrlar 1,5 va 2,5 aniqlik klassida chiqariladi, ularning yuqori o'lchash chegarasi  $500^{\circ}\text{C}$  gacha bo'ladi.  $150^{\circ}\text{C}$  dan oshmagan temperaturalar uchun quvurchalar jezdan, o'zaklar esa invaridan ishlanadi, undan yuqori temperaturalar uchun quvurchalar zanglamas po'latdan, o'zaklar esa kvardsdan ishlanadi.



6.5-rasm. Dilatometrik va bimetallik datchiklarning sxemalari

Afzalliklari: ishonchlilik va sezgirlik ko'rsatkichlari yuqori.

Kamchiliklari: asbob o'lchamlarining katta xajmli, temperaturaning bir nuqtada emas, xajmda o'lchanishi, issiqlik inersiyasining kattaligi, ko'rsatkichlarni masofaga uzatish imkoniyati yo'qligi.

Bimetalli termometrlarning sezgir elementi ikki kavsharlangan plastinkadan tayyorlangan prujinadan iborat. Bu plastinkalarning issiqlikdan kengayish temperatura koeffitsienti turlicha bo'lgan metallardan tayyorlanadi. Temperaturaning o'zgarishi plastinkalarning uzayishiga olib keladi. Plastinkalar bir-biriga nisbatan siljiy olmaganligi sababli prujina issiqlikdan kengayish temperatura koeffitsienti kam bo'lgan plastinka tomon og'adi. Plastinkalar

uzayishining temperatura koeffitsienti farqi qancha katta bo'lsa, prujinaning temperatura o'zgarishidagi og'ishi shuncha ko'p bo'ladi.

6.5-rasmda yassi plastinkali bimetalli termometrning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Temperatura o'zgarishi bilan bimetall prujina pastga egiladi. Tortqi strelkani o'q atrofida aylantiradi. Strelka shkalada o'lchanaetgan temperatura qiymatini ko'rsatadi va belgilangan ko'rsatkichda kontaktlarning holatini o'zgartiradi. Sezgir elementlar sifatida yoysimon yoki vintsimon spirallar qo'llaniladi. Bimetalli termometrlar bilan temperaturani o'lchash chegarasi  $-150^{\circ}\text{C}$  dan  $700^{\circ}\text{C}$  gacha, xatosi - 1...1.5%.

Bu turdagi termometrlar temperaturani ma'lum darajada avtomatik saqlash va signalizatsiya uchun qo'llaniladi.

Bimetalli termometrlarning kamchiliklari: "charchash" hollari (daradalanishining o'zgarishi, hatto metallarning ajralishi), issiqlik inersiyasining kattaligi.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Temperatura o'lchash asbobi ishlash prinsipiga qarab nechi guruhga bo'linadi?
2. Temperaturani o'lchash vositalarini chegaralari?
3. Termoelektrikli o'zgartgich va uning turlari?
4. Dilatometrik va bimetallik datchiklarning tavsifisi?
5. Termoelektrikli o'zgartgichlarning turlari?

### **7. Bosimni o'lchash asboblari**

Bosim maydon bo'ylab va ushbu maydonning normal kattaligiga tekis taqsimlangan kuchlar nisbati bilan tavsiflanadi.

Bosimni o'lchash asboblari ishlash prinsipi bo'yicha suyuqlikli, deformatsion, yuk porshenli va elektrikli bo'ladi.

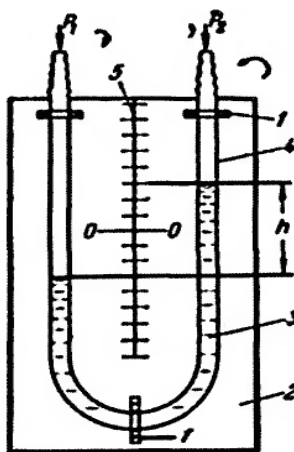
Asboblar o'lchash kattaligiga bog'liq ravishda quyidagi turlarga bo'linadi: manometrlar – ortiqcha bosimlarni o'lchash uchun; vakuummetrlar – siyraklashuvni o'lchash uchun; manovakuummetrlar - ortiqcha bosimlarni o'lchash uchun; bosim o'lchagichlar, yuk o'lchagichlar va yuk-bosim o'lchagichlar – kam ortiqcha bosimlarni va siyraklashuvni o'lchash uchun (bir nechta kPa.gacha); differensialmanometrlar (difmanometrlar) – bosimlar farqini o'lchash uchun.

### **7.1. Suyuqlik manometrlari**

Suyuqlik manometrlarining ishlash prinsipi o'lchanayotgan ishchi suyuqlikning balandlik ustuni kattaligini tenglashtirishga asoslangan. Ishchi suyuqlik sifatida o'lchanadigan ortiqcha bosim va siyraklashuv kattaligiga, shuningdek o'lchanadigan moddalarning qimyoviy xususiyatiga bog'liq ravishda quyidagilar qo'llaniladi: suv, spirt, simob, uncha yuqori yopishqoqlikka ega bo'lgan madanli moylar.

Gidrostatik usulda ishlashga asoslangan ushbu asbob konstruksiyasining oddiyligi va ishonchliligi, shuningdek yetarlicha yuqori aniqligi – laboratoriya uchun hamda yuqori bo'lmagan ortiqcha bosimni, siyraklashishni, ikkita bosim farqini, atmosfera bosimini o'lchash uchun ulaning keng qo'llanilishiga sabab bo'ladi. Namunali suyuqlik asboblari ba'zi turdagi manometrlarni, vakuummetrlarni, yuk o'lchagichlarni, bosim o'lchagichlarni, barometrlarni, differensial manometrni tekshirish uchun xizmat qiladi.

Tuzilishi bo'yicha U-simon asbob (7.1-rasm) eng ko'p tarqalgan va oddiyligidir. U harfi ko'rinishida egilgan shisha naychadan 4 tashkil topgan bo'lib, taxminan yarmigacha ishchi suyuqlik 3 bilan to'ldirilgan. Xalqa 1 yordamida naycha taxtaga 2 maxkamlangan bo'lib, naycha tarmoqlari orasida shkala 5 joylashtirilgan.



7.1-rasm. U-simon asbob sxemasi

R1 va R2 bosimlar teng bo'lganda U-simon naychaning chap va o'ng tarmog'idagi suyuqlik sathi shkalaning nol belgisiga qarama-qarshi holda bo'ladi. Bosimlar teng bo'lmaganda, masalan,  $R1 > R2$ , chap tarmoq sathi tushadi, o'ng tarmoq sathi esa ko'tariladi. Sanashni ikki marta bajarish kerak: noldan pastga chap tarmoq sathigacha va noldan yuqoriga o'ng tarmoq sathigacha; olingan qiymatlarni qo'shish kerak (ularning yig'indisi  $h$  ga teng). Buni ishlashni tavsiya etadi, chunki asbobning ikkala tarmog'i naychalari diametri bo'yicha ozgina farqlanishi mumkin. Ushbu holda suyuqlik tarmoqlarda turli miqdorlarda tushadi (chapdagi) va ko'tariladi (o'ngdagi).

Asbob shkalasi bo'yicha o'lchanayotgan kattaliklar qiymatlari ( $R1$  va  $R2$  bosimlar farqi) aniqlanadi:

$$P1 - P2 = h\rho g, \quad (7.1)$$

bu erda  $r$  - ishchi suyuqlik zichligi;  $g$  - og'irlik kuchi tezlanishi.

## 7.2. Elektr manometrlari

Ushbu asboblarning ishlashi o'lchanayotgan bosim kattaligidan bosim bosim o'zgartiruvchining elektrik parametrlariga bog'liqligiga asoslangan. Ularga quyidagilar tegishli: pezometrik manometrlar bo'lib, bunda o'lchanayotgan bosimdan pezoelementning elektr zaryadi bog'liqligi ishlatiladi;

qarshilik manometrlari bo'lib, ular o'lchanayotgan bosimdan sezuvchi elementning elektr qarshiligiga bog'liqlikka asoslangan; ionizatsion manometrlar bo'lib, ularning ishlashi o'lchanayotgan bosimdan siyraklashgan gaz molekulalarining ionlashishi natijasida hosil bo'lgan musbat ionlarning tok kuchlari bog'liqligiga asoslanadi; shuningdek radioizotop manometrlar bo'lib, bunda gazni ionlash uchun radioizotop manbalar nurlanishi ishlatiladi.

### **7.3. Kuch kompensatsiyali elektrik bosim o'zgartirgich**

Tokli chiqish ishorali elektrikli bosim o'zgartirgich o'lchagichi GSP o'zaro almashinuvchi kompensatsion o'zgartirgichlarning unifikatsiyalashgan tizimlarning umumiy majmuasiga kiradi.

Bosim o'zgartirgich o'lchagichi (keyinchalik o'zgartirgichlar) masofada turib uzatishning elektr tokli ishorasiga proporsional bosimni (mutlaq, ortiqcha yoki vakuummetrik) uzluksiz o'zgartirish uchun atalgan.

O'zgartirgichlar doimiy elektr toki 0-20, 4-20 yoki 0-5 mA ko'rinishidagi andozaviy kirish ishorasidan ishlaydigan ikkilamchi asboblar, rostlagichlar va avtomatikaning boshqa qurilmalari bilan, markaziy nazorat mashinalari va boshqarish tizimlari bilan to'plamda qo'llaniladi.

O'zgartirgichlar blokli prinsip bo'yicha qurilgan. O'zgartirgichning asosiy bloki elektr kuchli o'zgartirgichdir.

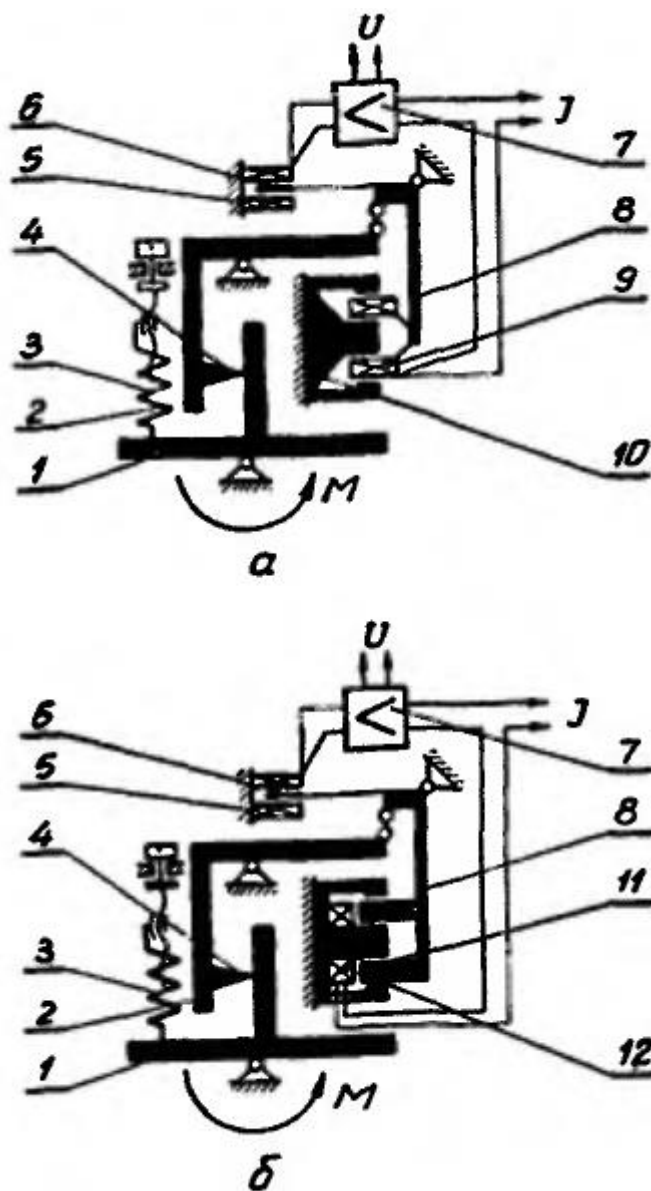
Har bir o'zgartirgich elektr kuchli chiziqli o'zgartirgichdan va o'lchovchi blokdan tashkil topadi.

O'zgartirgichning ishlash prinsipi elektr kuchli kompensatsiyaga asoslangan.

O'lchovchi blok elektr kuchli o'zgartirgichga ta'sir etadigan kuch momentni  $M$  (7.2 *a*-rasm) hosil qiladi, u uzatuvchi mexanizmning pishangli (richag) tizimini va u bilan bog'langan moslashtiruvchi indikator plunjerini 6 sezilarsiz ko'chiradi. Moslashtiruvchi indikator bu ko'chishni elektron kuchaytirgich 7 kirishiga keluvchi elektr tokni boshqarish ishorasiga aylantirib beradi.



Doimiy tok ko'rinishidagi kuchaytirgichning chiqish ishorasi kuch mexanizmining g'altak cho'lg'amiga va bir vaqtda u bilan ketma-ket ulangan masofadan uzatish liniyasiga kelib tushadi.



7.2-rasm. Elektr kuchli o'zgartirgich sxemasi.

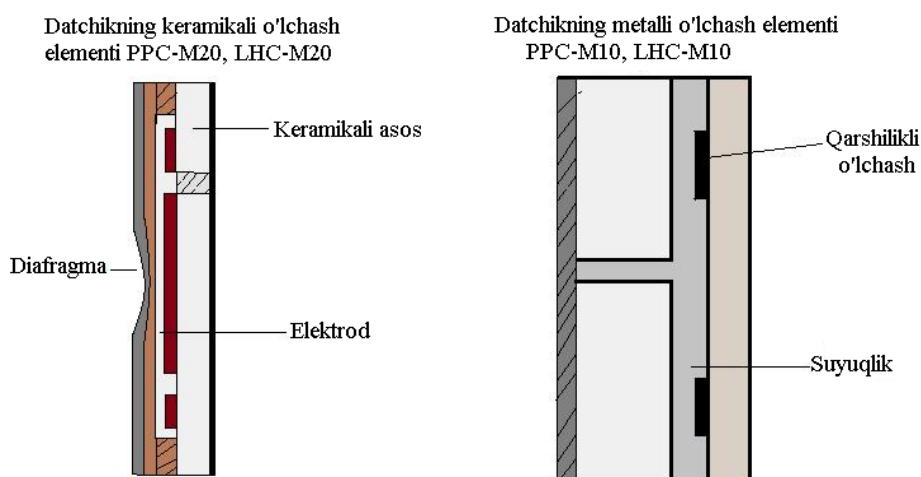
P-E1 turdagi elektr kuchli o'zgartirgichda harakatlanuvchi g'altak 9 chulg'ami bo'ylab oqib o'tadigan tok hosil qiladigan doimiy magnet 10 magnet maydoni bilan o'zaro ta'siri bu tokka proporsional kuch hosil qiladi.

P-ER1 turdagi elektr kuchli o'zgartirgichda (7.2 b-rasm) bu elektr magnet chulg'ami bo'yicha oqib o'tadigan elektr magnetning 12 qo'zg'aluvchan o'zakning 11 o'zaro ta'siri tok kvadratiga proporsional kuch hosil qiladi.

Kuch mexanizmi hosil qiladigan kuch (kuchlanish) kirish kuch (kuchlanish)ni pishang tizimi orqali tenglashtiradi.

#### 7.4. Zamonaviy Barkon gidrostatik bosim datchiklari

Oldin ta'kidlanganidek, qimyoviy, neft qimyoviy, farmatsevtika yoki sanoatning oziq-ovqat sohalari tashkilotlarining rezervuarlari, omborlarida atrof muhit muhofazasi bilan bog'liq texnologik jarayonlarni boshqarishda ularga birlamchi o'lchash o'zgartirgichlari ko'rsatadigan bosim bo'yicha suyuqliklar yoki muallaq jismlarning darajasi aniqlanadi.

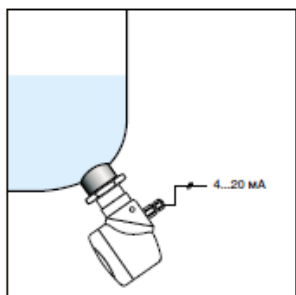


7.3-rasm. Barkon datchiklarining membranali o'zgartirgichlari

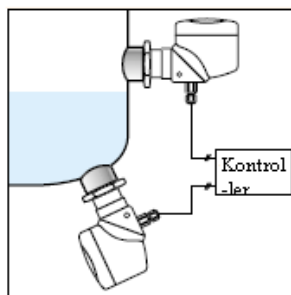
Sanab o'tilgan sohalarda keng qo'llaniladigan Barkon seriyasidagi gidrostatik bosim datchiklari turli imkoniyatlari bilan farqlanadigan ishonchli va arzon o'lchash tizimlarini qurish imkonini beradi. Ushbu datchiklarning asosiy elementlari birlamchi o'lchash o'zgartirgichlari bo'ladi. Keramik yoki metall membranali o'zgartirgichlar (7.3-rasm), rezervuarlarda turlicha montaj usullari, turli materiallardan bajarilgan ko'p sonli datchik korpuslari konstruksiyalari variantlari Barkon seriyasi buyumlarining ko'p qirraligini ta'minlaydi.

Ushbu qurilma uchun turli elektr ulanishlar usuli qo'llanilishi mumkin, jumladan PROFIBUS-PA yoki HART tarmoq protokoli asosida. Bularning barchasi buyurtmachining aniq masalasini echish uchun maxsus o'lchash

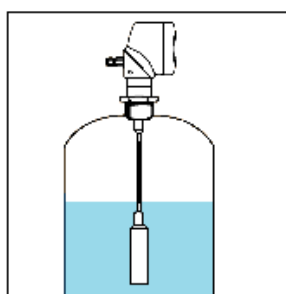
asboblari yaratish imkonini beradi. 7.4-rasmda LHC gidrostatik bosim datchiklarini o'rnatish varianlari ko'rsatilgan.



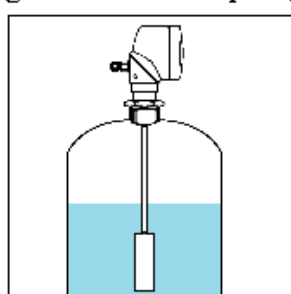
Rezervuarni tashqi tomonga danchikni o'rnatish (tekis diafragma)



Rezervuarning tashqi tomonidan o'rnatilgan ikkita datchik yordamida suyuqliq yuzasini bosimini va umumiy bosimni o'lchash. Kontroller har ikkala signalni ham tahlil qiladi, va bosim farqini hisoblaydi.



Datchik rezervuarning qopqog'idan trosga osiladi



Rezervuarning qopqog'i orqali datchik sterjenli o'rnatiladi

7.4-rasm. LHC seriyadagi gidrostatik bosim datchiklarini o'rnatish varianlari misollari

Jurnal maqolalari ramkalari har bir modelni alohida batafsil ko'rish imkonini bermaydi, shuning uchun umumiy tavsiflar bilan cheklanamiz.

### 7.5. Barcon seriyadagi datchiklarning umumiy texnik ma'lumotlari

Keramik o'lchash elementli datchiklar:

- keramik sig'imli birlamchi o'lchash o'zgartirgichlari;
- o'lchash diapazoni 100 mbar.dan 40 bar.gacha;
- yuklamadan himoyalani germetiklangan;
- yuqori sanitar-gigienik talablarga mos keladi;
- korrozion va abraziv muhitlarda ishlash mumkin.

Metalli o'lchash elementli datchiklar:

- payvandli pezorezistivli metall o'zgartirgich;
- o'lchash diapazoni 1 dan 400 bar.gacha;
- yuklamadan himoyalaniish 600 bar.gacha.

O'lchash aniqligi:

- o'rnatilgan diapazondan 0,2% yomon emas;
- o'lchash diapazoni 10:1 nisbatda o'lchash diapazonida o'rnatish imkoniyati;
- bir yil ichida kamida 0,3% uzoq vaqtli noturg'unlik.

Displayli ikki o'tkazgichli o'lchash o'zgartirgichi (7.5-rasm):

- unifikatsiyalashgan tokli signal 4...20 mA;
- HART – protoki bilan moslik;
- PROFIBUS-PA.



7.5 rasm. Display o'rnatilgan Barkon seriyadagi LHC-M40 datchigi





Korpusi zanglamaydigan po'latdan va alyuminiydan yasalgan.

Yuqori sanitar-gigienik talablar sharoitida qo'llash uchun andozaviy va uzaytirilgan flanetslar, germetikli membranali ulagichlar G 1/2", 1/2" NPT, M20x1,5 turdagi rezbali birikmalar yordamida montaj qilinadi va o'rnatiladi.

Portlashdan himoyalangan bajarilishdagi modellar uchun sertifikatlar: EEx ia/Class I/Div. 1.

Xar xil turdagi Barcon seriyadagi buyumlar modellari turlari 7.1-jadvalda taqdim etilgan.

Barcon seriyadagi bosim datchiklarining texnik tavsifnomalari

Model	PPC-M20	LHC-M20	PPC-M10	LHC-M40
				
O'lchash diapazoni	Keramik o'lchash elementli datchiklar 100 mbar...40 bar		Metalli o'lchash elementli datchiklar 1 bar ...400 bar	
Korpus	Alyuminiyli yoki zanglamaydigan po'latdan yasalgan displeysiz (sidirg'a qobiq) va display bilan (shisha qo'yilmali qobiq)			
Maxkamlash usuli	Rezbali birikmalar G $\frac{1}{2}$ " $\frac{1}{2}$ " NPT M20x1,5	Rezbali bo'lmagan birikmalar: • sanitar-gigienik me'yorlar va talablarga binoan • DIN/ANSI/JIS bo'yicha flanetslar	Rezbali birikmalar: • G $\frac{1}{2}$ " («baravar» montaj) • G $\frac{1}{2}$ " (germitikli membrana bilan «bosib zichlash» montaj qilish) • $\frac{1}{2}$ " NPT	Yuqori bosim sharoiti uchun ulash: • DIN/ANSI/JIS bo'yicha flanetslar • uzaytirilgan flanetslar • rezbali ulagichlar
Elektron qismi	Analogli (o'xshash) (unifikatsiyalashgan tokli signal 4...20 mA) SMART(intellektual datchik) 4 ... 20 mA. CHiqish bilan/HART PROFIBUS-PA			
Sertifikatlar	ATEX 100 EEx ia, FM, CSA, 21 va 22, 3A, klasslar hududida o'rnatish uchun EHEDG			

## **Nazorat uchun savollar**

1. Bosimni o'lchash asboblari ishlash prinsipi bo'yicha turlari?
2. Barcon seriyadagi bosim datchigining turlari?
3. Suyuqlik manometrlari tavsifi?
4. Elektr manometrlari tavsifi?
5. Barcon seriyadagi bosim datchigining texnik tavsifi?

## **8. Suyuqliklar, gazlar va bug'lar sarflarini o'lchash**

Uzatma quvur bo'ylab oqadigan moddalarning sarfini o'lchash uchun eng ko'p qo'llaniladigan asboblarni quyidagi guruhlariga bo'lish mumkin:

- bosimning o'zgaruvchan farqi sarfini o'lchagichlar;
- bosimning doimiy farqi sarfini o'lchagichlar;
- elektr magnitli sarf o'lchagichlar;
- hisoblagichlar;
- boshqalar.

### **8.1. Bosimning o'zgaruvchan farqi sarfini o'lchagichlar**

Bosimning o'zgaruvchan farqi sarfini o'lchagichlar uzatma quvurda o'rnatilgan qurilma hosil qiladigan bosim farqi sarfiga bog'liqlikka asoslangan.

Sarf o'lchagich tarkibiga quyidagilar kiradi: bosim farqini hosil qiluvchi sarf o'zgartiruvchi; differensial manometr bo'lib, u ushbu farqni va o'zgartiruvchi hamda difmanometr orasidagi tutashtiruvchi (impulsi) naychalarni o'lchaydi. Zarurat bo'lganda ikkilamchi o'lchash asbobiga uzatiladigan aloqa liniyasi bo'ylab difmanometrning qo'zg'aluvchan elementini elektrik va pnevmatik ishoraga ko'chishini hosil qiluvchi yana ikkilamchi o'zgartiruvchi ko'rsatilgan uchta elementga sezilarli masofada qo'shilgan holda sarf o'lchagich ko'rsatkichi uzatiladi.

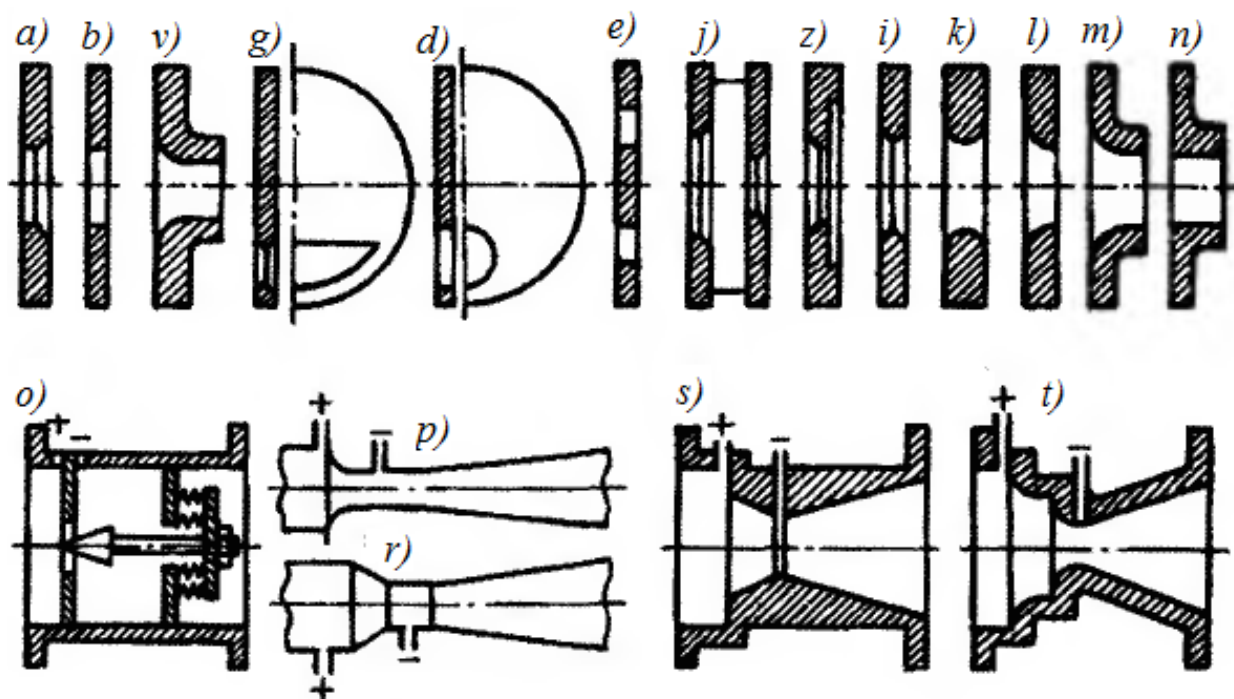
Agarda birlamchi difmanometr (yoki ikkilamchi o'lchash asbobi) integratorga ega, u holda bunday asbob na faqat sarfni o'lchaydi, balki o'tgan moddalar miqdorini ham o'lchaydi.

Sarf o'zgartiruvchilarning ishlash prinsipiga bog'liq ravishda ushbu sarf o'lchagichlar mustaqil oltita guruhga bo'linadi:

- toraygan qurilmali sarf o'lchagichlar;
- gidravlik qashilikli sarf o'lchagichlar;
- markazdan qochma sarf o'lchagichlar;
- bosimli qurilmali sarf o'lchagichlar;
- bosimli quchaytirgichli sarf o'lchagichlar;
- zarba-oqimlm sarf o'lchagichlar.

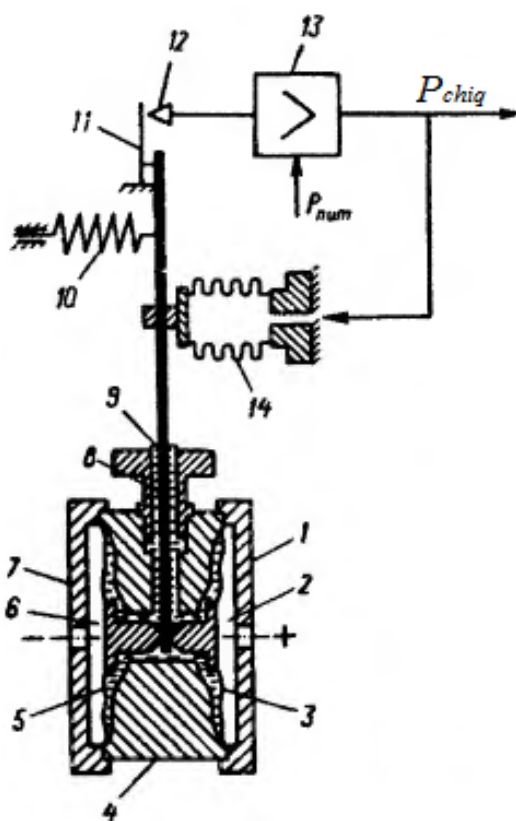
Toraygan qurilmali sarf o'lchagichlarni batafsil ko'rib chiqamiz, chunki ular suyuqliklar, gazlar va bug'lar sarfini o'lchash uchun asosiy sanoat asboblari sifatida, jumladan bizning tashkilotda ham keng qo'llanilmoqda. Ular oqimning potensial energiyasi qismi kinetik energiyaga aylanishidan sodir bo'lishi natijasida toraygan qurilma hosil qiladigan bosim sarfi farqdan bog'liqlikka asoslangan.

Toraygan qurilmalarning ko'p turlari mavjud. 8.1, *a* va *b* – rasmda standart (andozaviy) diafragmalar, 8.1, *v* – rasmda - standart soplo (konus naycha), 8.1, *g*, *d*, *e* rasmlarda - segmentli, ekssentrik va xalqali ifloslangan moddalarni o'lchash diafragmalari ko'rsatilgan. 8.1 – rasmning keyingi ettita pozitsiyasida Reynoldsning kichik sonida (yuqori yopishqoqli moddalar uchun) qo'llaniladigan toraygan qurilma ko'rsatilgan; 8.1, *j*, *z*, *i* – rasmlarda qo'shaloq kirish konusli, qo'shaloq konusli, 8.1, *k*, *l*, *m*, *n* - rasmlarda sopla-yarim aylana, chorak aylana, aralash va silindrik diafragmalar tasvirlangan. 8.1, *o* – rasmda bosim o'zgarishi va modda harorati o'zgarishiga ta'sirini avtomatik kompensatsiyalovchi teshiklari o'zgaruvchan maydonli diafragmalar tasvirlangan. 8.1, *n*, *r*, *s*, *t* – rasmlarda sarf o'lchash quvurlari–Venturi quvuri, Venturi soplosi, Dalla quvuri va qo'shaloq toraygan Venturi soplosi tasvirlangan. Ular uchun bosimning juda ham kichik yo'qolishi tavsifli.



8.1 – rasm. Toraygan qurilmalar turlari

Toraygan qurilmagacha va undan keyingi bosimlar farqi difmanometr bilan o'lchanadi. Misol tariqasida 13DD11 asbobining ishlash prinsipini ko'rib chiqamiz.



8.2 – rasm. 13DD asbob sxemasi



13DD bosimlar farqini o'zgartirgichning ishlash prinsipi pnevmatik kuch kompensatsiyasiga asoslangan. 8.2 – rasmda asbobning sxemasi taqdim etilgan.

Flanetslar 1, 7 va membranalar 3, 5 lardan hosil qilingan o'zgartirgichning musbat 2 va manfiy 6 bo'shlig'iga bosim beriladi. O'lchanayotgan bosim farqi asos 4 ga payvandlangan membranalar ta'sir etadi. Membranalar orasidagi ichki bo'shliq kremniy organikli suyuqlik bilan to'ldirilgan. Bosim ta'sirida membranalar uncha katta bo'lmagan burchakka tayanchga-chiqishning 9 egiluvchan membranasiga nisbatan pishang 8 ni buradi.

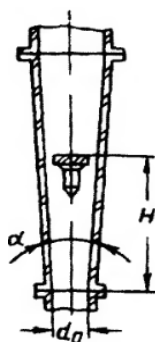
Qopqoq 11 siqilgan havo bilan ta'minlanadigan soplalar 12 ga nisbatan ko'chadi. Bunda soplalar liniyasidagi ishora kuchaytirgichdagi 13 bosimni boshqaradi va manfiy teskari aloqa 14 silfonida bosimni boshqaradi. So'ngisi pishangda 8 moment hosil qiladi, bosim farqidan yuzaga keladigan kompensatsiyalovchi momentni hosil qiladi. Silfonga 14 keladigan ishora o'lchanadigan bosim farqiga proporsional, bir vaqtda o'zgartirgichning kirish liniyasiga yo'naltiriladi.

Nol korrektori prujinasi 10 0,02 Mpa.ga teng chiqish ishorasining boshlang'ich qiymatini o'rnatish imkonini beradi. Berilgan o'lchash oralig'ida o'zgartirgichni rostlash pishang 8 bo'ylab silfonni 14 ko'chirish bilan amalga oshiriladi. Boshqa modifikatsiyadagi pnevmatik o'lchash o'zgartirgichlari shunga o'xshash bajarilgan.

## **8.2. Bosimning doimiy farqi sarfini o'lchagichlar**

Ularning ishlash prinsipi oqimga joylashtirilgan sezuvchi elementlar (masalan, po'kak) sarfiga bog'liq nazoratlanayotgan muxitning dinamik bosimini qabul qilishga asoslangan. Oqim ta'siri natijasida sezuvchi element ko'chadi, ko'chish kattaligi sarf o'lchovi bo'lib xizmat qiladi.

Bunday prinsipda ishlaydigan asboblarda – rotametrlar deyiladi (8.3 -rasm).



8.3 – rasm. Rotametr

Nazoratlanayotgan modda oqimi naychaga pastdan yuqoriga tushadi va po‘kakni N balandlikka yuqoriga ko‘chiradi. Bunda ular orasidagi va konusli naycha devori orasidagi tor tirqish ortadi, natijada suyuqlik (gaz) tezligi kamayadi va po‘kak ustidagi bosim ortadi.

Po‘kakka pastdan yuqoriga kuch ta’sir etadi:

$$G_1 = P_1 \cdot S \Rightarrow P_1 = G_1 / S \quad (8.1)$$

va yuqoridan pastga

$$G_2 = P_2 \cdot S + q \Rightarrow P_2 = G_2 / S - q / S, \quad (8.2)$$

bu erda  $R_1, R_2$  - moddaning po‘kakka pastdan va yuqoridan bosimi;  $S$  – po‘kak maydoni;

$q$  – po‘kak vazni.

Po‘kak muvozanat  $G_1 = G_2$  holatida bo‘lganida:

$$P_1 - P_2 = q / S, \quad (8.3)$$

chunki  $q/S = \text{const}$ , demak:

$$P_1 - P_2 = \text{const}, \quad (8.4)$$

shuning uchun bunday asboblarni doimiy bosim farqi sarfi o‘lchagichi deb ataydi.

Bunda hajmiy sarf quyidagi formula bo‘yicha hisoblanishi mumkin:

$$Q_0 = c(F_c - F) \cdot ((P_1 - P_2) / \rho)^{0,5} \quad (8.5)$$

bu yerda  $F_c$  - h balandlikdagi konusli naycha kesimining maydoni,  $m^2$ ;  $F$  - po‘kakning yuqorgi chekka sirti maydoni,  $m^2$ ;  $\rho$  - o‘lchanayotgan muxit zichligi,  $kg/m^3$ ;  $c$  - po‘kak o‘lchamlari va konstruksiyasiga bog‘liq koeffitsient..

Shisha naychali rotametrlar sarfni faqat ko‘z bilan ko‘rib sanash uchun qo‘llaniladi va masofaga ishorani uzatish qurilmasidan mahrum bo‘lgan.

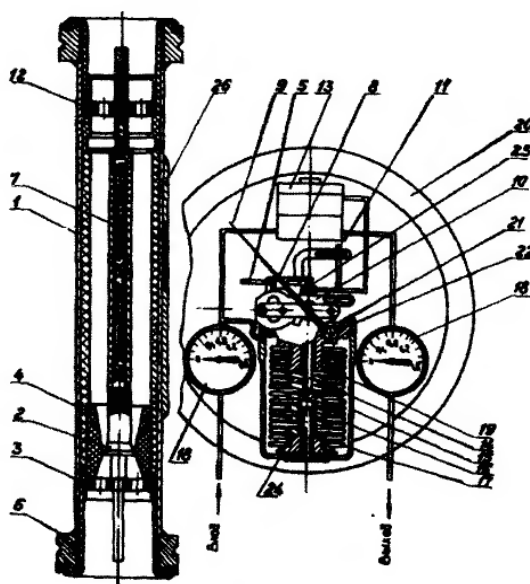
Rotametrni kuchli titratmaga duchor bo‘lgan uzatma quvurlarda o‘rnatish kerak emas.

Rotametr oldidagi uzatma quvurning to‘g‘ri uchastkasi uzunligi kamida  $10 D_u$ , rotametrdan keyin esa kamida  $5 D_u$  bo‘lishi kerak.

RPF turdagi pnevmatik ftor qatlamli rotametr.

RPF turdagi rotametrlar ftor qatlamiga neytral g‘ayritabiiy zarrali qo‘shilmali magnitlanmagan dispersli sust ifloslangan tajovuzkor suyuqliklar hamda sekin-asta o‘zgaruvchan bir jinsli oqimlarning hajmiy sarfini o‘lchash va sarf kattaligini unifikatsiyalashgan pnevmatik ishoraga aylantirib berish uchun atalgan.

RPF rotametrik va pnevmatik qismlardan tashkil topgan (pnevmatik kallaklar).



8.4 – rasm. Rotametr tuzilishi:

1- korpus; 2-po‘kak; 3-yo‘naltiruvchi; 4-o‘lchash konusi; 5-izlovchi magnet; 6-xalqa; 7-qo‘shaloq magnetlar; 8- mexanik rele; 9-strelka (yo‘naltirgich); 10-ko‘chiruvchi mexanizm; 11-tortqich; 12- yo‘naltiruvchi; 13- pnevmatik rele; 14-shtok {quvur}; 15-stakan; 16-servo (yordamchi) yuritma; 17-silfon; 18-manometr; 19- yo‘naltiruvchi; 20-pnevmatik kallak korpusi; 21-gayka; 22-maxsus gayka; 24-prujina; 25-soplo; 26-plata

Rotametrik qismi korpusi 1 (8.4 – rasm) chetlarida xalqalar 6 payvandlangan to‘g‘ri tortilgan quvurdan iborat.

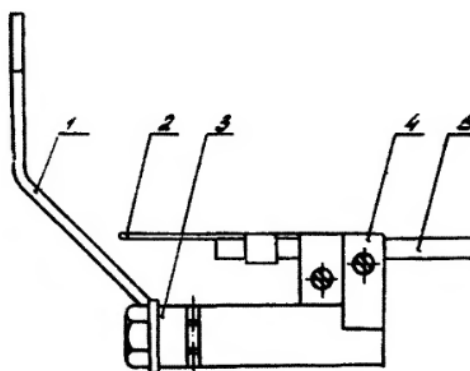
Korpus ichida quyidagilar joylashgan: o‘lchanayotgan oqim ta‘sirida ko‘chadigan po‘kak 2 qo‘shaloq magnitlar 7 bilan biki bog‘langan, o‘lchash konusi 4, yo‘naltiruvchilar 3, 12.

Rotametrik qismi korpusi ftor qatlami- 4 bilan futerlangan, yo‘naltiruvchilar 3, 12, po‘kak 2, o‘lchash konusi 4 esa ftor qatlami- 4 bilan bajarilgan.

Pnevmatik kallak mahalliy ko‘rsatmalarni ta‘minlash uchun atalgan va aylana korpusdan 20 iborat bo‘lib, unda quyidagilar joylashtirilgan: servo (yordamchi) yuritma 16, pnevmatik rele 13, manometrlar 18, strelka (yo‘naltirgich) 9, ko‘chiruvchi mexanizm 10, mahalliy ko‘rsatmalar shkalasi, kirish va chiqish shtutserlari.

Servo (yordamchi) yuritma 16 metall stakandan 15 iborat bo‘lib, unda silfon uzeli 17 joylashgan. Silfona 17 servo (yordamchi) yuritmaning ichki bo‘shlig‘ini tashqi muhitdan ajratib turadi va to‘plamda prujina 24 bilan egiluvchan element sifatida xizmat qiladi.

Silfonning pastki qismi qo‘zg‘aluvchan tubga kavsharlangan bo‘lib, unga shtok 14 biki bog‘langan. Shtokning 14 qarama-qarshi tomonida soplo 25 va mexanik rele 8 mahkamlangan.



8.5 – rasm. Mexanik rele:

- 1-kronshteyn; 2-zaslonka (qopqoq); 3-kolodka;  
4-skoba (xalqa); 5-izlovchi magnet

Mexanik rele ishlaganda sarf ortib ketganida qopqoq bilan soplone berkitishni va sarf kamayganda soplone ochishni ta'minlaydi.

Mexanik rele qopqoqning 2 kolodkaga 3 mahkamlangan kronshteynidan 1 tashkil topgan bo'lib, xalqadagi 4 namunaga izlovchi magnet bilan birga o'rnatilgan. Kolodkaga 3 vint bilan xalqa 4 mahkamlanadi. Mexanik relening holatini soploga nisbatan rostlash mexanik releni servo (yordamchi) yuritma shtoki o'qi bo'ylab ko'chirib bajariladi.

Ko'chirish mexanizmi 10 tortqich 11 mexanik rele 8 bilan sharnirli ulangan bo'lib, tik shtokni 14 yo'naltirgichning 9 aylanma harakatiga ko'chishga o'tkazid beradi.

Pnevmatik kallakning barcha detallari tashqi muhit ta'siridan (chang, sachratma) va qopqoq bilan mexanik talofatlanishdan himoyalangan.

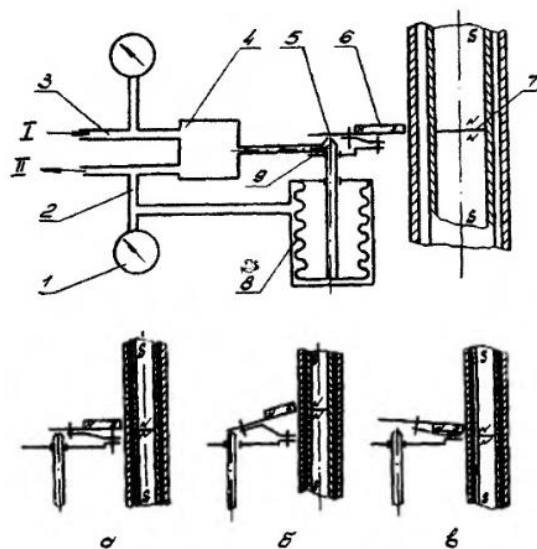
Rotametrning ishlash prinsipi o'lchov konusida 4 ko'chuvchi, o'lchanayotgan oqimning pastdan yuqoriga o'tuvchi dinamik bosimni po'kak qabul qilishiga asoslangan (8.4 rasm).

Po'kakning ko'tarilishida konusning o'lchov sirti va po'kak qirrasini o'rtasidagi tirqish ortadi, bunda po'kakdagi bosim farqi kamayadi.

Bosim farqi po'kakning ko'ndalang kesim yuzasiga to'g'ri keladigan vazniga teng kelganda muvozanat yuzaga keladi. Bunda ma'lum zichlik va kinematik yopishqoqlikda o'lchanayotgan suyuqlikning har bir sarfi kattaligiga po'kakning ma'lum qat'iy holati mos keladi.

Magnet pnevmatik o'zgartirgich prinsipida qo'shaloq magnetlarning 7 mexanik ko'chishida izlovchi magnet 6 bilan qabul qilish xususiyati qo'llanilib, u po'kak bilan biki bog'langan va ushbu ko'chishni chiqish pnevmatik ishorasiga aylantiradi (8.6 – rasm).

Po'kakning yuqoriga ko'chishi izlovchi magnet 6 va u bilan biki bog'langan qopqoq 5 holatining o'zgarishini keltirib chiqaradi. Bunda soplo va tirqish o'rtasidagi tor tirqish kamayadi, pnevmatik rele 4 chiqishidagi bosimni oshirgan holda buyuruvchi bosim ortadi (8.6 – rasm).



8.6 – rasm. Rotametrning ishlash prinsipi:

1 -manometr; 2-chiqish naychasi; 3- kirish naychasi; 4- pnevmatik rele; 5-zaslonka (qopqoq); 6-izlovchi magnet; 7-qo'shaloq magnitlar; 8-silfon; 9-soplo; a-muvozanat holati; b-markaziy magnet ko'tarilgan, soplo berk; v-markaziy magnet tushirilgan, soplo ochiq. I-kirish; II-chiqish

Quvvati bo'yicha kuchaytirilgan ishora stakaning 15 ichki bo'shlig'iga kelib tushadi (8.4 – rasm). Bu ishora ta'sirida servo yuritmaning egiluvchan elementi (silfon 17-prujina 24) siqilishi, silfonning 17 pastki qismi bilan biki bog'langan shtokning 14 yuqoriga ko'chishi, shtokda 14 mahkamlangan mexanik relening 8, soplo 25 ko'chishi sodir bo'ladi.

Shtok 14 harakati qopqoqli izlovchi magnet 5 qo'shaloq magnitlarga 7 nisbatan boshlang'ich holatini egallamagunga qadar davom etadi.

Qopqoq pastga harakatlanganida izlovchi magnet 5 va u bilan bog'langan qopqoq holati o'zgaradi, bunda qopqoq va soplo 25 orasidagi tirqish ortadi, shu bilan birga buyuruvchi bosimni va pnevmatik rele chiqishidagi bosimni kamaytiradi. Pnevmatik rele klapani orqali ortiqcha havo stakan 15 (8.4 – rasm) bo'shlig'idan atmosferaga chiqarib tashlanadi. Chunki stakandagi 15 bosim kamaydi, shtok 14 egiluvchan element (silfon-prujina) ta'sirida mexanik rele 8 bilan birga (po'kak harakatlanish tomoniga) qopqoqli izlovchi magnet 5 qo'shaloq magnitlarga 7 nisbatan boshlang'ich holatini egallamagunga qadar pastga ko'chadi.

Pnevmatik rele quvvat bo'yicha chiqish pnevmatik ishorani kuchaytirish uchun atalgan.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Uzatma quvvur bo'ylab oqadigan moddalarning sarfini o'lchash uchun eng ko'p qo'llaniladigan asboblarni guruhlari?
2. Rotametrning ishlash prinsipi va rotametrni tuzilishi?
3. Mexanik sarf o'lchagichni ishlash prinsipi?
4. Shisha naychali rotametrlarni ishlash prinsipi?

## **9. Sathni o'lchash asbobi**

Sanoatning ko'pgina sohalarida texnologik jarayonlarni boshqarish sathni o'zgartirish bilan bog'liq. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishning zamonaviy tizimlari xarajatlarni baholash, zararlarning oldini olish, ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishni qulaylashtirish, xom ashyodan foydalanish samaradorligini oshirish imkonini beradigan statistik va axborot ma'lumotlarini talab etadi. Ushbu axborotga doimo o'sib turuvchi ehtiyoj nazorat tizimida oddiy signalizatorlarni emas, balki o'lchashni uzluksiz ta'minlovchi vositalarni qo'llash zaruriyatiga olib keladi.

### **9.1. Sathni uzluksiz o'lchashning asosiy usullari**

Suyuq va sochiluvchan materiallarning sathini uzluksiz nazorat qilish asbobi turli jismoniy tamoyillar va qlchash usullarini qo'llab yaratiladi (9.1 – jadval). Pepperl+Fuchs firmasi keng nomenklaturadagi o'lchash qurilmalari va mos vositalarni bog'lashni taklif etadi. Unifikatsiyalashgan chiqish toki ishorasi 4...20 mA.s. li ikki o'tkazgichli raqamli kommunikatsion sanoat interfeysli HART, PROFIBUS-PA va Foundation Fieldbus kabi, 0 klassdagi portlash xavfli hududlarda o'rnatish uchun ularning modifikatsiyalari, shuningdek o'lchash

asboblari asosidagi yakunlangan yechimlar, nazoratchilar, boshqarish qurilmali va qo‘shimcha jihozli bog‘lanish vositali sath o‘lchagichlar taklif etilmoqda (9.2 – jadval).

9.1 – jadval.

Sath o‘lchashning turli usullarini qo‘llash imkoniyati

№	Usul	Sathni uzluksiz o‘lchash	
		Suyuqlik	Sosiluvchan materiallar
1	Gidrostatik	Ha	Yo‘q
2	Ultratovushli	Ha	Ha
3	Yo‘naltirilgan elektromagnitli nurlanish (radarli, mikroto‘lqinli va radioto‘lqinli usullar)	Ha	Ha
3	Magnitli botiriladigan zondlarni qo‘llab	Ha	Yo‘q

9.2 jadval.

Sath datchiklarini bog‘lash vositalari

№	Sath datchiklari			Boshqarish qurilmasi/bog‘lash vositasi/qo‘shimcha jihoz		Portlashdan himoyalangan bajarilish
	Turi/seriyasi	Belgilanishi	Chiqish	Belgilanishi	Vazifasi	
1	Vibracoin	LVL1-M1/M2	NAMUR	KFD2-SR-EX1.W	Xavfsizlik to‘sig‘i transformatorli galvanik yechim	Ha



		LVL1-MC2	NAMUR	KFA6-SR2-EX1.W	Xavfsizlik to'sig'i transformatorli galvanik yechim	Ha
2	Konduktor metrik zond	LKL1-M	NAMUR	KFD2-SR2-EX1.W	Xavfsizlik to'sig'i transformatorli galvanik yechim	Ha
3	Magnitli botiriladigan zond	LML	Magnitli o'zgartiruvchi («quruq» kontakt)	KFD2-SR2-EX1.W	Xavfsizlik to'sig'i transformatorli galvanik yechim	Ha
4	Po'kakli o'chirgich	LFL1-N	NAMUR	KFA6-SR2-EX2.W	Xavfsizlik to'sig'i transformatorli galvanik yechim	Ha
5	Barcon	LHC-M	4...20 mA	KFD2-CR-1300	Ta'minlash manbasi	Yo'q
		PPC-M	4...20 mA	KFD2-STC4-EX1	Ta'minlash manbasi	Ha
6	Ultrato vushli datchik	LUC-M	4...20 mA	KFD2-CRG-1.D	Ta'minlash manbasi	Yo'q
7	Pulskon	LTC	4...20 mA	KFD2-CRG-EX1.D	Ta'minlash manbasi, sathni	Ha

					ng ikkita chekka qiymati nazorati	
			4...20 mA	DA5-IU-2K-C	Ta'minlash manbasi, sathning ikkita chekka qiymati nazorati	Yo'q
			4...20 mA /HART	KFD2-STC4- 1.20	Ta'minlash manbasi	Yo'q
			4...20 mA /HART	KFD2-STC4- EX1	Ta'minlash manbasi	Ha
			PROFIB US-PA	KFD2-BR- EX1.3PA93	Segmentli bog'lovchi	Ha
			PROFIB US-PA	KFD2-BR- 1.PA93	Segmentli bog'lovchi	Yo'q
			Foundati on Fieldbus	KLD2-PR-EX1- IEC	Ta'minlash manbasi FISCO+Entity **	Ha
			Foundati on Fieldbus	KLD2-PR- EX1.IEC1	Ta'minlash manbasi FISCO**	Ha
			Foundati on Fieldbus	KLD-PR-1.IEC	Ta'minlash manbasi	Yo'q
8	Gidrost	LGC	Qarshilik	KFD2-UT-1	O'zgartiruvchi	Yo'q

	atik zond		ni termik o'zgartirgich Pt100			
			Qarshilik ni termik o'zgartirgich Pt100/4 ...20 mA	KFD2-CR-1300	Ta'minlash manbasi	Yo'q
			Qarshilik ni termik o'zgartirgich Pt100	KFD2-UT-EX1	O'zgartiruvchi	Ha
			Qarshilik ni termik o'zgartirgich Pt100/4 ...20 mA	KFD2-STC4-EX1	Ta'minlash manbasi	Ha
9	Magnitli botiriladigan zond	LMC	4...20 mA	KFD2-STC4-EX1	Ta'minlash manbasi	Ha
			Potensio metrik	KFD2-PT2-EX1	Ta'minlash manbasi	Ha

\* Jadvalda uzluksiz ishlaydigan sath o'lchagichlar va sath signalizatorlari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan

\*\* FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept, hisobot PTB W53) va Entity – portlashdan himoyalangan shinalarga turli yondoshishga asoslangan ikkita konsepsiya. Ularning asosiy farqi kabelli elektr o'tkazgich sohasida yotadi. Entity.

ga binoan elektr kabeli induktivligi va sig'imi, demak, elektrik va magnitli energiya ham zanjirning alohida uchastkalarida to'plangan (amerika modeli).

FISCO konsepsiyasi elektr zanjirini (elektr o'tkazgich) induktivlik va sig'imning taqsimlangan parametrlari zanjiri kabi ko'riladi.

Entity konsepsiyasi bo'yicha zanjirning uchqun xavfsizligini baholashda kabel parametrlari hisobga olinishi kerak, shuning uchun mos hisoblashlar etarlicha murakkab bo'ladi. Bunda faqat oltita qurilma sanoat tarmog'iga ulangan bo'lishi mumkin, agarda sanoat tarmog'i segmenti yana bitta qurilma bilan to'ldirilgan bo'lsa, u holda boshidan uchqun xavfsizligini baholashni bajarish kerak.

FISCO konsepsiyasi bo'yicha sanoat tarmog'iga ulanadigan alohida qurilmalarni faqat sertifikatlash zarur.

Energiya retranslyatoriga (power repeater) sertifikatida elektr uzatkich va dala asboblari ko'rsatkichlari aniqlanib, bunda ulanishlar xavfsizligi talablaridan kelib chiqib qo'shilishi mumkin bo'ladi. [1] da bu konsepsiya to'g'risida batafsil berilgan.

## **9.2. Sathni o'lchashning gidrostatik usuli**

Sathni o'lchashning mazkur usuli suyuqlikka rezervuar tubida ko'rsatadigan gidrostatik bosimni aniqlashga asoslangan. Rezervuar tubidagi gidrostatik bosim ( $p$ ) o'lchash asbobi ustidagi suyuqlik ustuni balandligidan ( $h$ ) va suyuqlik zichligiga bog'liq:  $p = \rho gh$ , mos holda  $h = p / \rho g$ , bu erda  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  (bu faqat qo'zg'almas suyuqliklar uchun o'rinli).

Pezorezistivli tenzodatchik (yoki bosimni o'rtacha qiladigan modda bilan to'ldirilmagan sig'imli keramik o'lchash o'zgartirgich) o'lchanayotgan suyuqlik bilan bosimni o'rtacha qiluvchi modda va zanglamaydigan po'latdan yasalgan izolyasiyalovchi membrana orqali bog'langan. Tenzodatchikning chiquvchi

ishorasi (signal) suyuqlik sathiga mos keladigan ishoraga shakllantiruvchi bilan o'zgartiriladi.

Ko'pik, cho'kindi, suyuqlikning elektrik xususiyatining o'zgarishi va rezervuar shakli gidrostatik usulni amalga oshirishda natijalar o'zgarishiga ta'sir ko'rsatmaydi.

#### **Gidrostatik usulning asosiy afzalliklari:**

- + aniqlik;
- + ifloslangan suyuqliklar uchun qo'llaniladi;
- + usulni amalga oshirish qo'zg'aluvchan mexanizmlarni qo'llashni taxmin qilmaydi;
- + mos jihozlar murakkab texnik ko'rsatishga muxtoj emas.

#### ***Kamchiliklari:***

- suyuqlik harakati bosim o'zgarishini keltirib chiqaradi va o'lchashdagi xatolikka olib keladi (hisoblash tekisligiga nisbatan bosim suyuqlik oqimi tezligiga oqibatda Bernulli qonuniga bog'liq);
- atmosfera bosimi kompensatsiyalashgan bo'lishi kerak;
- suyuqlik zichligining o'zgarishi o'lchashdagi xatolikga sabab bo'lishi mumkin.

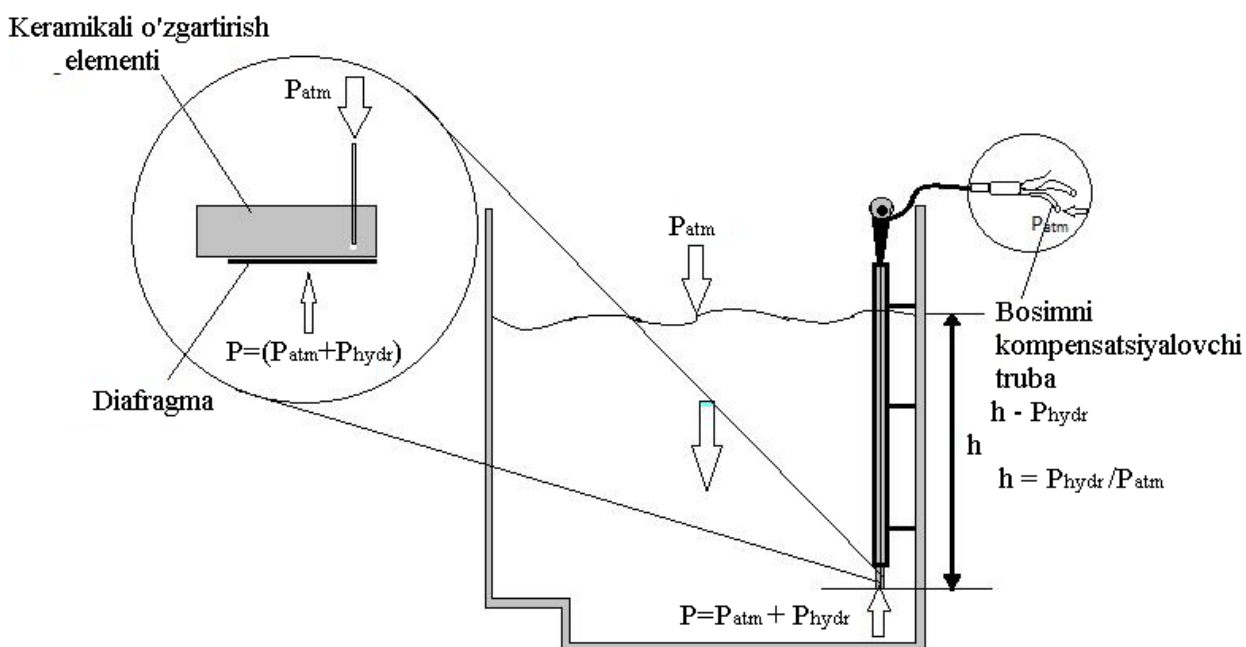
Pepperl+Fuchs, firmasining mahsuloti misolida sath nazoratining gidrostatik vositasini ko'ramiz, bunda hozirgi vaqtda LGC seriyadagi o'lchash zondlari va bir qator Barcon (PPC\_M20, LHC-M20, PPC-M10, LHC-M40) umumiy savdo rusumi ostida gidrostatik bosim datchiklari taklif etilmoqda.

### **9.3. LGC sath o'lchash uchun gidrostatik zondlar**

LGC seriyadagi sath zondlari chuchuk suv, ichimlik suvi va oqova suvlar sathini o'lchash uchun gidrostatik bosim datchigi bo'ladi (1 rasm). Pt100 plastinali simdan yasalgan qarshilik termik o'zgartirgichi bilan qurilgan modeli bir vaqtda datchikni o'rnatgan joyda haroratni aniqlaydi. Mos o'zgartirgich (alohida buyurtma bo'yicha etkaziladi) qarshilikning termik o'zgartirgich signalini unifikatsiyalashgan tokli signalga 4...20 mA transformatsiyalaydi.



9.1 – rasm. LGC seriyadagi gidrostatik zondlar



9.2 – rasm. Gidrostatik o‘lchash tizimining ishlashining fizik prinsiplari

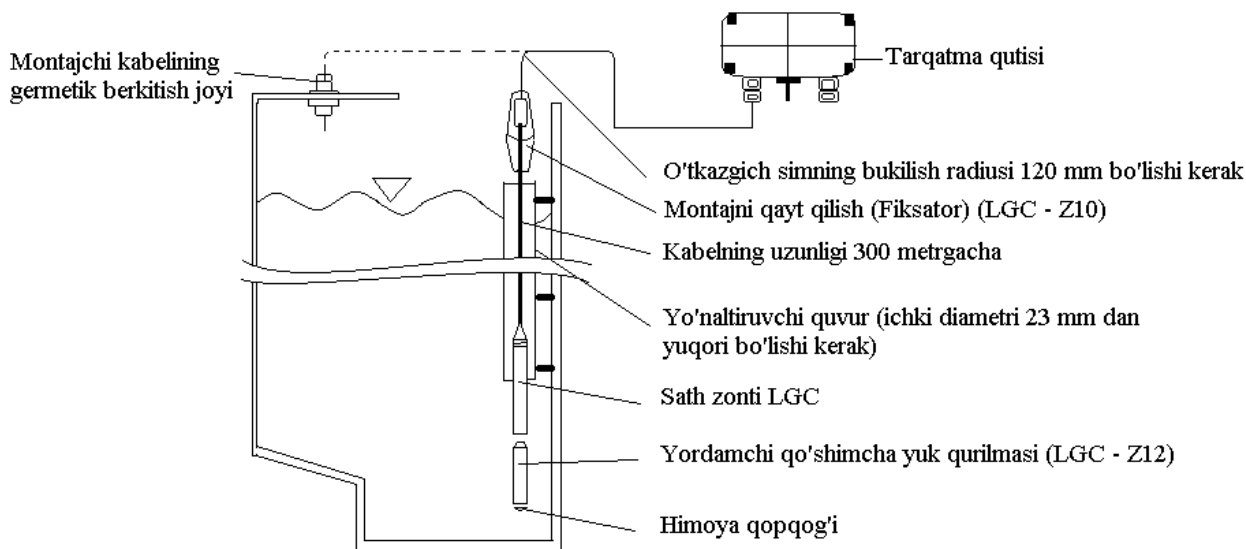
Shartli belgilanishlar:  $h$  – suyuqlik sathi balandligi;  $p$  — umumiy bosim (gidrostatik+ atmosfera);  $\rho$  – o‘lchanayotgan muhit zichligi;  $g$  — erkin tushish tezlanishi;  $p_{hydr}$  – gidrostatik bosim;  $p_{atm}$  – atmosferabosimi.

Zondning keramik o‘lchash elementi “quruq” bo‘ladi, ya’ni bosim bevosita datchikning mustahkam keramik diafragmasiga ta’sir etadi va maksimum 0,005 mm.ga uning ko‘chishini keltirib chiqaradi.

Suyuqlik sirtiga ta’sir etuvchi atmosfera bosimining ta’siri keramik diafragmaning orqa tomonidagi bosimni kompensatsiyalash uchun maxsus naycha qo‘yish orqali bartaraf etiladi (9.2 – rasm). Bosim ta’siri ostida diafragmalar ko‘chishini keltirib chiqargan sig‘im o‘zgarishini keramik o‘lchash elementi

aniqlaydi. Datchikning elektron qismi ularni bosimning joriy qiymatiga proporsional ishoraga aylantirib berib, bu o'lanayotgan muhit sathi kattaligi bilan chiziqli bog'liqlik bilan bog'langan.

9.3 – rasmda LGC seriyadagi sathning gidrostatik zondini montaj qilish misoli taqdim etilgan.



9.3 – rasm. Sathning gidrostatik zondini o'rnatish misoli

Quyidagi holatlarni ta'kidlash zarur:

- zond kabelining yonlama ko'chishi o'lchashda xatolikni keltirib chiqarishi mumkin, shuning uchun zondni suyuqlik harakati va turbulent oqimlar bo'lmagan joyda o'rnatish yoki ichki diametri 23 mm.dan yuqori bo'lgan yo'naltiruvchi naychani qo'llash zarur;
- kabel oxiri quruq xonada yoki mos taqsimlovchi qobiqda joylashishi kerak;
- himoya qalpoqchasi o'lchash elementlarining mexanik talofatlanishini ogohlantirish uchun atalgan.

9.3 – jadvalda LGC seriyadagi sathning gidrostatik zondining asosiy texnik tavsifnomasi taqdim etilgan.

9.3 – jadval.

#### LGC i Pt100 zondlarining texnik tavsifnomasi

Kirish parametrlari	
O'lanayotgan	• suyuqlikning gidrostatik bosimi

parametrlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pt100: suyuqlik harorati</li> </ul>
O'lchanayotgan diapazon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• psi birligida to'qqizta to'plangan bosimning o'lchash diapazoni (funt-kuch kvadrat dyuymga), ft H<sub>2</sub>O, bar va m H<sub>2</sub>O (metr suv ustini)</li> <li>• 1,5...300 oralig'ida psi (0,1...20 bar) buyurtmachi tasnifi bo'yicha o'lchash diapazonlari; diapazonlar, kalibrlangan tayyorlashda va o'lchashning maxsus diapazonlari – buyurtma bo'yicha.</li> <li>• Pt100 (buyurtma bo'yicha): -10 dan +70 °C gacha diapazonda haroratni o'lchash</li> </ul>
Kirish signali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keramik o'lchash elementi sig'imining o'zgarishi</li> <li>• Platina simi Pt100 elektr qarshiligi o'zgarishi (buyurtma bo'yicha)</li> </ul>
Chiqish parametrlari	
Chiqish signali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4...20 mA gidrostatik bosimning o'lchangan qiymati uchun (ikki o'tkazgichli chiqish)</li> <li>• Pt100 (buyurtma bo'yicha): Platina simi elektr qarshiligining haroratiga bog'liqligi</li> </ul>
Ekspluatatsion tavsiflar	
Aniqlik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Egri chiziqlilik (vklyuchaya gisterezis va takroruvchanlik): ±0,2 % o'lchashning to'liq diapazonidan</li> <li>• Pt100: maks. ±0,7 K</li> </ul>
Uzoq vaqtli noturg'unlik	0,1 % bir yilda to'liq o'lchash diapazonidan
Muhit haroratining ta'siri	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muhitning andozaviy harorat diapazonida 0...+30 °C: ±0,4% nolinci signalning va kirish signali diapazonining chegarasida harorat o'zgarishi</li> <li>• Muhitning andozaviy harorat diapazonida - 10...+70 °C: ±1% nolinci signalning va chiqish</li> </ul>



	<p>signali diapazonining chegarasida harorat o'zgarishi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nolinchi signalning va chiqish signali diapazoni uchun harorat koeffitsientining maksimal qiymati: <math>\pm 0,15\%</math> diapazonda/10 K (0,3 % diapazonda/10 K)</li> </ul>
Datchikning qizish vaqti	20 ms
90% sathgacha signalning o'sish vaqti	80 ms Pt100: 160 s
Signalni belgilash vaqti	150 ms Pt100: 300 s
Atrof muhit sharoiti	
Ishchi harorat diapazoni	-10...+70 °C (nazoratlanayotgan muhitning ruxsat etilgan harorat diapazoniga mos keladi)
Saqlash harorati diapazoni	-40...+80 °C
Qobiqning himoyalani darajasi	-IP68 (berk qobiq doimo germetik); buyurtma bo'yicha himoya darajali taqsimlovchi quti keltiriladi IP66/IP67
Sertifikatlar	
Mos keluvchi sertifikatlar	<ul style="list-style-type: none"> <li>ATEX II 2G/EEEx ia IIC T6</li> <li>ATEX II 3 G/EEEx nA IIC T6</li> <li>FM: IS, Class I, Division 1, Groups A-D</li> <li>CSA: IS, Class I, Division 1, Groups A-D</li> <li>CG – umumiy qo'llanishda</li> </ul>

#### **9.4. Signal o'tish vaqti bo'yicha "Sathni" aniqlash usullari**

Signal o'tish vaqtini o'lchashga asoslangan usullar exolot prinsipidan foydalanadi va asosiy ikki guruhga bo'linadi: ultratovushli (UZK) va

elektromagnitli nurlanishga yo'naltirilgan usullar. Ma'lum impuls tarqalish tezligida va o'lchangan vaqt oralig'ida impuls o'tgan masofani hisoblash mumkin. Impuls nurlatgich va nazoratlanayotgan muhit sirti o'rtasidagi masofani ikki marta o'tishini hisobga olish zarur. 9.4 – jadvalda normal sharoitda havo muhitida ultratovush signali va elektr magnit to'lqini ba'zi masofalarni [2] o'tish vaqti qiymatlari keltirilgan (qo'shaloq masofa hisobg olingan); bu ma'lumotlar UZK inersionligini hisobga olishga ko'maklashadi.

9.4 – jadval.

Ultratovush signali va elektr magnit to'lqinining turli masofalarda o'tish vaqti

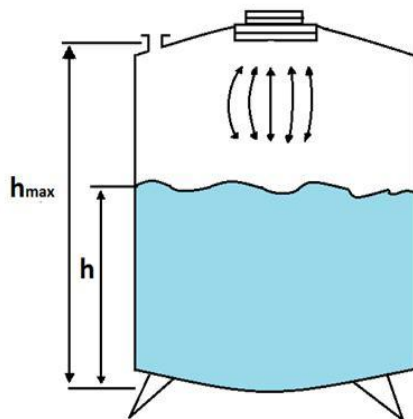
Masofa, m	O'tish vaqti	
	Ultratovushli signal	Elektr magnitli to'lqin
0,1	0,6 ms	0,7 ns
0,2	1,2 ms	1,3 ns
0,5	3 ms	3,3 ns
1	6 ms	6,6 ns
2	12 ms	13,3 ns
5	30 ms	33,3 ns
10	60 ms	66,6 ns

### 9.5. Sathning ultratovushli datchiklari

Eng oddiy hollarda SUD datchigi rezervuarining yuqori nuqtasida joylashadi, muhit sathi rezervuar balandligi va datchik hamda muhit sirti orasidagi masofalar o'rtasidagi farq kabi hisoblanadi (umumiy holda tuzatish kiritish zarur, bunda datchikni haqiqiy o'rnatgan balandligi va rezervuar balandligi o'rtasidagi farq hisobga olinadi). Bu masofa o'lchanadigan vaqt bo'yicha hisoblanib, bunda ultratovushli impulsiga datchikdan nazoratlanayotgan muhitgacha va orqaga qaytadigan o'tish yo'li zarur bo'ladi (7 rasm).

$$h = h_{tot} - \frac{1}{2}v_s t \quad (9.1)$$

bu erda  $v_s$  –mazkur muhitda ultratovushli signalning tarqalish tezligi.



$$h = h_{max} - \frac{1}{2} v_x t \quad (v_x - \text{tezlik, ultratovushli signlaning rezervar ichida tarqalishi})$$

9.4 – rasm. Sathni ultratovushli usulda aniqlashni amalga oshirish prinsipi

Muhitning kimyoviy va fizik xususiyatlari SUD-usulida olingan o‘lchashlar natijasiga ta’sir etmaydi, shuning uchun tajovuzkor, abraziv, yopishqoq va elimli moddalar sathini o‘lchashda muammosiz bo‘ladi. Ammo ultratovushning tarqalish tezligi uning tarqalish muhitida havo haroratiga ta’sir ko‘rsatishini esda tutish zarur (9.5 – jadval).

9.5 – jadval.

Havoda ultratovushli tebranishlarning tarqalish tezligining haroratga bog‘liqligi

Harorat, $^{\circ}\text{S}$	-20	0	20	40	60	80
Tezlik	319,3	331,6	343,8	355,3	366,5	377,5



9.5-rasm. Ultratovush tezligi datchikning (SUD) tashqi ko‘rinishi LUC4T tipdagi

Undan tashqari, haroratga juda ham bog‘liq bo‘lgan ultratovush tezligi havo bosimiga ham bog‘liq: bosim o‘sishi bilan u ortadi. Normal atmosferada bosim o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘lgan tovush tezligining nisbiy o‘zgarishi taxminan 5%

ni tashkil etadi. Ultratovush tezligi yana havo tarkibiga ham bog‘liq, masalan, CO<sub>2</sub> ning foiz miqdori va namlik. Nisbiy namlikning ultratovush tezligiga bog‘liqligi harorat va bosim ko‘rsatadigan ta‘sir bilan taqqoslaganda kam bo‘ladi: quruq va nam havo bilan to‘yingan havodagi qo‘shimcha tezlik farqi 2% ni tashkil etadi [3].

***SUD-usulining asosiy afzalliklari:***

- + kontaktsiz;
- + ifloslangan suyuqliklar uchun qo‘llanilishi;
- + usulni amalga oshirish jihoning eyilishbardoshlik va mustahkamlikka yuqori talab qo‘yilmaydi;
- + nazoratlanayotgan muhit zichligiga bog‘liq emasligi.

***Kamchiliklari:***

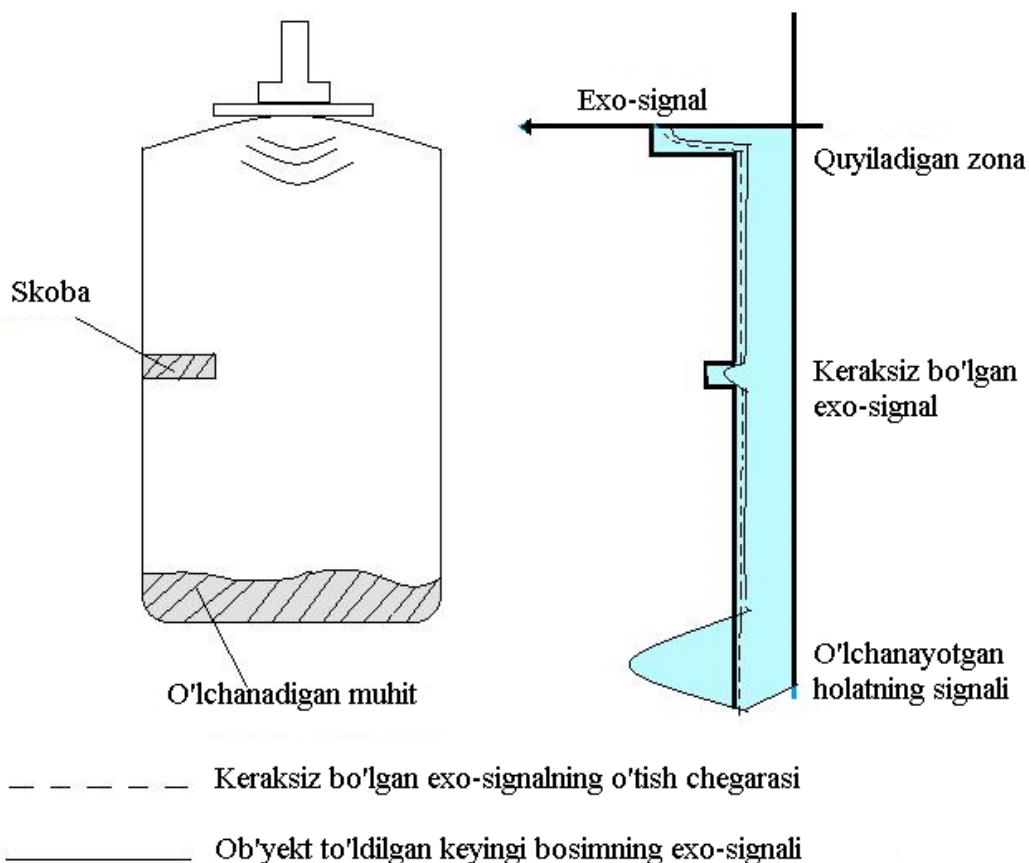
- nurlanish konusining katta tafovuti;
- noturg‘un to‘siqlardan qaytishi (masalan, aralastirgich) o‘lchashda xatolikni keltirib chiqarishi mumkin;
- faqat normal atmosfera bosimli rezervuarlarda qo‘llaniladi;
- signalga chang, bug‘, gaz aralashmalari va ko‘piklar ta‘sir etadi.

## **9.6. LUC4 seriyali ultratovushli datchiklar**

LUC4 seriyadagi -datchiklari suyuqliklar kabi sochiluvchan materiallar sathini o‘lchash uchun maxsus ishlab chiqilgan. Datchik korpusining teflonli qoplamasi korrozion suyuqlikli datchiklarda qo‘llash imkoniyatini beradi. Statsionar ob‘yektlarni maskirovkalash o‘lchash hududida tiraklar yoki boshqa rezervuar ichk konstruksiyalari elementlariga tushadigan joylarda datchikni o‘rnatish imkoniyatini beradi. Buni misol bilan namoyish etamiz. Rezervuarda parazit exo-signalni shakllantiradigan tutqich bor (9.6 - rasm). Uning bosimisiz o‘lchash natijalari aniq bo‘lmaydi. Quyidagi algoritm tavsiya etiladi:

- 1) bo‘sh rezervuarni taqlid qilib rezervuar tashqarisida datchikni kalibrovkalash;
- 2) ishchi holatda statsionar ob‘ektdan exo-signalni bosish;

3) to'ldirilgan rezervuarda ishchi holatda datchikni kalibrovkalash.



9.6 – rasm. Rezervuarda statsionar ob'ektdan exo-signalni bosish

Parazit signalni bosish foydali signal quvvatini kamaytiradi, ba'zi hollarda foydali signalni yo'qotmaslik uchun bu kamayishni baholashga to'g'ri keladi. Datchik yanada harorat o'zgarishi ta'sirini kompensatsiya qilish vositasi bilan jihozlangan. Undan tashqari, tashqi zondlar o'rnatish mumkin, bunda harorat tebranishlari keltirib chiqaradigan xatolikni kamaytiradigan datchikni montaj qilish sharoitiga bog'liq bo'lmagan o'lchanayotgan sirtning harorati nazoratlanadi.

LUC4 seriyadagi datchiklarning asosiy texnik tavsifnomasi 9.6 – jadvalda keltirilgan.

9.6 – jadval.

LUC4 texnik tavsifnomalari

O'lchash diapazoni	0,3...4 m (suyuqliklar uchun)
Aniqlik	0,5% to'liq o'lchash diapazonidan
Ruxsat etilgan qobiliyat	2 mm

Doimiy tok ta'minoti kuchlanishi	10...30 V
Chiqish signali	Unifikatsiyalashgan tokli 4...20 mA R<500 Om), 0...10 V (R>1 kOm)
Indikatorlar: Ishchi rejim Qaytarish	Zelyonyy svetodiod Qizil yorug'lik diodi (2 Gs chastotada miltillash)
Atrof muhitning ruxsat etilgan harorati	-25...+70 °S
Saqlashning ruxsat etilgan harorati	-40...+85 °S
Nazoratlanayotgan muhitning ruxsat etilgan harorati	-25...+70 °S
Ishchi bosim	Atmosfera
Korpus materiali	Polibutentereftalat (RVT)
Membranalar sirti materiali	Politetraftoetilen (PTFE)
Mahkamlash usuli	Rezbali birikma G $\frac{1}{2}$ " A, zanglamaydigan po'lat Rezbali birikma G $\frac{1}{2}$ " A, polipropilen Rezbali birikma 1 $\frac{1}{2}$ " NPT, zanglamaydigan po'lat Rezbali birikma 1 $\frac{1}{2}$ " NPT, polipropilen
Himoyalanish darajasi	IP55

### 9.6.1. LUC-T seriyadagi ultratovushli datchiklar

LUC-T seriyadagi ixcham SUD-datchiklari suyuqliklar va to'kma qattiq muhitning sathini kontaktsiz o'lchash uchun atalgan (9.7- rasm).



9.7 – rasm. LUC-T seriyadagi datchiklar

LUC-T seriyasi turli elektr chiqishli (2 yoki 4 o‘tkazgichli ulanish) uch turdagi datchiklardan va 0,25 m.dan boshlab muhit bo‘linish darajasigacha masofalarni o‘lchash diapazonlarini o‘z ichiga oladi.

- LUC-Txx-x5: 4-o‘tkazgichli ulanish hollarida 4 mm.dan tuzilmali material komponentli o‘lchashda kafolatlangan o‘lchash diapazoni 2 m.gacha tashkil etadi, suyuqlik sathini o‘lchashda- 5 m.gacha (axborotli kanal orqali ta’minotli 2 o‘tkazgichli ulanishda-4 m.gacha).
- LUC-Txx-x6: 4-o‘tkazgichli ulanish hollarida 4 mm.dan tuzilmali material komponentli o‘lchashda kafolatlangan o‘lchash diapazoni 3,5 m.gacha tashkil etadi, suyuqlik sathini o‘lchashda- 8 m.gacha (axborotli kanal orqali ta’minotli 2 o‘tkazgichli ulanishda-7 m.gacha).
- LUC-T30 (faqat 4-o‘tkazgichli ulanish): kafolatlangan o‘lchash diapazoni 4 mm.dan materiallarning tuzilmali komponentlari o‘lchamlari bilan sochiluvchan materiallar sathini aniqlashda 7 m.gacha tashkil etadi, suyuqlik sathini o‘lchashda- 15 m.gacha tashkil etadi.

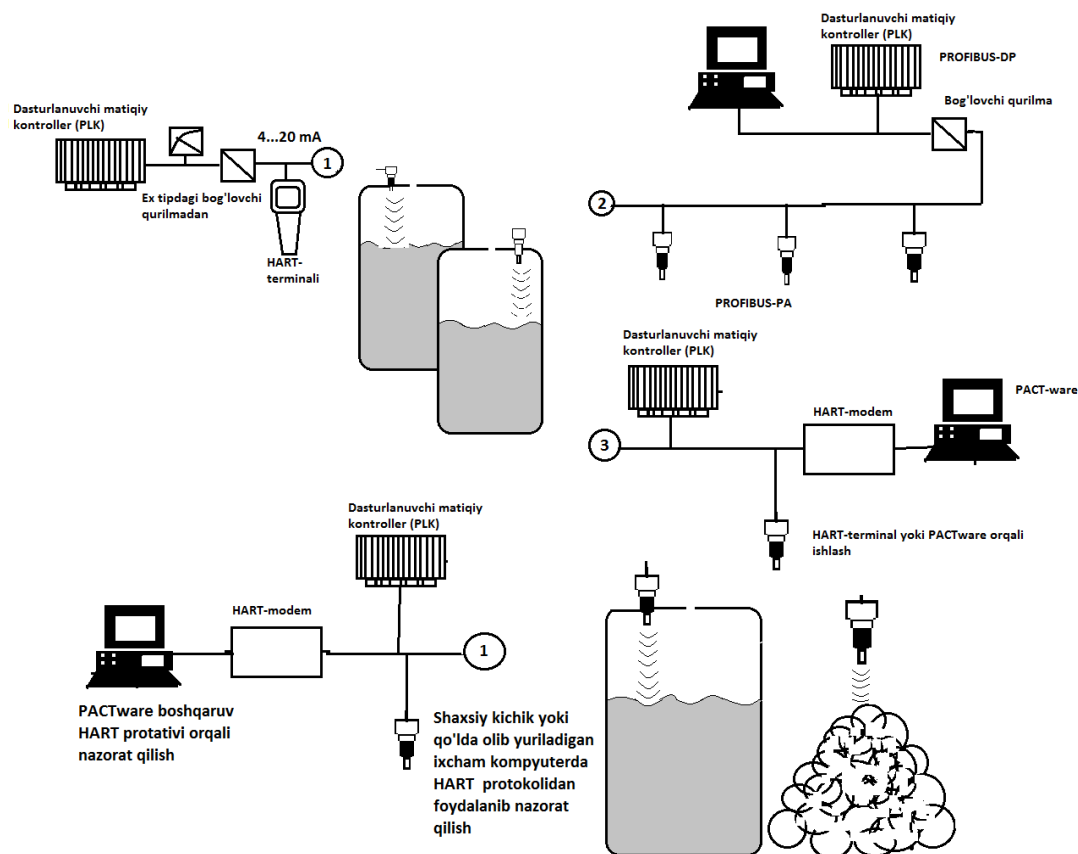
Barcha datchiklar o‘lchashlar natijalariga harorat tebranishining ta’sirining kompensatsiyasi o‘rnatilgan tizimga ega.

LUC-T datchiklarining asosiy xususiyatini keltiramiz.

- Maqbullashgan mahkamlash usullari to‘plami: rezbali birikma G 1/2" yoki 1 1/2" NPT turdagi.
- YO‘rug‘lik diodli indikatorlar orqali datchik holatini hisoblash imkoniyati.

- CHiqishlarning turli bajarilish variantlari.
- LUC\_T10: informatsion kanal orqali ta'minlangan 2-o'tkazgichli ulanish, portlashdan himoyalaniшни rusumlash EEx ia/ATEX II 2G;
- LUC-T20: informatsion kanal orqali ta'minlangan yoki 4-o'tkazgichli ulanishli 2-o'tkazgichli chiqish;
- LUC-T30: 4- o'tkazgichli chiqish, portlashdan himoyalaniшни rusumlash ATEX II 1/3 G 10 klass hududida o'rnatish uchun (yonilg'i changlari yoki tola).
- Displaydan datchik ko'rsatkichini uni o'rnatgan joydan sanash imkoniyati (qo'shimcha buyurtma bo'yicha keltiriladi).
- Datchiklarning yiroqlashgan rostlanishi uchun HART-protokol bilan mosligi.
- PROFIBUS-PA raqamli sanoat kommunikatsion tarmog'ini qo'llab-quvvatlash.

9.8 – rasmda LUC-T seriyali UZK-datchiklarini o'rnatish va qo'shish usullari ko'rsatilgan.



9.8 – rasm. LUC-T seriyali SUD-datchiklarini o'rnatish va qo'shish



Datchiklar HART va PROFIBUS-PA protokol tarmoqlari bilan mos va PACTware dasturiy ta'minoti orqali shakllanishi mumkin (Process Automation Configuration Tool) Pepperl+Fuchs firmasi.

Mazkur seriya buyumlarining asosiy texnik tavsiflari 8 jadvalda keltirilgan.

9.7 – jadval.

#### LUC-T texnik tavsiflari

Suyuqlik sirtigacha masofada o'lchash diapazoni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LUC-Txx-x5: 0,25...4 m, 4-o'tkazgichli ulanishda 0,25...8 m</li> <li>• LUC-Txx-x6:0,4...7, 4 – o'tkazgichli ulanishda 0,4...8 m</li> <li>• LUC-T30: 0,6...15 m</li> </ul>
Nurlanish chastotasi diapazoni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LUC-Txx-x5: taxminan 70 kGs</li> <li>• LUC-Txx-x6: taxminan 50 kGs</li> <li>• LUC-T30: taxminan 35 kGs</li> </ul> <p>Impulslar chastotasi 0,5 dan 3 Gs.gacha (datchik turi va uning chiqishiga bog'liq)</p>
Qo'shish vaqti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2--o'tkazgichli ulanish uchun 5 s atrofida</li> <li>• 4--o'tkazgichli ulanish uchun 1 s atrofida</li> </ul>
Aniqlik	to'liq o'lchash diapazonidan 0,25 %
Gisterezis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2- o'tkazgichli ulanish uchun 3 mm</li> <li>• 4- o'tkazgichli ulanish uchun 2 mm</li> </ul>
Faqat elektron qismi uchun ishchi harorat diapazoni	-20...+60 °S

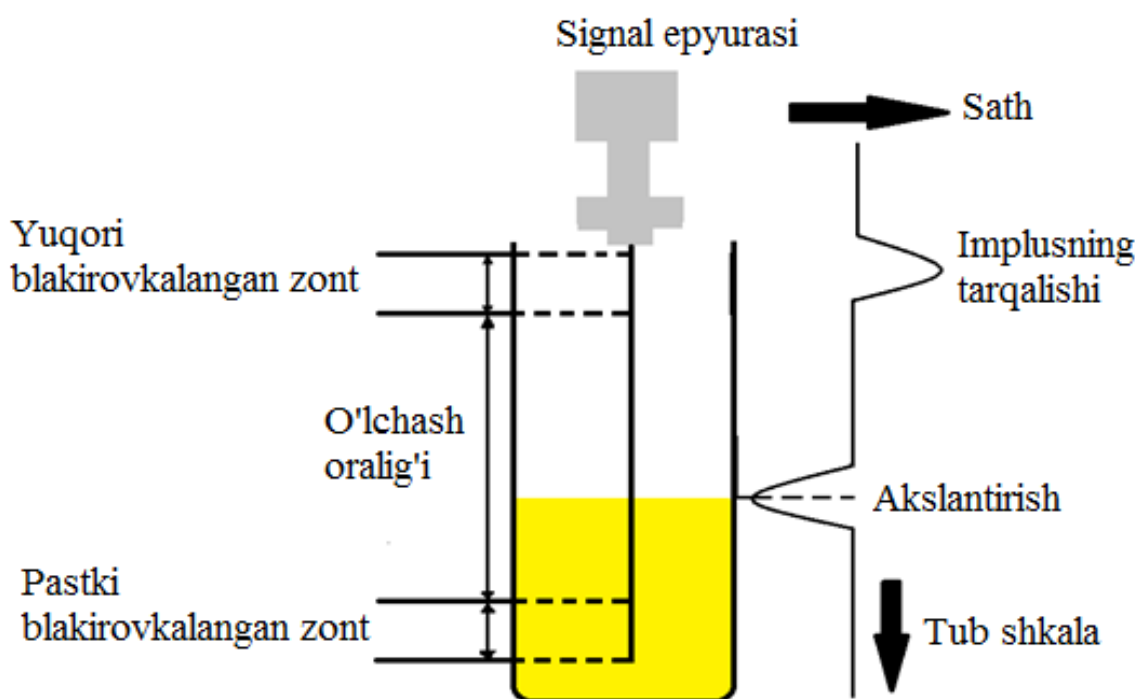
Saqlash harorati diapazoni	-40...+80 °S
Portlashdan himoyalash	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LUC-T10 (2-o'tkazgichli portlashdan himoyalangan chiqish): portlashdan himoyalaniшни rusumlash EEx ia IIC T6, 1 klass hududida o'rnatish</li> <li>• LUC-T20 (2- o'tkazgichli va 4- o'tkazgichli andozaviy chiqish):</li> <li>• LUC-T30 (4- o'tkazgichli chiqish): 10 klass hududida o'rnatish (yonuvchi changlar yoki tola hosil bo'lishi)</li> </ul>
Nazoratlanayotgan muhit sirtining ruxsat etilgan harorati	-40...+80 °S
O'lchash hududida ruxsat etilgan bosim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LUC-T10, LUC-T20: 3 bar</li> <li>• LUC-T30 (flanetslar yoki tutqichlar yordamida mahkamlash): 2,5 bar</li> </ul>

### **9.7. Yo'naltirilgan elektr magnit nurlanish usulini amalga oshiruvchi Pulskon datchiklari**

Yaqinda taklif etilgan Pulskon seriyali datchiklari to'g'ri va qaytgan sinash signallarini birga qaytarish ko'effitsientini o'lchash asosida (time-domain reflectometry) va nazoratlanayotgan muhit sirtigacha nurlangan impulsning o'tish vaqtini aniqlash (qaytgan signalning vaqtinchalik siljishi–9.9-9.10 – rasmlar) asosida ishlaydi.



9.9-rasm. Sterjenli zond  
va koaksial trosli Pulskon modifikatsiyasi



9.10 – rasm. Yo‘naltirilgan elektr magnit nurlanish usulida o‘lchash prinsipi

Nanosekundli davomiylik diapazonida takrorlanuvchi impulslar 1 mks interval bilan nurlanadi. O‘lchash prinsipi sathni aniqlashning ultratovush usulini eslatadi. Faqat yo‘naltirilgan elektr magnit nurlanish tizimida impulslar yo‘naltirilganlik diagrammalari chegarasi oralig‘ida notekis taqsimlanadi, to‘lqin uzatuvchi rolini o‘ynaydigan datchik sterjeni yoki trosi (sim arqoni) bo‘ylab cheklanadi.

Ushbu usul eng yangi texnologiyaga asoslangan va o'zini kontaktli o'lchash usullari ro'yxati bilan to'ldiradi. Mikroto'lqinlar impulslari nurlanishining favqulodda past quvvati va yo'naltirilganligi sababli fazoda tarqalmaydi, shuning uchun ushbu qurilmalarni radiochastota bo'yicha qo'mitalar bilan kelishishni talab etmaydi. Past elektr ta'minoti evaziga informatsion kanal orqali ta'minlangan mikroto'lqinli datchikni ikki o'tkazgichli tizim bilan ulash etarli. Shu sababli datchiklar portlashga xavfsiz bo'ladi, bu ularni 0 klassdagi portlashga xavfli hududlargacha o'rnatish imkonini beradi.

Mikroto'lqinli datchiklarning elektr magnitga mosligini ta'minlash uchun chastotaning sakrashsimon qurilmali maxsus usuli (frequency hopping method) taklif etilib, bunda elektr magnit to'siqni aniqlash va ularni dinamik rejimda maskirovkalash (yashirish) imkonini beradi.

Menyu rejimida amalga oshiriladigan foydalanuvchi interfeys oddiy tugmachalar bilan boshqariladigan va PK bilan qo'llab-quvvatlanadigan HART-protokol orqali paraietrlar topshirig'i muolajasi bu turdagi datchiklar uchun andozali bo'ladi. Bunda to'siqlarni maskirovkalash yoki rezervuarni linearizatsiyalash uchun tavsiflarni eslab qoluvchi funksiyalarni o'rnatish mumkin. O'lchovchi blokni tugmachalarni bir necha marta bosgan holda plug-and-play texnologiyasi bo'yicha amalga oshiriladigan "quruq" kalibrovkani ishlatgan holda qayta o'rnatish mumkin. Nazoratlanayotgan sath holatini aniqlash maqsadida qaytgan signalni identifikatsiyalash bo'yicha time-domain reflectometry usuli asosidagi ko'p yillik tadqiqot ishlari va ko'p sonli tajribalar natijalari asosida PulseMaster® dasturiy ta'minot yotgan.

9.8 – jadvalda. Pulskon seriyadagi LTC datchiklarining texnik tavsiflari keltirilgan.

9.8 – jadval.

#### Pulskon datchiklarining texnik tavsiflari

To'kma materiallar sathini o'lchash (diametri 4 mm. bo'lgan trosli zond ishlatiladi)	
O'lchash diapazoni	1...20 m
Ishchi bosim	Vakkum...16 bar

O'lchanayotgan moddaning ruxsat etilgan harorati	-40...+150 °C
Atrof muhitning ruxsat etilgan harorati	-40...+80 °C
Mahkamlash usuli	Rezbali birikma G½", 1 ½ NPT, flanetsli birikma DN50/ANSI2" bo'yicha
Trosli zondning uzilishga mustahkamligi (4 mm)	15 kH
O'lchanayotgan moddaning minimal dielektrik doimiysi	1,6
Sochiluvchan materiallarning tuzilmali komponentlari ning ruxsat etilgan o'lchami (granul)	Do 20 mm (maks.)
O'lchash aniqligi	± 10 mm
Ta'minot: datchikning 2-o'tkazgichli bajarilishi datchikning 4-o'tkazgichli bajarilishi	16...36 V doimiy tok (andozaviy bajarilish); 16...30 V doimiy tok (uchqundan xavfsiz bajarilish); 85...250 V o'zgaruvchan tok (50/60 Gs); 10,8...36 V doimiy tok
Chiqish signali	Tokli 4...20 mA/HART (2-yoki 4-o'tkazgichli aloqa liniyasi)/PACTware PROFIBUS-PA/PACTware Foundation Fieldbus
Suyuqlik sathini o'lchash (ispolzuetsya sterjenli yoki koaksial zond ishlatiladi)	
O'lchash diapazoni	0,3...4 m
O'lchanayotgan moddaning ruxsat etilgan harorati	-40...+150 °C
Atrof muhitning ruxsat etilgan harorati	-40...+80 °C

harorati	
Mahkamlash usuli	Rezbali birikma ot G <sup>3/4</sup> " , 3/4" NPT, flanetsli birikma DIN50/ANSI2" bo'yicha
Germetiklovchi material	Zichlovchi xalqa Viton/EPDM/Kalrez. dan
O'lchanayotgan moddaning minimal dielektrik doimiysi	1,6 (sterjenli zond) 1,4 (koaksial zond)
O'lchash aniqligi	± 5 mm
Ta'minot: datchikning 2-o'tkazgichli bajarilishi	16...36 V doimiy tok (andozaviy bajarilish); 16...30 V doimiy tok (uchqundan xavfsiz bajarilish);
datchikning 4-o'tkazgichli bajarilishi	85...250 V o'zgaruvchan tok ( (50/60 Gs); 10,8...36 V doimiy tok
CHIqish signali	Tokli 4...20 mA/HART (2-yoki 4-o'tkazgichli aloqa liniyasi)/PACTware PROFIBUS-PA/PACTware Foundation Fieldbus

Ushbu usulni keng qo'llashning muhim omillaridan ishlash prinsipi oddiy, mos jihozlarni o'rnatishga qulayligi va unga xizmat ko'rsatish zarurati yo'qligi, shuningdek nisbatan arzonligidir. Keltirilgan ma'lumotlarni to'plagan holda yo'naltirilgan elektr magnit nurlanish usulining boshqa afzalliklarini tavsiflash mumkin.

***Yo'naltirilgan elektr magnit nurlanish usulining asosiy afzalliklari:***

- + menyu orqali mikroto'lqinli datchiklarni boshqarish va tayyorlash bosqichida ularni kalibrovkalash oddiy foydalanishga kiritishni ta'minlaydi;
- + xatto sig'imni to'ldirish jarayonida kukunsimon materiallarni ishonchli o'lchash;
- + bosim oshgan sharoitda ko'pik hosil bo'lganda suyuqlik sathini o'lchash;
- + oqova va kengaytirilgan quvurlarda ishonchli va aniq o'lchash;

+ armatura (to'sin, o'ram va h.k.) va devorlarning tuzilmaviy elementlari (masalan, gofrlangan listlar), rezervuarlar yoki tor silos bunkerlardan qaytish to'sig'ini samarali bartaraf etish imkoniyati;

+ usulning quyidagilardan mustaqilligi:

- material turidan (suyuq/sochiluvchan);
- zichlikdan;
- dielektrik doimiy qiymatidan,;
- qimyoviy tajovuzkor muhitdan;
- o'tkazuvchanlikdan;
- serkesaklilik jarayoni keltirib chiqargan material xususiyatining o'zgarishi;

+ texnologik jarayon omillari ta'siridan usulning mutlaq mustaqilligi, jumladan

- bosim,
- harorat,
- qo'zg'aluvchan sirtlarning bo'lishi,
- ko'pik/tuman/chang.

***Kamchiliklari:***

–elimli moddalar ishlamay qolishni keltirib chiqarishi mumkin;

– o'lchanayotgan moddaning dielektrik doimiysi 1,6 dan katta bo'lishi kerak.

## **9.8. Satxni uzluksiz o'lchash uchun LMC seriyadagi**

### **Magnitli botiriladigan zondlar**

Magnitli botiriladigan zondlarni qo'llashga asoslangan satxni uzluksiz o'lchash usulining asosiy prinsipini LMC8S3\_G6S\_I\_Ex immersion zond ishlashi misolida ko'ramiz (9.11 – rasm).

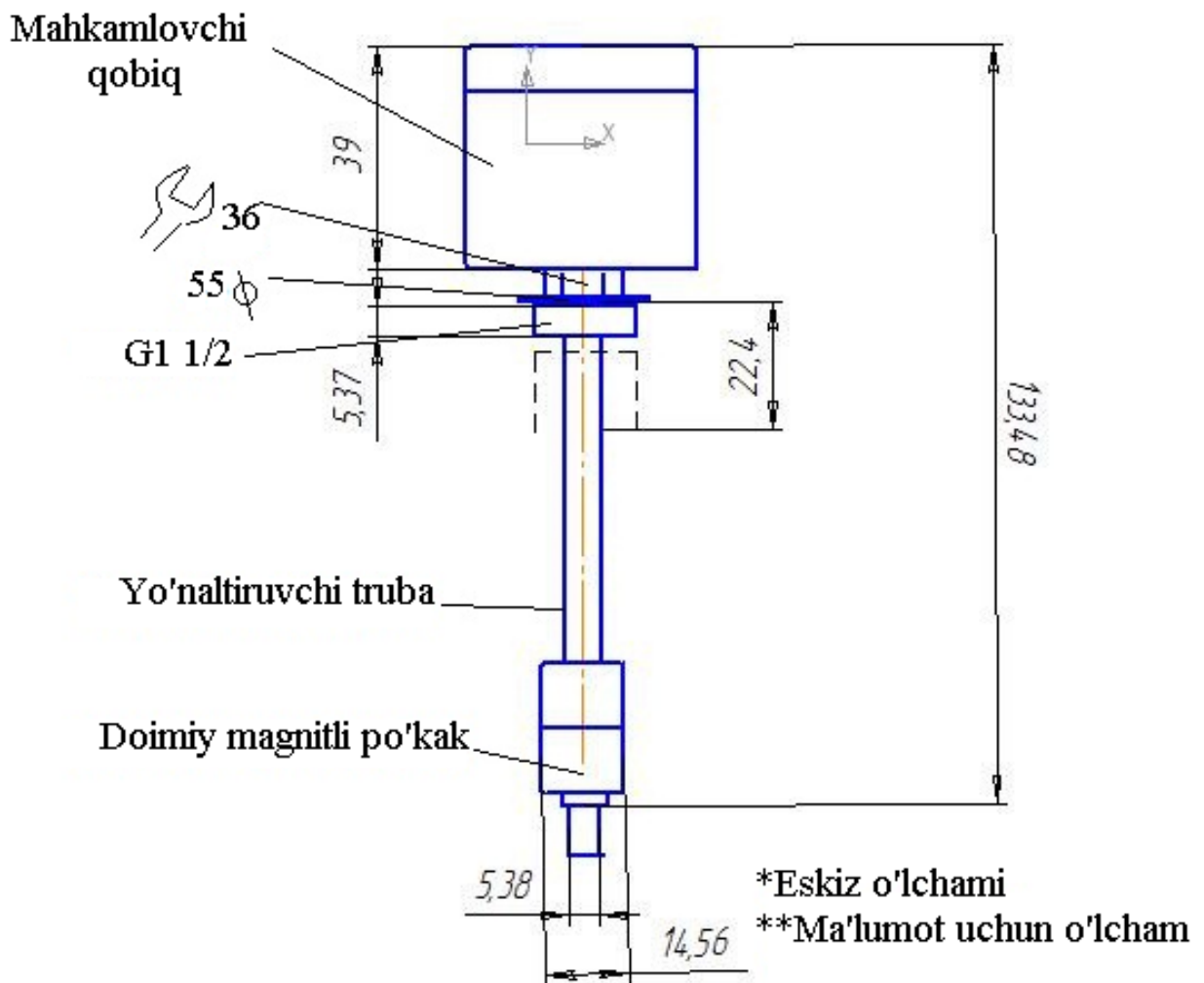


9.11– rasm. LMC8S3-G6S-I-Ex satxni uzluksiz o‘lchash uchun magnitli botiriladigan zondning tashqi ko‘rinishi

Zond po‘kagida o‘rnatilgan doimiy magnet yo‘naltiruvchi quvurda o‘rnatilgan germetiklangan magnet bilan boshqariladigan kontaktlarning ishlab ketishini keltirib chiqaradi. Bu kontaktlar ishlab ketganda yo‘naltiruvchi quvur ichidagi ketma-ket qo‘shilgan rezistorlar o‘rtasida qo‘shiladi; shunday qilib po‘kak ko‘chganda zondning ruxsat etuvchi qobiliyatiga bog‘liq qarshilikning umumiy qiymati uzluksiz o‘zgaradi. O‘lchash aniqligi muhitning elektr xususiyatiga, shuningdek bosim, harorat va zichlikka bog‘liq emas.

Zondlarning modifikatsiyalari plastik yoki zanglamaydigan po‘latdan yasalgan korpuslarda, portlashdan himoyalangan bajarilishda (portlashdan himoyalangan rusumlanishi EEx ia IIC T6), shar ko‘rinishidagi yoki silindrik po‘kaklar bilan keltiriladi. Yo‘naltiruvchi quvurning maksimal uzunligi 3 metrga etadi. Qurilma chiqishi – 2 – o‘tkazgichli tokli (4...20 mA) yoki 3 – o‘tkazgichli potensiometr ga ulash uchun (40 kOm). Zondni o‘rnatishda rezbali birikmalar G 1½" yoki G 2" A ishlatiladi (9.12 – rasm). Rezbali birikma o‘rnida zanglamaydigan po‘lat yoki polipropilen yoki polivinilidenftorid (moy, surkov, kislota, ishqor va eritmalar ta’siriga chidamli) materiallari ishlatiladi.





9.12 – rasm. Magnitli botiriladigan zondlarning oʻrnatiladigan oʻlchamlari

### 9.9. Magnitli botiriladigan zondlarning asosiy texnik maʼlumotlari

Ruxsat etuvchi qobiliyat: 8 mm. dan (12 mm, 16 mm).

Nazoratlanayotgan suyuqlikning ruxsat etilgan harorati:  $-20...+120^{\circ}\text{S}$ .

Ishchi bosim: 3 bar. gacha (plastikli modifikatsiya), 16 bar. gacha (zanglamaydigan poʻlatdan yasalgan modifikatsiya).

Oʻlchanayotgan modda zichligi: kamida  $0,6 \text{ g/cm}^3$ .

#### *Asosiy afzalliklari:*

- + ishlash prinsipi oddiy;
- + murakkab boʻlmagan montaj;
- + hech qanday texnik xizmat koʻrsatishga muxtoj emas;
- + oʻrnatish joyida rostlash talab etilmaydi.

***Kamchiliklari:***

- ko‘tarish kuchi po‘kak o‘lchamiga bog‘liq;
- ishlab ketish nuqtasiga mos sathning haqiqiy holati turli zichlikdagi moddalarga turlicha;
- yo‘naltiruvchi quvurning maksimal uzunligi ko‘pi bilan 3 m;
- o‘lchanayotgan muhitning minimal zichligi  $0,6 \text{ g/cm}^3$  ga teng;
- faqat tozalangan suyuqliklarda ishlatish mumkin.

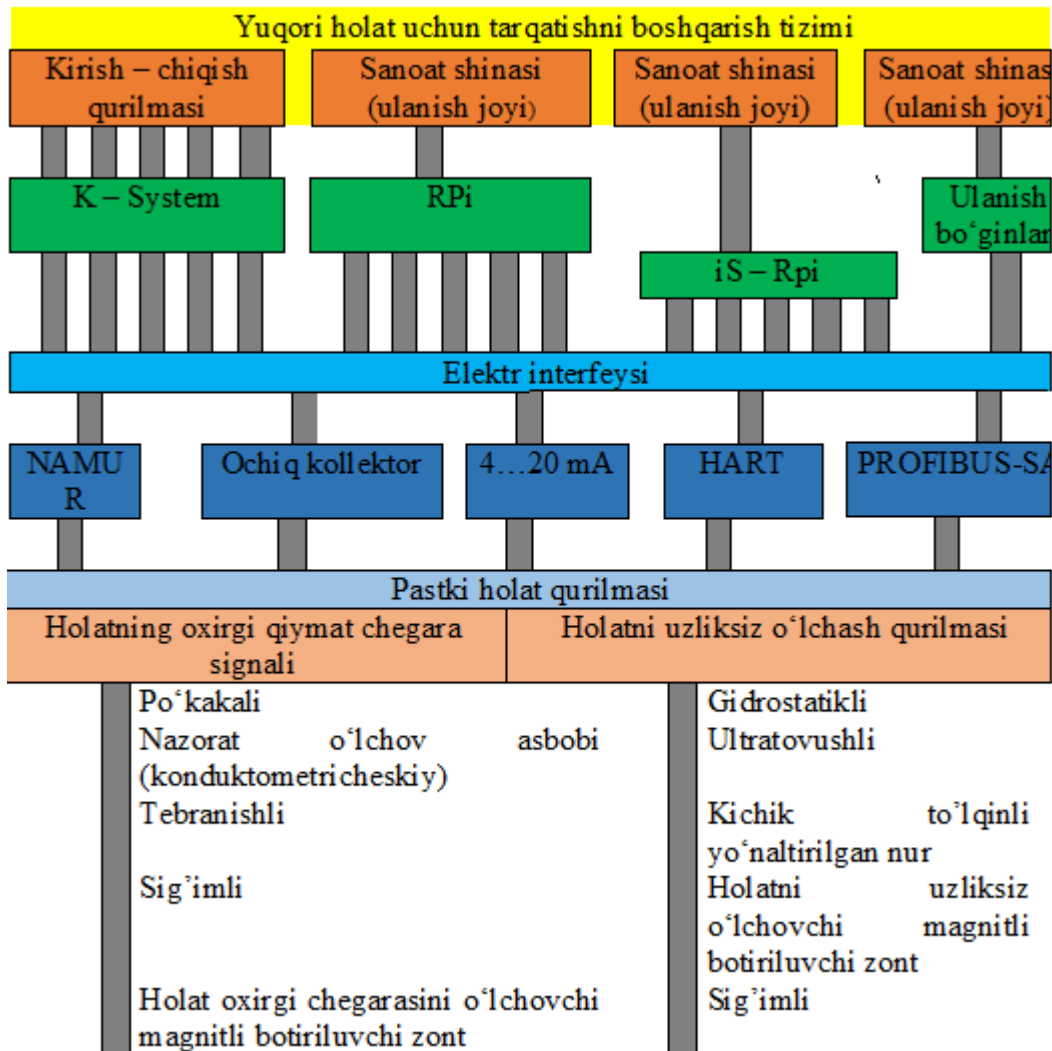
Satxni nazoratlash usullari ba‘zi manbalar ma’lumoti ularning tarqalish darajasi bo‘yicha foiz nisbatida taxminan quyidagicha baholanadi:

- po‘kakli – i 24%,
- vibratsion –t 21%,
- gidrostatik – 20%,
- konduktometrik – 5%,
- sig‘imli – 15%,
- signal o‘tish vaqtini o‘lchash asosida – 15%.

Diqqatga sazovori, ko‘p hollarda suyuq materiallar satxini o‘lchashga to‘g‘ri keladi: 82% holat suyuq materiallar, qolgan 18% i sochiluvchan materiallarga to‘g‘ri keladi; bunda so‘ngi yillarda signallarning o‘tish vaqtini o‘lchash usullarini (ultratovushli va yo‘naltirilgan mikroto‘lqinli nurlanish) ishlatish ulushi jadal o‘smoqda.

Satxni nazoratlash vositasi ishlab chiqarishni avtomatlashtirish tizimining (9.13 – rasm) bir qismi bo‘lib, sifati sezilarli darajada ushbu tizimlarning samaradorligini aniqlaydi.

Turli Fizik prinsiplar asosida yaratilgan Pepperl+Fuchs firmasining satx o‘lchagichlari yaxshi metrologik ko‘rsatkichlari, ekspluatatsion ishonchliligi bilan tavsiflanadi, shuningdek ularni raqamli kommunikatsion sanoat tarmog‘i bilan bog‘lash imkoniyati bo‘lib, ko‘rsatkichlarni masofadan rostdashniamalga oshirish, o‘lchangan axborotlarni oldindan hisoblab ishlov berishni o‘tkazish, zamonaviy avtomatizatsiya vositalari bilan axborotli o‘zaro harakatni tashkil etish imkonini beradi.



9.13 – rasm. Texnologik jarayonni avtomatik boshqarish tizimida (ASU TP) satxni nazoratlash vositasini zamonaviy bir qismi sifatida

### Nazorat uchun savollar

1. Sathni o'lchashning gidrostatik usuli?
2. Pulskon seriyadagi LTC datchiklarining texnik tavsifi?
3. Satxni nazoratlash vositasi zamonaviy ASU TP ning bir qismi sifatida
4. Satxni uzluksiz o'lchovchi magnitli datchiklar?
5. Sath datchiginin texnologik jarayonda kommunikatsion tarmog'ini qo'llanilishi?
6. Gidrostatik o'lchash tizimining ishlashining fizik prinsiplari?

## **10. Ichimlik suvi nasos stansiyasida suv sarfini zamonaviy datchillar yordamida nazorat qilish.**

Ichimlik suvi nasos stansiyasida suv sarfini zamonaviy datchillar yordamida nazorat qilish. Quyidagi qo'llaniladigan akustik integratorli "EXO-R-02" sarf o'lchagich (keyingi o'rinlarda "sarf o'lchagich" deb yuritiladi) ning konstruksiyasi, ishlash prinsipi, montaj qilish qoidalarini o'rganish, tekshirish, ekspluatatsiya qilish mobaynida texnik yordam ko'rsatish usullarini o'rgatadi.

EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichi katta hajmli (sonli) suyuqliklarni, shu jumladan, kengligi 4 metrgacha bo'lgan ochiq kanallardagi oqava suvlar va diametri 100 mm. bo'lgan quvurlardagi kam bosimli suvlar, shuningdek, sanoat korxonalari, tozalash binolari, kanalizatsiya tarmoqlaridan chiqayotgan suvlarni hajmini o'lchash uchun ishlatiladi.

Suyuqliklarni hajmini o'lchash ishlari suv quvurlari yoki havzalarida maqbul usullarni qo'llagan holda amalga oshiriladi.

Bundan tashqari, sarf o'lchagich ochiq kanallarda va bosimi kam bo'lgan suv quvurlarida suyuqlikni ko'p miqdorda sarfini avtomatik nazorat qilish uchun qo'llaniladi.

Standart ariqchalar, suv quvurlari va bosimi kam suv quvurlaridan oqayotgan suyuqliklarni hajmi va sarfini o'lchash ishlar qarorlari asosida olib boriladi.

Akustik sarf o'lchagich AO' (AP)-11 yoki AO' (AP)-13 turidagi (keying o'rinlarda AP deb yuritiladigan asboblari-*AP preobrazovatel pervichnogo akusticheskogo*) birlamchi akustik o'zgartirgich va uzatiluvchi o'lchov o'zgartirgichi UO'O'-R(PPI-R) (keyinchalik UO'O' deb yuritiladi)dan tashkil topgan va chang, suvga chidamli qilib ishlab chiqilgan.

AO'ning turli modifikatsiyalari turli o'lchamdagi suv quvurlari uchun mo'ljallangan.

Akustik o'lchagich GOST 15150 bo'yicha joylashtiruv 2 talablariga mos keladi, biroq, ishlashi uchun tashqi harorat -30 dan +50 C gacha bo'lishi talab etiladi.

GOST 14254 ga binoan AO' IP-64 sinfli suv va changdan himoya, UO'O' esa IP-65 sinfli suv va changdan himoya tizimi qo'llangan holda ishlab chiqariladi.

Sarf o'lchagichning chiquvchi signali suyuq kristall displeyning oynasida namoyon bo'ladi.

Sarf o'lchagich qo'shimcha chiquvchi signallarga (galvanik jihatdan alohida) ega:

–Tanlanuvchi diapazonli 0-5, 0-20 yoki 4-20 mA bo'lgan sarfning ayni vaqtdagi qiymatini aniqlovchi doimiy tok signaliga ega;

–100 V, 80 mA yuklama quvvatiga ega, suv quvurlarini yuqori, o'rta va quyi satxlarini nazorat qiluvchi signalizatsiya tizimini o'z ichiga oluvchi birdan uchtagacha bo'lgan “quruq kontakt” releli kirish;

–Qo'shimcha qurilmalardan oqayotgan suyuqlik hajmini va davomiyligini qayd etuvchi Impuls massasini tanlagan holda impulsli chiqish;

–Ma'lumotlarni kompyuterning RS-232 yoki RS-485 interfeysiga chiqarib berish;

Suyuq kristall displeyda shuningdek yana quyidagi ma'lumotlar ham o'rin oladi:

- O'lchov kattaliklarini mavjud qiymatlari:

- Sarflarning qiymatlari;

- Satxlarning qiymatlari;

- Umumiy hisob vaqti;

- Sana va vaqt;

- Arxiv tarkibi:

- Soatlik – 2500 qaydlar (100 sutkadan ziyod);

- Sutkalik – 2200 qaydlar (6 yildan ziyod);

- Hisoblashlar orasidagi tanaffus – 100 ta qayd;

- Nosozliklar haqida diagnostika habarlari.

“Prosmotr”, “Arxiv” va “Vvod” tugmalarini bosish orqali qurilmaning old oynasida aks etuvchi xabarlarini boshqarish mumkin bo'ladi.

Sarf o'lchagichning shartli belgilari quyida berib o'tilgan.

Sarf o'lchagichga buyurtma berishda suv quvuri (bosimi kam suv quvuri yoki ochiq kanal) ning turi ko'rsatilishi kerak bo'ladi.

Suv quvuri uchun quyidagilar ko'rsatilib o'tilishi kerak:

–Ichki diametr;

–O'lchov qismida U-simon o'lchagichning bo'lishi;

–To'ldirilganda suyuqlikning maksimal darajadagi satx belgisi;

–Tomish tezligi va to'lish tezligi, tezlikni o'lchash va tezlikni o'lchash usuli;

–Suv quvuri materiali;

–Suv quvuri joylashgan joy (yer ostida, binoda, ochiq joylarda);

Ochiq kanal uchun quyidagilar ko'rsatilib o'tilishi kerak:

–Suv saqlovchi qurilma (Venturi, Parshal lotogi, devori yupqa vodosliv va boshqalar.);

– Suv saqlovchi qurilma parametrlari;

–To'ldirilganda suyuqlikning maksimal darajadagi satx belgisi;

–Kanal joylashgan joy (ochiq joylarda yoki bino ichida).

### **10.1. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichini**

#### **texnik ma'lumoti**

Mazkur suyuqliklarni katta sarfi quyidagi diapazonlardan birini qo'llagan holda amalga oshiriladi:

0-0,1; 0-0,15; 0-0,2; 0-0,25; 0-0,3; 0-0,35; 0-0,4; 0-0,45; 0-0,5; 0-0,6; 0-0,7; 0-0,8; 0-0,9; 0-1,0; 0-1,1; 0-1,2; 0-1,3; 0-1,4; 0-1,5; 0-1,6; 0-1,7; 0-1,8; 0-1,9; 0-2,0; 0-2,5; 0-3,0; 0-4,0; 0-5,0 m<sup>1</sup>.

Katta hajmli suyuqliklarni o'lchash ishlari nisbiy xatoligi diapazoni 20-100 % atrofida bo'lganda daraja o'lchash diapazoni  $\pm 3,0$  % dan ko'p bo'lmasligi kerak. Akustik o'lchagichning parametrlari, uning turlari va butunrossiya mahsulot tasnif kodlari 10.1 - jadvalda berilgan.

AO' ning parametrlari, uning turlari va BMTi (OKP-obsherossiyskiy klassifikator produktzii) kodlari.

10.1 – jadval

Turi	BMT(OKP) kodi	Suv quvuridagi suyuqlikni o'lchashning yuqori satxi	Sezuvchanliksiz zona
AP-11	421361 034500	5,0	1,0
AP-13	421361 034609	0,3	0.25

Katta hajmli suyuqliklarni o'lchash ishlari keltirilgan xatoligi diapazoni 0 dan 20 % gacha bo'lganda daraja o'lchash diapazoni  $\pm 3$  % dan ko'p bo'lmasligi kerak.

Sarf o'lchagichning o'zgaruvchan tok tarmog'idan oladigan toki miqdori 220 V kuclanish va 50 Hz chastotaga ega.

Sarf o'lchagichning sarflaydigan quvvati 20 Wt dan oshmaydi.

AO'ga havo harorati – 30 dan +50 gradusgacha, UO'O' ga esa –20 dan +50 gradusgacha bo'lishi talab etiladi.

AO' 35 °C haroratda nisbiy havo namligi (95  $\pm$ 3) % bo'lgan, AO'O' esa huddi shu haroratda namlik miqdori 80 % bo'lgan sharoitlatga chidamli.

2.8. Sarf o'lchagichning harorat o'zgarishi bilan bog'liq adashish xatoligi AO'O' da –20 dan +50 gradus oralig'ida har 10 gradusda 0,5  $\delta$  dan katta bo'lmasligi lozim.

Sarf o'lchagichning harorat o'zgarishi bilan bog'liq adashish xatoligi AO' da –20 dan +50 gradus oralig'ida har 10 gradusda 0,5  $\delta$  dan katta bo'lmasligi lozim.

Sarf o'lchagichning tok manбайдan oladigan 220 V nominal kuchlanishi deyarli sezilmaydigan tarzda 22V ga ko'payishi yoki aksincha 33V ga kamayishi ta'sirida yuzaga keladigan adashish xatoligi 0,5  $\delta$  dan katta bo'lmasligi lozim.

Tok manбайдan uzilgan taqdirda sarf o'lchagich o'zidagi bor ma'lumotlarni 12 oy davomida saqlay oladi.

Chiquvchi signal 0-5 mA va zanjirga tushadigan tashqi yuklama 2,5 kOm hamda 4,20 mA lik chiquvchi signal va 1 kOm ni tashkil etuvchi zanjirga tushadigan tashqi yuklamani ko'tara oladi.

Sarf o'lchagichda 4 ta usulda o'lchash ishlarini amalga oshirish mumkin:

Birinchi rejim – daraja o'zgarishining barcha diapazonlarida sarflarni o'lchash.

Ikkinchi rejim – 2-100 % diapazonida daraja o'zgarishining sarflarni o'lchash, 0-2 % diapazonida sarf qiymati 0 ga teng.

Uchinchi rejim – daraja o'zgarishining barcha diapazonlarida suv quvurining maksimal qiymatlarida sarflarni o'lchash,

To'rtinchi rejim – 2-100 % diapazonida daraja o'zgarishi va “to'lish” fiksatsiyasi asosida.

Sarf o'lchagichning to'liq o'rtacha ishlatilish muddati – 6 yil.

## **10.2. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichining tuzilishi va ishlashi**

Sarf o'lchagich bitta AO' (AO'-11 yoki AO' -13) va bitta AO'O' dan tashkil topgan. Bog'lovchi kabel jamlanmaning tarkibiga kirmaydi.

AO' va AO'O' ni orasidagi bog'lovchi kabelning uzunligi 200 metrdan oshmasligi kerak. Buyurtmaga ko'ra sarf o'lchagich kabelga 300 metr uzunlikda moslashtirilgan.

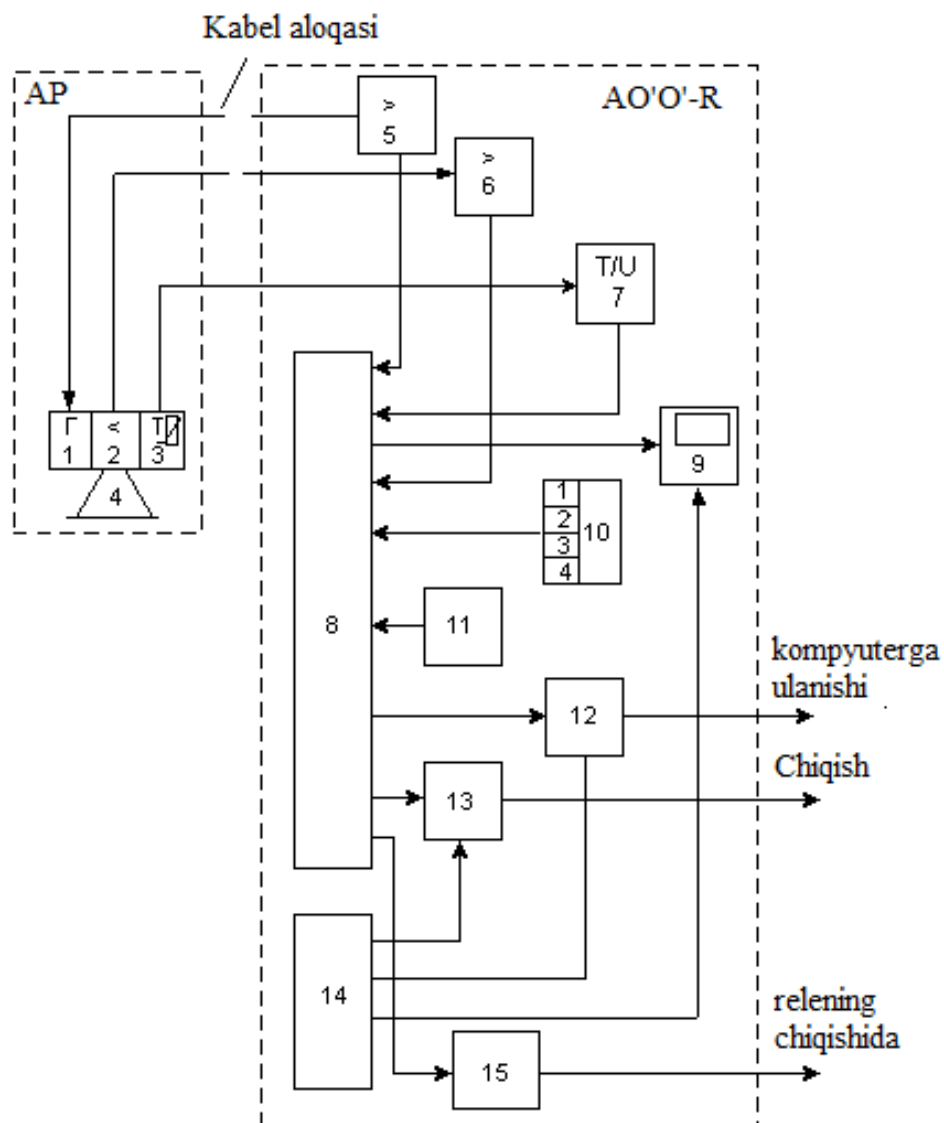
Kabel turi – ixtiyoriy ekranli, tolalari soni 5 tadan oshmaydigan (KUPV GOST 18404.3) kabellar kiradi.

Sarf o'lchagich qurilmalari va ishlashi, sarf o'lchagichning ishlash prinsipi suv quvurlaridan oqayotgan suyuqlik darajasidagi akustik lokatsiyaga asoslangan.

O'lchash nurlatuvchi manbadan nazorat zonasigacha bo'lgan muhitda ovoz tebranishlarini tarqalish va qaytish vaqtini hisoblash orqali amalga oshiriladi. Qayta hisoblash ishlari aniq bir suv havzalari yoki suv quvurlarida amalga oshiriladi.

EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichining tuzilishi va sarf o'lchagichning struktura tuzilish sxemasi 9.1-rasmda keltirilgan.





10.1 – rsm. EXO-R-02 akustik integratorli sarf  
o'lhagichinining tuzilishi sxemasi

Sarf o'lhagichning asosiy elementlaridan bo'lib, mikrokontroller(8) hisoblanadi. Sarf o'lhagichni funksiyalash algoritmi ishlab chiqarishda xotirasiga yoziladi. Dasturda qurilmaning alohida uzellarini darajasidan qat'iy nazar sarfini hisoblashdan iborat. Buffer qurilma (5) yordamida qisqa impuls jo'natiladi (epyura 1), zondlangan signallarni chiqaruvchi generator(1). Zondlangan signallarni chiqaruvchi generator akustik o'zgartirgichlar (4)da hosil bo'luvchi ma'lum takrorlash chastotasiga ega radioimpulslarni ishlab chiqaradi (epyura 2).

Akustik signallar gazli muhitda tarqaladi va bo'lmaning chegaralaridan "gaz-suyuqlik" ko'rinishida qaytadi hamda yana o'sha elektroakustik o'zgartirgich

tomonidan qabul qilinadi. Qayta o'zgartirilgach qaytgan signallar akustik o'zgartirgich (epyura 3) ning kuchaytirgichlari (2) yordamida kuchaytiriladi va bog'lovchi kabellar yordamida axborot-signallarini kuchaytiruvchi-shaklini o'zgartiruvchi (6) ga uzatiladi.

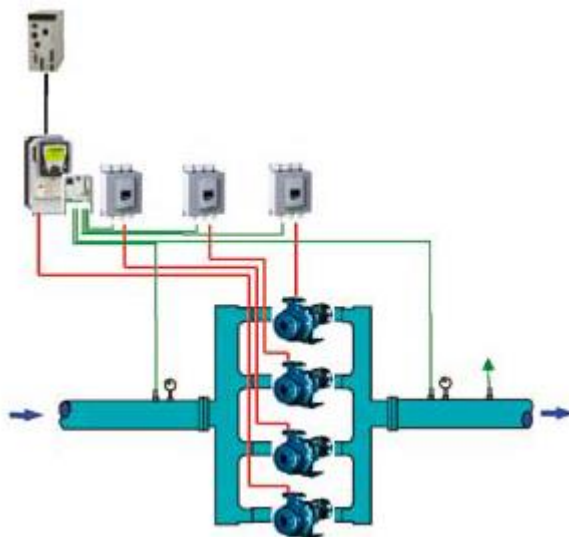
Bu kuchaytirgich kuchaytirish jarayonini avtomat tarzda sozlash imkoniyatiga ega chiziqli kaskadga ega.

Kuchaytirgichdan chiqqan to'g'ri chiziqli signallar axborot signallarining shovqin ko'rinishida yordamchi qurilmalar yordamida mikrokontrollerga (8) keladi. Ovoz tezligi kompensatsiyasini o'zgartirish nazorat ob'yekti havosining haroratiga bog'liq holda sarf o'lchagichda termobrozavatel (3), termopreobrazovatelning tok kuchlanishini o'zgartirgich (7) qo'llanilgan. Chiquvchi signallar oxirgi bo'lib ASP mikrokontrollerining kirishiga beriladi.

Axborot signalining kechikish vaqti nisbatan zondlangan va ultratovush tezligida darajani qiymatini o'lchash yordamida amalga oshiriladi. Natijalar olingach suyuq kristalli display (9) da namoyon bo'ladi.

Sarf o'lchagichda o'z-o'zini tahlil qilish (diagnostika) funksiyasi mavjud va u ko'pgina nosozliklarni aniqlash va displeyda ko'rish imkonini beradi. ("Yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nosozliklar va ularni bartaraf etish usullari" 9-bobga qarang!).

AO' elektr impulslarni akustikka va qaytgan impulslarni, AO' ning asosini rezonans chastotalardan birida ishlaydigan pyezokeramik disk tashkil etadi. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichinining quvurga o'rnatilishida AO' ning asboblari yordamida ulanishlar ketma – ketlik tuzilish sxemasi 10.2 – rasmda keltirilgan.



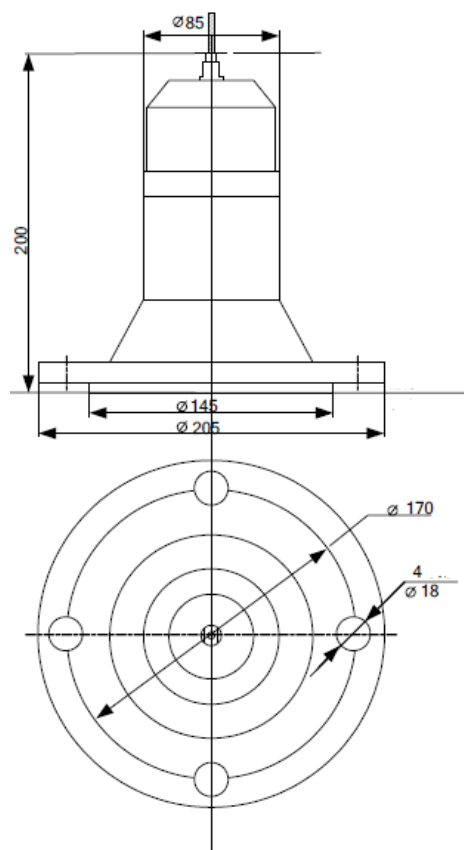
10.2 – rasm. AO' ning asboblari yordamida ulanishlar ketma – ketlik tuzilish sxemasi.

Zondlovchi impuls generatori D1 mikrosxemasi va VT5 quvvat kuchaytirgichida joylashgan radioimpuls generatoridan tuzilgan. Radioimpulslarning to'lish chastotasi o'zgaruvchan rezistor R13 tomonidan sozlab boriladi. Kuchaytirgichning namunaviy ko'rinishi D2 mikrosxemada keltirilgan.

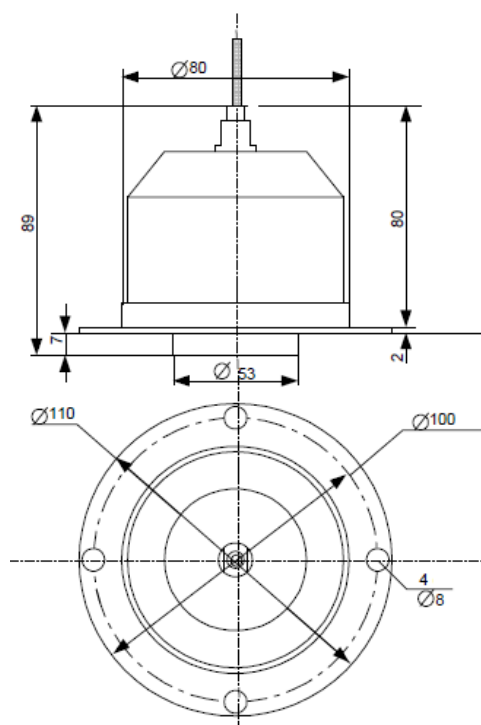
Suv quvurlarini o'lchamlariga bog'liq holda AO' ning turli modifikatsiyalari mavjud.

AO'-11 ning konstruksiyasi 10.3 - rasmda ikki qismdan iborat ko'rinishi keltirilgan. AO'ning quyi qismi pentoplast yoki polipropilendan qilingan va u o'zida o'tkir uchli konus shaklini namoyon etadi, katta asosi esa mahkamlanadigan flanesga ulangan. Kichik asosga o'zida doira shaklini namoyon etuvchi pyezokeramik diskli metall membranani mujassam etgan akustik vibrator qotiriladi. Konus akustik energiyani konsentratsiyalash zarur. AO' - 11 ning yuqori qismida elektron sxema joylashgan alyumin qoplamali korpusi bor.

AO' - 13 ning konstruksiyasi 2 ta qismdan iborat b'lgan umumiy ko'rinishi 10.4 – rasmda keltirilgan. AO' ning quyi qismi o'zida pyezokeramik vibrator joylashtirilgan silindr shaklini eslatuvchi va silindrli asosning quyi qismiga qotirilgan nurlatuvchi yuzaga ega.



10.3 – rasm. AO'-11 ning konstruksiyasi ikki qismdan iborat ko'rinishi.



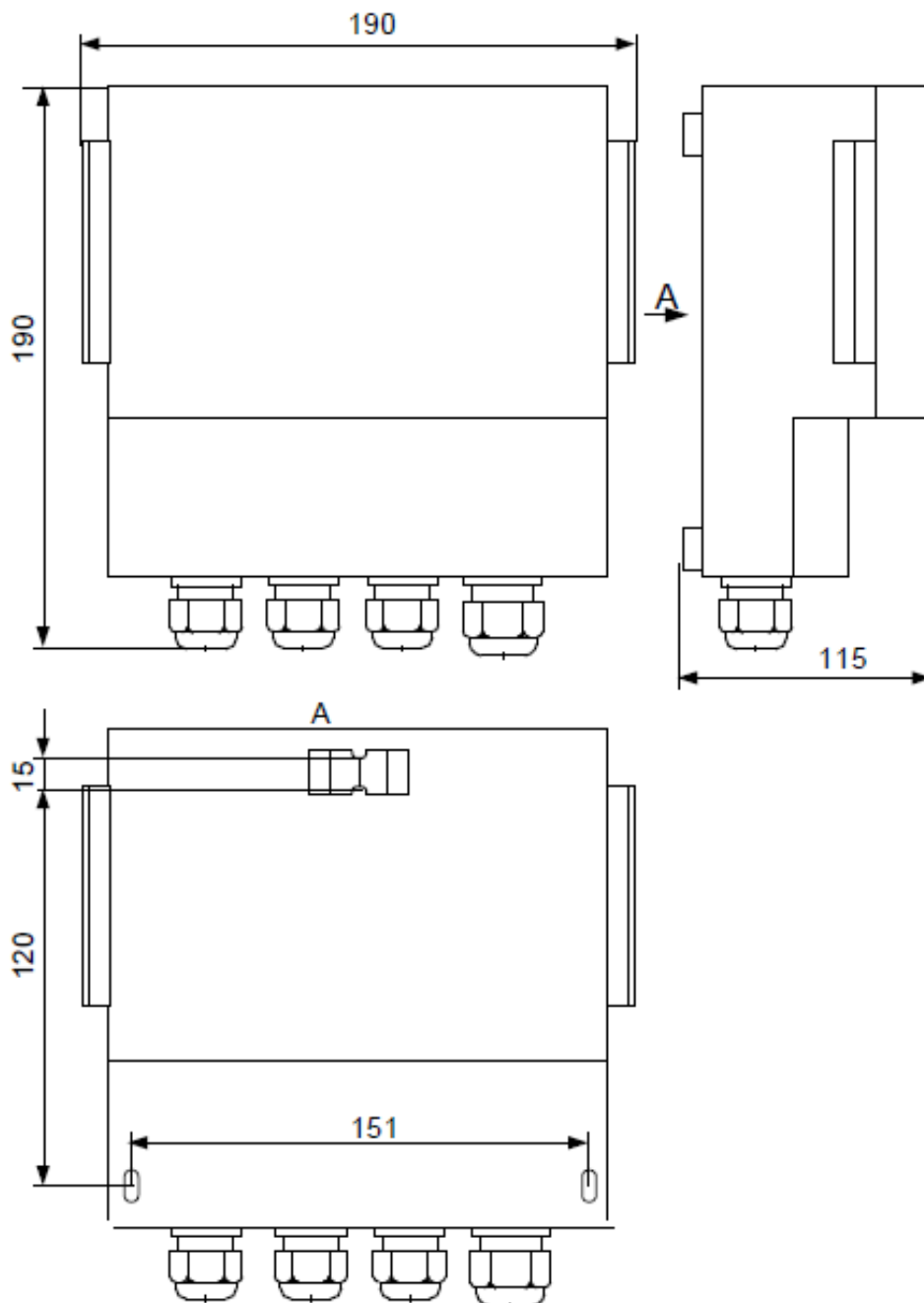
10.4 – rasm. AO' - 13 ning konstruksiyasi 2 ta qismdan iborat b'lgan umumiy ko'rinishi.

Pyezoelement yuqori qismidan suvga chidamli qoplama bilan qoplangan.

AO' da salnik orqali kabelning germetik chiqishi mavjud. Kabel korpusning ichiga namlik o'tkazmasligi uchun germetik qoplama bilan qoplangan.

Germetik qoplamani montaj davomida olib tashlanishi yoki zararlanishi qurilmaning ishdan chiqishiga olib keladi.

Uzatuvchi o'lchagich o'zgartirgichi UO'O' impuls kechikishini suyuq kristalli ekranda fiksatsiyalangan holda namoyon etish imkonini beradi va uning shkafi 10.5 – rasmda keltirilgan.



10.5 – rasm. AO' datchigni o'rnatishdagi maxkamlash konstruksiyasi.

UO'O' ning asosiy tuguni – bir kristalli Atmega 64 mikrokontrolleridir.

Kontroller quyidagi vazifalarni bajaradi:

1 – akustik datchikni davriy ishga tushirish.

2 – akustik datchikni davriy ishga tushirish bilan qaytgan signal orasidagi vaqt oralig'ini o'lchash.

3 – harorat korreksiyasi kanalini ishini ta'minlash.

4 – vaqt hisobini olish.

5 – 2,3,4 punktlar natijasi asosida sig'im, sarflar hisobini yuritish.

6 – olingan natijalarni arxivlash (saqlash).

7 – ma'lumotni sonli-harf usulida displeyga chop etish.

8 – RS-232 (RS-485) interfeysdan foydalangan holda kompyuterning porti orqali ikki yoqlamali aloqani ta'minlash.

Berilgan funksiyalariga qarab chiqamiz.

1. "STROB" signali kerakli uzunlikda dastur usulida hosil qilinadi va chiqarishdan mikrokontroller (15) yordamida olib taslanadi.

2. "Signal normasi" mikrokontroller (12) kirishiga yo'naladi. Raqamli filtratsiyaga ega, kerakli matematik qayta ishlashdan so'ng qaytgan signalning ushlanib qolish vaqti aniqlanadi.

3. Termoo'zgartirgich signal kuchlanishi ichki ARO' mikrokontroller yordamida o'lchanadi, buning uchun qayd qilingan signal mikrokontroller chiqishiga 60 so'ndiriladi.

4. Sarf o'lchagichning normal funksiyalashishini fiksatsiyalash maqsadida kontrollerda DS1340 (D3) mikrosxema ishlatiladi, u o'zining soat va kalendariga ega. D3 ning uzluksiz energiya ta'minoti kimyoviy element E1 tomonidan ta'minlanadi.

5. Akustik datchik joylashgan muhit harorati va termo o'zgartirgichning signal darajasi orasidagi bog'liqlik, shuningdek ultratovush signalining tarqalishi va muhit harorati doimiy o'lchab boriladi. So'ngra sig'im va sarfning miqdori, absolyut va nisbiy darajalari o'lchanadi. Bir vaqtda integratsiya vaqti ham hisobga

olinadi. D2 energiyaga bog'liq mikrosxema yordamida qurilmani o'chib qolish holatlarida oxirgi ma'lumotlar xotiraga saqlanib qoladi.

6. D2 mikrosxemasi shuningdek quyidagi ma'lumotlarni o'zida saqlovchi 3 ta arxiv yaratilishiga xizmat qiladi:

- Oxirgi 2500 tasi (arxivga murojaat qilinganda) qiymati, har soatda qayd qilingan.

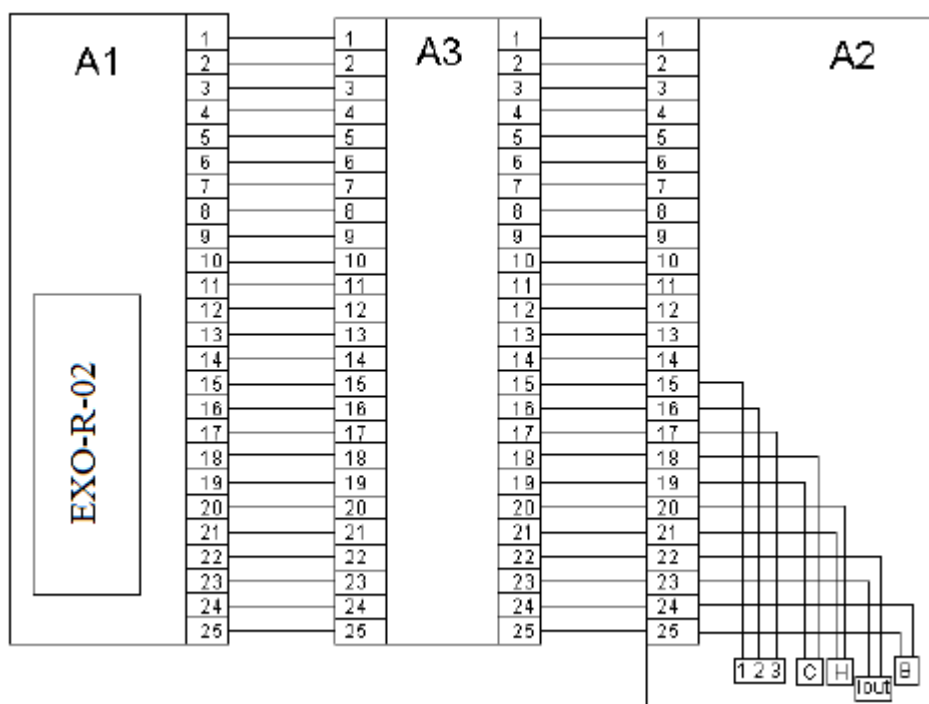
- Oxirgi 2200 tasi (arxivga murojaat qilinganda) qiymati, har sutkada qayd qilingan.

- 100 marta qurilmani yoqib, o'chirilgani sanasi, soati va sababi.

7. Raqam-harfli suyuq kristall displeyi (16 ta belgidan iborat 2 ta qator) ishchi va o'lchov ma'lumotlarini chop etadi.

8. Kontroller ma'lumot almashinish tezligi 9600 bod ga teng, RS-232 standartiga mos ikki yo'nalishdagi portga ega. Portning tarkibiga universal asinxron qabul qilib uzatgich mikrokontroller, ADM232 mikrosxema kiradi.

UO'O' ning elektron sxemasi A1 va A2 bosma platalariga joylashtirilgan. Platalar o'zaro A3 krossplatasi 10.6 – rasmda keltirilgan yordamida bog'lanadi.



10.6 – rasm. Platalar o'zaro A3 krossplatasi yordamida bog'lanishi.

A1 tuzilish sxemasida EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichi keltirilgan. Bu platada D5 mikrokontrolleri, 16 MHz li chastota kvarsli generatori, D3 (DS1340) mikrosxemaning ayni paytni ko'rsatuvchi soati, D2 (FM24CS256) energiyada ishlovchi mikrosxemasi joylashgan.

Sarf o'lchagichni tayyorlashda mikrosxemani analoglariga almashtirish mumkin.

A2 ning tuzilishda esa, bu platada kuch transformatori, manba bloki, axborot signallarini kuchaytirgich-o'zgartirgich, simlarni ulash uchun klemma kolodkalari, predoxranitellar joylashgan.

Transformatorning obmotkalarida o'zgaruvchan kuchlanishning quyidagi kattaliklari bo'lishi kerak:

1–2–  $\sim(10,0 \pm 2)$  V;

2–3–  $\sim(10,0 \pm 2)$  V;

4–5–  $\sim(9,5 \pm 2)$  V;

7–8–  $\sim(9,5 \pm 2)$  V;

9–10–  $\sim(27,5 \pm 2)$  V;

18–20–  $\sim(50 \pm 3)$  V;

Manba blokida +5 V;  $\pm 5$ ; +24 V; +50 V kuchlanishdan quvvat olib ishlaydigan to'g'rilagich va stabilizator mavjud.

Axborot signali kuchaytirgich-to'g'rilagichi o'zida ARU D6 bilan birga chiziqli kuchaytirgich, D8 signal detektor, D7 signal to'g'rilagichini mujassamlashtirgan.

RS-232 (RS-485) interfeysi A3 platada joylashgan. U o'zida ADuM 1300 mikrosxemasida bajarilgan galvanik bog'lama, to'g'rilagich va kuchlanish stabilizatori ( $5 \pm 0,1$  V), ADM232 (ADM485) daraja o'zgartirgichini namoyon etadi.

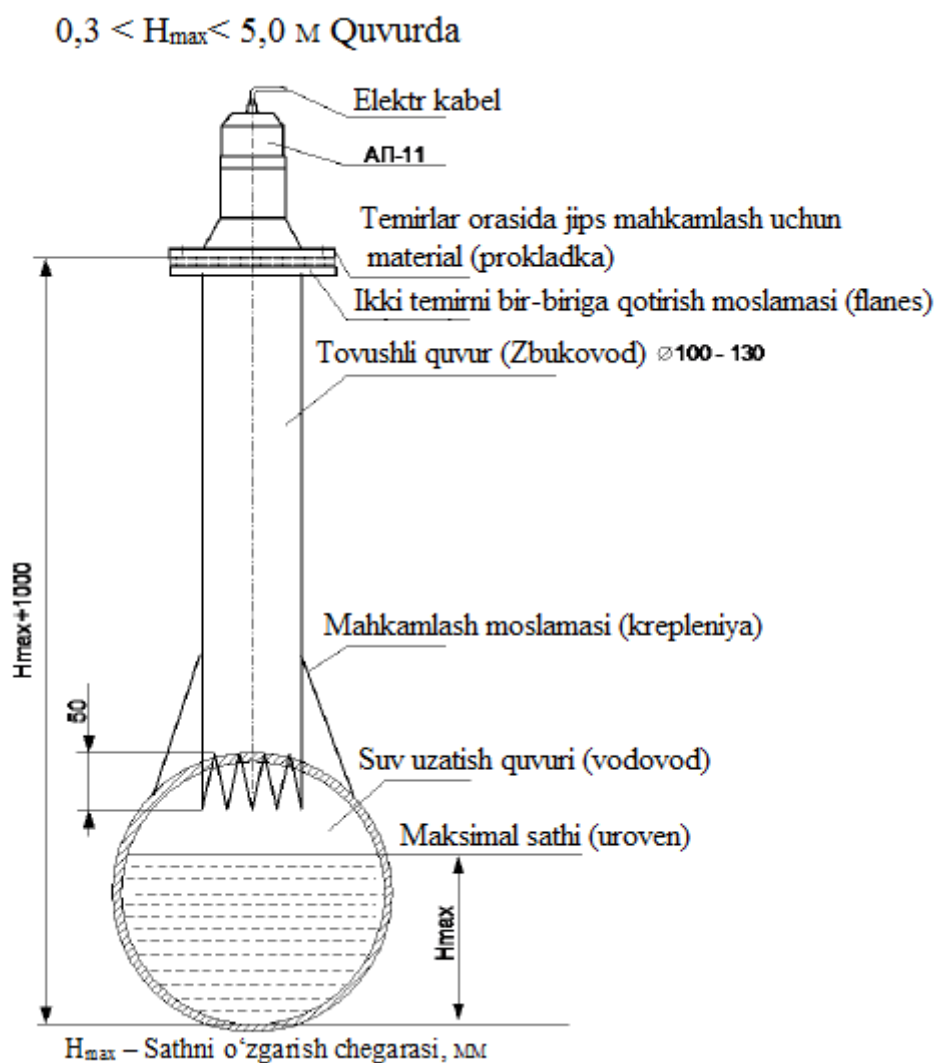
Tokli chiqish bloki A1 plataga qotiriladi (buyurtma bo'yicha). Raqamli kodni tokli chiquvchi signalga o'zgartirishda AD420 (D1) turidagi mikrosxema



qo'llanilgan. Tokning qiymati (0–5), (0–20), (4–20) mA ni ekspluatatsiya jarayonida o'zgartirish mumkin.

### 10.3. O'rnatish tartibi va ishga tayyorlash.

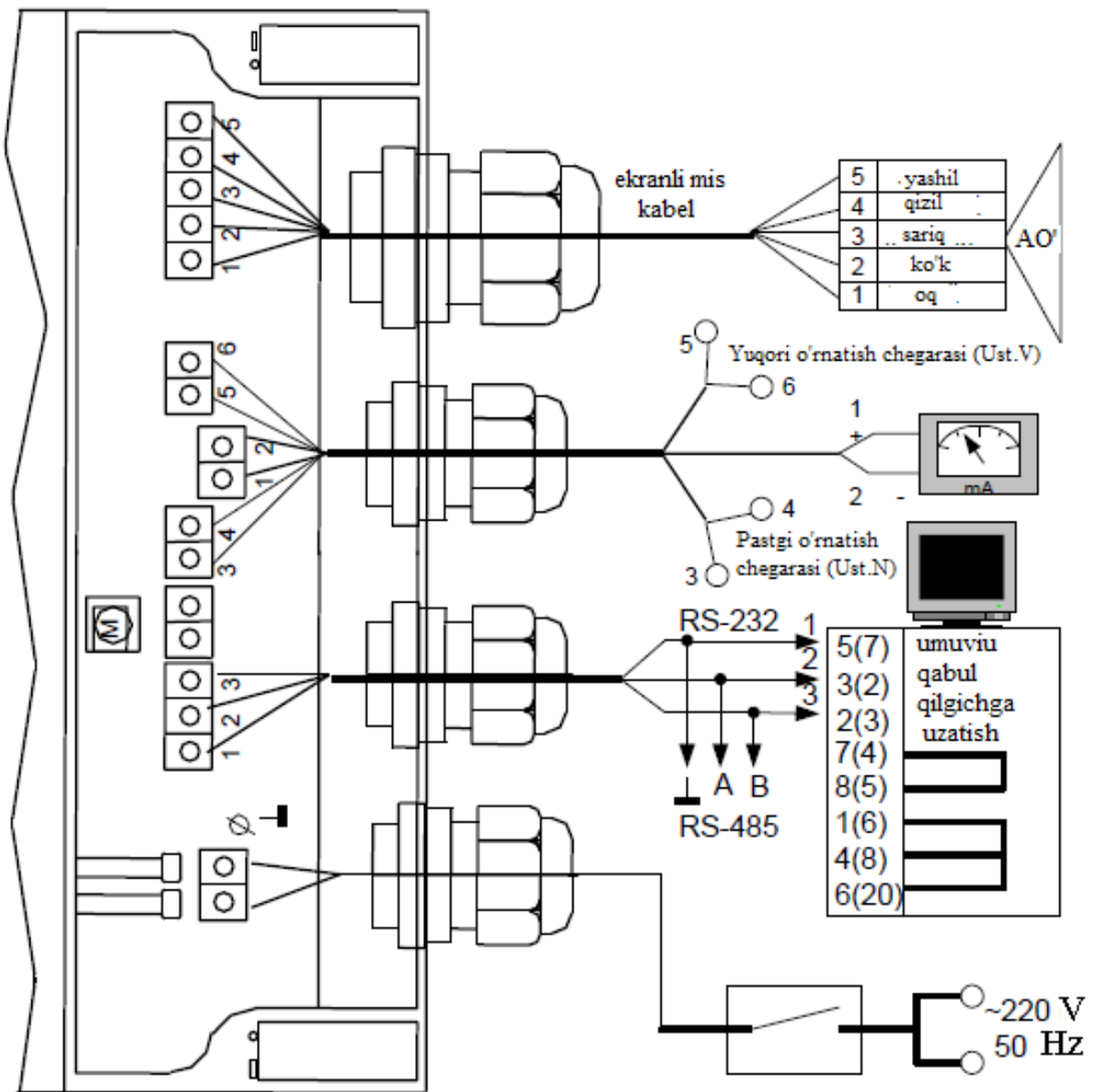
Sarf o'lchagichni o'rnatish, montaj qilish va xizmat ko'rsatishda texnika xavfsizligi qoidalari va huquqiy-normativ hujjatlarga qat'iy rioya etish talab etiladi. Qoidalar bo'limda "xavfsizlik qoidalari" nomi bilan berilgan. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichining quvurga o'rnatish va uni mantaji 10.7-rasmda keltirilgan.



10.7 – rasm. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichining quvurga o'rnatish va uni mantaji.

AO' ning to'g'riburchakli kanalda joylashtilishi MI 2406-97 talablariga muvofiq olib boriladi. AO' vodosliv yoki o'lchov lotoklaridan oldin quyidagicha o'rnatiladi:  $4H_{max}$  masofada – vodoslivdan oldin yupqa devorli holda,  $3 H_{max}$  masofada Venturi lotogidan oldin, Parshall lotogidan oldin 4 –jadval MI 2406–97 ga ko'ra (taxminan  $0,66 L_1$  gorlovinadan oldin, bu yerda  $L_1$  kiruvchi seksiya yon devorining uzunligi).

AO' va AO'O' ni o'rnatish joyi gabaritli chizmalar va montaj eskizlari asosi 10.8 –rasmda passport bo'yicha ulanishlari keltirilgan. Bunda pasportda ko'rsatilgan maksimal qiymatga e'tibor qaratish talab etiladi.



10.8 –rasm. Montaj eskizlari asosida passport bo'yicha ulanishlari.

Bosimi kam suv quvurlarida sarflarni o'lchash maqsadida AO' larning o'rnatilishi MI 2220-96 talablariga ko'ra olib boriladi.

AO' to'g'ri chizikli hududda yon tomonlama ulashlarsiz va quvurning oxiriga yaqinligi  $8 \div 10 H_{max}$  dan yaqin bo'lmagan holatda o'rnatiladi.

Qodaga ko'ra, AO' o'rnatilishi quduqda amalga oshiriladi. Mavjud quduqlar bo'lmaganda esa ularni qurish talab etiladi.

AO' ning qotirilish joyi shunday bo'lishi kerakki, AO' ning geometrik o'qi vertikal tarzda o'lchash uchun ham halaqit bermasligi kerak.

AO'O' shitlarda, boshqaruv pultlarida, kronshteynlarda va boshqa. o'rnatilishi mumkin.

AO'O' larni isitish batareyalari, elektr pechlari va boshqa issiqlik manbalari yaqinida, shuningdek harorat darajasi keragidan ortiqcha bo'ladigan binolarda o'rnatish tavsiya etilmaydi ("Texnik ma'lumotlar").

Sarf o'lchagichni o'rnatishdan oldin uni passport ma'lumotlariga mosligini tekshirish, 10.6 - rasm keltirilgan sxemalardagi kabi ekanligini aniqlashtirish zarur. Buning uchun sarf o'lchagichni bir soat davomida ishchi holatda ushlab, so'ngra bosqichma-bosqich daraja ko'rsatkichlarini o'zgartirib borish kerak. Masalan 0,20,40,60,80 va 100% diapazon kabi. Schyotchik ko'rsatkichi davomiyligi sekondomer yordamida o'lchanadi. Sarflar quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$Q=(3600 \text{ s} / t_{o'zg} \text{ s}) \times 1 \text{ m}^3 / \text{soat}$$

Bu yerda  $t_{o'zg} - 1 \text{ m}^3 \text{ (s)}$  ga ko'rsatkichlarning kattalashish davri.

Sarf o'lchagichlarning o'rnatilishi.

AO' ning o'rnatilishi.

AO' ning qotirilish joyiga o'rnatilishi. Ovoz o'tkazuvchi quvur buyurtmachi tomonidan plastik yoki po'latdan ishlangan eskizlar yordamida tayyorlanadi. Eksploatatsiya jarayonida ovoz quvurlari devorini mexanik tozalash talab etiladi.

AO' ni qotirish qalinligi  $3 \div 5 \text{ mm}$  bo'lgan rezina prokladka yordamida amalga oshiriladi. AO'ni vertikal tarzda o'rnatish aniqligi  $\pm 0,01 H_{max}$  dan ( $H_{max}$  - daraja o'lchov diapazoni) kam bo'lmasligi lozim.

AO' ni atmosfera ifloslanishidan saqlash tavsiya etiladi.

#### **10.4. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichining texnik xizmat ko'rsatish**

Umumiy ma'lumotlar. Rasxodmerlarga texnik xizmat ko'rsatish iste'molchi-korxonadan tomonidan amlga oshiriladi. Plomba (muhr)larni kafolat muddati davomida yechish yoki almashtirishga faqatgina ishlab chiqaruvchi korxonadan yoki vakolatli tashkilotlar haqli.

Sozlashlardan so'ng sarf o'lchagichning normal ishlashini tekshirib ko'rish zarur.

Profilaktik tekshiruvlar yiliga 2 marta o'tkaziladi, agar ishlash jarayoni bundan ko'pini talab etmasa.

Profilaktika davomida quyidagi ishlar bajariladi:

- Tashqi ko'rinishi;
- Ovoz quvurlarining ichki devorlari holati (agar ular mavjud bo'lsa);
- AO' ning nurlatuvchi yuzasi tozaligi;
- AO' va AO'O' orasidagi bog'lanish;

Sarf o'lchagichlarni ta'mirlash va montaj qilishning asosiy qoidalari. Barcha ishlar sarf o'lchagich o'chiq paytida bajariladi.

AO' ni sochishning qoidalari.

Sochish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

- Kabelni ushlab turuvchi salnikning najim gaykasini bo'shatamiz;
- Qopqoqni bo'shatamiz;
- Ikkita gaykani bo'shatamiz va pechat platani olamiz;

AO' ning ishdan chiqqan detallarini almashtiramiz.

AO' ni yig'ish yuqoridagi berilgan holatlarning aksi bo'lib, qopqoq rezbasini va najim gaykasini qotirishdan avval germetik bilan qoplaymiz.

## **10.5. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichini tekshirish va sarf o'lchagichni tekshirish usullari**

Sarf o'lchagichni ilk tekshirish ishlab chiqarilgan vaqtdan boshlanadi.

Sarf o'lchagichning davriy tekshirishlar yiliga 2 martadan kam bo'lmasligi lozim.

Navbatdan tashqari tekshirishlar quyidagi hollarda amalga oshiriladi:

\*Ta'mirlashdan so'ng;

\*Sarf o'lchagichni nosoz ishlashi natijasida;

\*Plomba yaroqsiz holatga kelib qolganida va tekshiruvlarni qayd etish hujjatlari yo'qolganda;

\* Ikki yil saqlashdan so'ng ishlatililayotgan bo'lsa;

Sarf o'lchagichning nosozligi bartaraf etilgach, metrologik butunligiga ishonch hosil qilingach (predoxranitellar, similar, sig'imlar almashmagan bo'lsa) tekshiruv o'tkazilmaydi.

Sarf o'lchagichni tekshirish usullari. Tekshirish operatsiyalari. Buning uchun 10.2 – jadvalda berilgan shartlar bajarilishi lozim bo'ladi.

10.2 – jadval.

Operatsiya turi	Punkt raqami
Tashqi tuzilishini tekshirish	13.4.5.1
Namuna olish	13.4.5.2
Asosiy xatolikni aniqlash	13.4.5.3

Tekshirish vositalari. Tekshiruv tabiiy usulda qaytaruvchi shitlar yordamida tovushning qaytishi hisobiga (metall, daraxt va boshqalar) o'lchami quyidagi kattaliklardan kam bo'lmagan holda amalga oshiriladi:

AO'-11 uchun 0,7 x 0,7 m

AO'-13 uchun 0,2 x 0,2 m

Bunda quyidagi vositalar qo'llaniladi:

–Oralig'i 0,2 s bo'lgan "Agat" sekundomeri;

–GOST 2323-72 ga muvofiq keluvchi daraja ko'rsatkichlari 0 °C dan 50 °C gacha oraliqda bo'lgan termometr;

–nisbiy namlik ko'rsatkichi 20 dan 90% gacha bo'lgan GOST 6363-52 ga mos VIT-2 psixometrik gigrometri;

–Bosim ko'rsatkichi 610 dan 790 mm simob ustuniga teng TU 912-500-TU1 ga mos M67 barometr-anerodi;

–0-3 m o'lchovli attestovanli ruletka;

–Shuningdek yana analog yoki yaxshiroq metrologik tavsiflarga ega o'lchov asboblari qo'llanilishi mumkin.

Barcha o'lchov asboblari tekshiruvdan o'tgan va bu haqida tegishli klemmlar bilan belgilangan bo'lishi kerak.

Xavfsizlik talablari.

Tekshiruvga foydalanish bo'yicha qo'llanma bilan tanish shaxs qo'yiladi.

Sarf o'lchagichni o'rnatish, montaj qilish va foydalanishda berilgan "xavfsizlik qoidolari" bilan tanishish zarur.

Tekshiruvdan o'tkazish va unga tayyorgarlik ko'rish tartibi

Tekshiruv o'tkazishda quyidagi talablar bajarilishi kerak:

- Muhit harorati  $(20 \pm 5)$  °C bo'lishligi;
- Nisbiy namlik 30 dan 80 % gacha bo'lishi;
- Atmosfera bosimi 0,084 dan 1 MPa (630 dan 800 mm simob ustuni) gacha;
- Energiya iste'moli o'zgaruvchan kuchlanishdan  $(220 \pm 4,4)$  V, chastota esa  $(50 \pm 0,5)$  Gs;
- Vibratsiyadan, tebranish, magnit maydonidan (yernikidan tashqari) himoya;
- Tekshiruvdan oldin sarf o'lchagich 1 soat mobaynida o'chiq holatda turgan bo'lishi lozim;
- sarf o'lchagich 1 soat davomida ishchi holatda bo'lishi;

Tekshiruvni o'tkazish tashqi ko'rinishini tekshiruvdan o'tkaziladi.

Tashqi ko'rinishni tekshiruvdan o'tkazishda "Markirovka va plombalash" bo'limida berilgan ishlatish bo'yicha qo'llanma, plombaning butunligi kabi parametrlar hisobga olinadi.

Tashqi tomondan mexanik shikastlanishlar bo'lmashligi talab etiladi.

Sarf o'lchagichni tekshirish, sarf o'lchagichni tekshirishda uning umumiy funkcionalligi, va ishga yaroqliligi hisobga olinadi.

Sarf o'lchagichni asosiy nisbiy xatoliklarini aniqlash, tajriba o'tkazish uchun atestatlangan ruletka yoki uzunligi masofa kengligidan kichik bo'lmagan lineyka zarur bo'ladi.

Sarf o'lchagichning berilgan jadvalidan foydalanib AO'dan uzoqligi tegishli 20,40,60,80 va 100 % bo'lgan (10.8-rasm) qaytargich-shit o'rnatiladi. U shunday o'rnatilishi kerakki, kengligi va geometrik o'qi o'zaro perpendikulyar bo'lsin. O'rnatish aniqligi ruletka yordamida aniqlanadi. Ko'rsatkich hisobi sekundomer yordamida olib boriladi. Hisob quyidagi formula bo'yicha olib boriladi(10.1):

$$Q_i = \left( 3600 \frac{s}{t_{o'lich.s.}} \right) * 1m^3/s \quad (10.1)$$

$t_{o'lich.}$  -  $1 m^3$  da ko'rsatkichlarni o'sib vaqti.

Sarf o'lchagichning asosiy xatoligi  $\delta$  sarf  $Q_i$  ning orasidagi turlichalik bilan tushuntiriladi.  $Q_p$  sarf qiymati,  $Q_p$  ga nisbatan va foizlarda ifodalanadi.

Xatolik quyidagicha aniqlanadi(10.2):

$$\delta_i = \frac{Q_i - Q_p}{Q_p} * 100\% \quad (10.2)$$

Har bir beshta berilgan nazorat nuqtasida o'lchashlar soni uchtdan kam bo'lmashligi kerak.

Kattalikning maksimal qiymati  $\delta$  asosiy xatolik o'lchovi sifatida qabul qilingan.

Tekshiruv natijalarini qayd etish, ishlab chiqarishdan keyingi birlamchi tekshiruvning ijobiy natijalariga ko'ra sarf o'lchagichning pasportiga yozuv tushiriladi va kleym yordamida tasdiq ishorasi qo'yiladi.

Davriy va muddatidan tashqari tekshiruvlarda tekshiruvlarni qayd etib borish, pasportda esa natijalar qayd etiladi.

Natijalarga ko'ra davriy va muddatidan tashqari tekshiruvlarda protokol tuziladi.

Sarf o'lchagichning salbiy natijalarida qo'llashga ruxsat etilmaydi. Pasportda sarf o'lchagichning ishga yaroqsizligi haqida qayd yoziladi.

### **Nazorat uchun savollar**

1. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichi haqida ma'lumot bering.
2. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichining ishlash printsipini ayting.
3. EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichini tekshirish usullarini ayting.
4. Sarf datchigini o'rnatish tartibi va ishga tayyorlash tartibi qanday?

### **11. Ultratovushli US 800 sarf datchigi**

US 800 sarf datchigi ultra tovushli qurilma bo`lib, unda oqim bo`yicha va unga qarshi yo`naltirilgan ultra tovush tebranishlari impulslar chastotasi o`zgarishi ko`rinishida o`lchaydi quvurga mahkamlangan ikkita pezoelektrik datchik, birinchisi sarf ko`rsatkichi va xisoblagichga ega bo`lgan 5 elektron blok kiritilgan. US 800 sarf datchigi yuqori sifatga ega eksplutatsion ishonchlilikga ega. US 800 sarf datchigida quvurning va ish tartibini o`zgarishini nazorat qiluvchi indikator mavjud bo`lib ular asbobning Ishonchli ishlashini ta`minlaydi. US 800 sarf datchigining afzalligi shundaki u sarf bo`lgan suv miqdorini xotirasida saqlaydi. Bu datchikning o`rnatilishda montaj qilish talab etilmaydi tayyor xolatda beriladi. US 800 sarf datchigining eng muhim afzalligi u modem GSM radio to`lqini orqali mobil telefon orqali suv sarfini kuzatib turish imkonini beradi. US 800 sarf datchigi yana bir afzalligi 12-24-36 voltli doimiy tokda ishlashi elektr energiya isrofini kamaytiradi. US 800 sarf datchigi suv sarfi miqdorini sistema blokiga o`rnatilgan ekranida raqam ko`rinishida beradi. US 800 sarf datchigi tashqi tasirlardan mustahkam ximoyalangan korpusga ega bo`lib unga tashqi ta`sirlar xalal bera olmaydi. US 800 sarf datchigi Rossiya Federatsiyasida ishlab chiqarilgan bo`lib Rossiya davlat standarti ro`yxatidan o`tgan bo`lib US 800 sarf datchigi ishlash muddati 2 yilga kafolat beriladi.

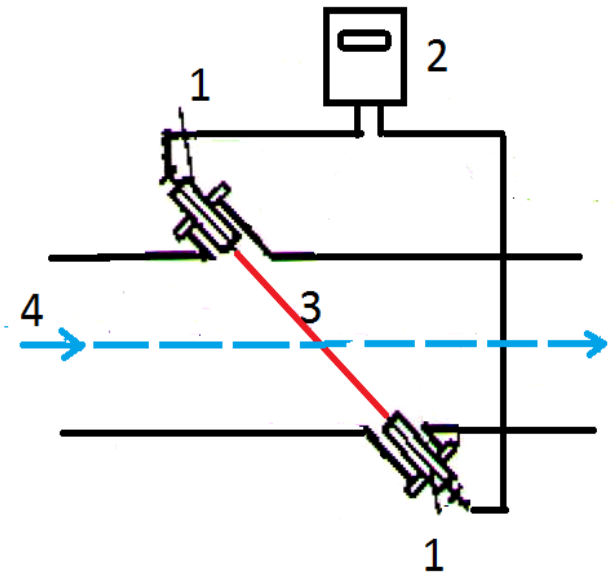




11.1 – rasm. Ultratovushli US 800 sarf datchigi

### 11.1. US 800 sarf datchigining ishlash prinsipi

Harakatlanayotgan suyuqlikda tarqaladigan ultratovushli tebranish impulsining tarqalish vaqtini o'lchashga asoslangan. Ultratovushli impulsining suyuqlik harakatiga to'g'ri va teskari yo'nalishlarda tarqalish vaqti o'rtasidagi farq oqim tezligiga proporsional. Ultratovushli tebranishni esa pezoelektrik o'zgartgich qo'zg'atadi. Ular sarfi o'lchanadigan suyuqliklar quvurida joylashtiriladi. pezoelektrik o'zgartgichlarning oqim yuzasiga nisbatan joylashtirilishiga bog'liq ravishda tezlik ultratovushli tebranishning ikkita yoki bitta nuri orqali o'lchanadi. Bunday sarf o'lchagichning ishlash printsipiini quyidagi 11.2-rasmda keltirilgan sxema orqali tushuntirish mumkin. Pezoelektrik bor bo'lgan qismi bilan birgalikda quvurda elementlar diametral bir-biriga qarama-qarshi joylashtirilib ular ultratovushli sarf o'zgartilishini tashkil qiladi.



11.2 – rasm.Ultratovushli US 800 sarf datchining ishlash prinsipi.

1 – pezoelektrik datchik, 2 – electron blok, 3 – ultratovushli nur, 4 – suv oqimi.

Bir nurli konstruksiyada ikkita pezoelement diametr orqali o'tadigan o'q bo'ylab joylashtiriladi.Ikki juft bir-biriga parallel bo'lgan o'qqa ko'ndalang kesimga teng bo'yicha o'tadigan ravishda joylashtiriladi.

Suyuqlikning harakati oqim bo'yicha va unga qarshi ultratovush signallarining tarqalish vaqti o'zgarishiga olib keladi. Suyuqlikda ulg'ratovush impulsining tarqalish tezligi qo'zg'almas suyuqlikda ultratovush tezligi va suyuqlik oqimi tezligi va suyuqlik oqimi  $V$  yig'indisidan iborat bo'lib ular ultratovushning yo'nalishiga proektsiyasiga ko'rib chiqiladi. Shunday qilib oqim bo'yicha va oqimga qarshi ultratovushning tarqalish vaqtini tezligi qo'yidagi formula bilan aniqlanadi:

$$t1 = \frac{Lg - La}{2a} + \frac{La}{Co - V \cdot \cos \alpha}$$

$$t2 = \frac{Lg - La}{2a} + \frac{La}{Co - V \cdot \cos \alpha} \quad (11.1)$$

bu yerda  $t_1, t_2$  – oqim bo'yicha va oqimga qarshi ultratovushli tarqalish vaqtlari.

$L_a$ – akustik kanalning aktiv qismi uzunligi;  $L_g$ – membranalar o'rtasidagi masofa;  $S_0$ – qo'zg'almas suvda ulg'ratovush tezligi;  $V$ – quvurdagi suv harakati tezligi;  $\alpha$ – datchik va quvur o'qlari orasidagi burchak.

## **11.2. Suv sarfini avtomatik nazorat qilishda zamonaviy sarf datchigini tadbiq qilish**

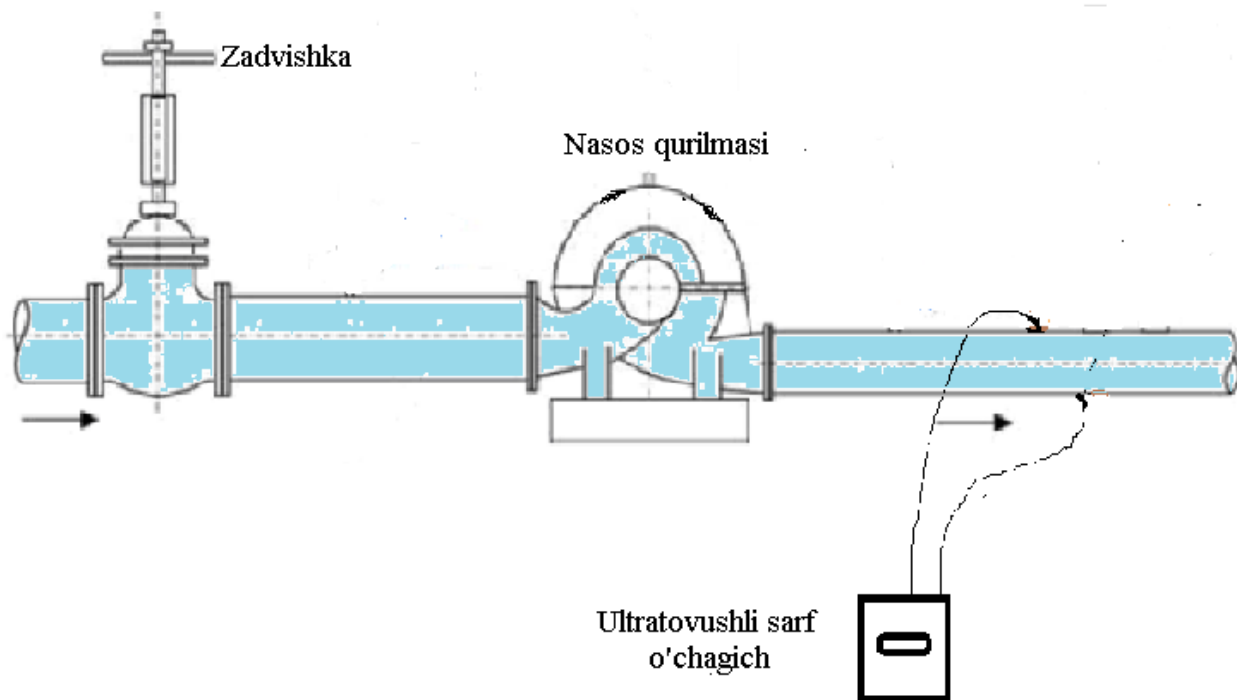
### **11.2.1. Nasos stansiyaga US 800 ultratovushli sarf datchigini qo'llash**

Xozirgi vaqtda qishloq xo'jaligi ekinlarini sug'orishda eng takomillashgan nasos stantsiyalarini qurish va undan unumli foydalanish ko'zda tutilgan. Hozirgi zamonaviy nasos stantsiyalari avvalgilariga qaraganda anchayin samarali xizmat qilmoqda, yahni bunda suvning barcha 'arametrlarini nazorat qiluvchi asbob uskunalar o'rnatilgan. Jumladan, doimiy nazoratda bo'lishi talab qilingan suv sarfini o'lchovchi sarf datchiklari ham o'rnatilgan. Zamon talabiga javob beruvchi bu nasos stantsiyalarining yana bir ahamiyatli tomoni shundaki oldingilarga nisbatan elektr energiyasini kam talab qiladi. Biz yuqorida suv sarfini o'lchovchi turli datchiklarni ko'rib chiqdik va bunda nasos stantsiyalari uchun eng mahqul sarf o'lchagichlar ulg'ratovushli datchiklar ekaniga amin bo'ldik. Biz qo'yida bu sarf o'lchagichlarni nasos stantsiyalariga qo'llash hamda ularni o'rnatish jarayonlarini ko'rib chiqamiz.

Datchiklarni o'rnatishda quyidagi ishlarni amalga oshirish lozim: Bosim datchigini o'rnatish uchun trubalarni o'yish; Ultratovush datchigini o'rnatish uchun trubadan maxsus joy tayyorlash; Tok va kuchlanishni nazorat qilish joyini tanlash.

Nasosga o'rnatilgan asboblarning kerakli kattaliklarni katta aniqlik bilan o'lchashi talab qilinadi, buning uchun asboblarning sifatli bo'lishi bilan birga ularni o'rnatish muhim ahamiyat kasb etadi. Quyidagi prinsipl sxemada qulay, ixcham sarfni o'lchashda yuqori aniqlikka ega bo'lgan US 800 ultratovush datchigi, ko'rsatilgan.

O'lchashdagi aniqlikni oshirish maqsadida datchiklarni truba diametriga mos ravishda sozlash talab qilinadi.



11.3-rasm. Nasos stantsiyasi qurilmasiga ulangan nazorat asboblarning prinsipial sxemasi

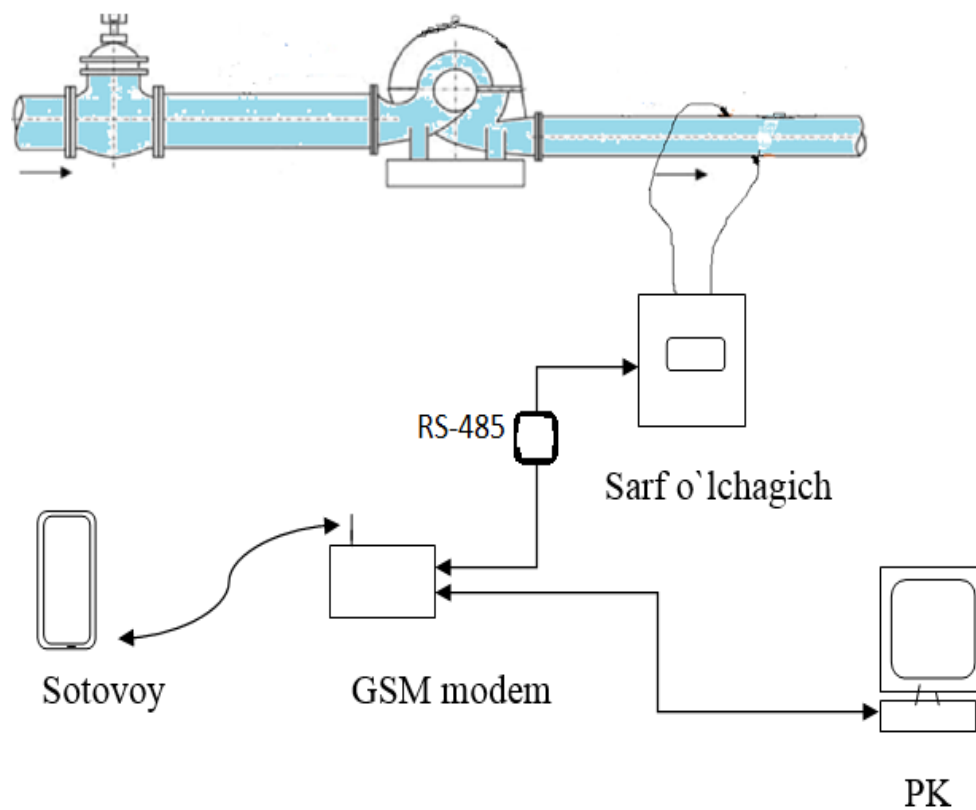
Suv sarfini o'lchovchi datchiklar 11.3-rasmdagidek quvurlarga o'rnatiladi, bunda datchik qisqichlari trubaning o'rnatilish joyi tozalanganda so'ng xomut yordamida mahkamlanadi. Ulg'ratovush sarf o'lchagichlari signalni protsessor blokiga uzatadi, bu signal qayta ishlanib ekranga uzatiladi. Datchikdan protsessor blokigacha masofa 100 metrgacha bo'lishi tavsiya etiladi, agarda bu masofa ortadigan bo'lsa ultratovush signali asta-sekin so'nib boradi. Buning oqibatida o'lchash asbobining xatoligi ortib kerakli kattalikni noto'g'ri ko'rsatishi mumkin. Shu sababli, amaliyotda ulg'ratovush sarf o'lchagichlarini protsessor blokidan uzoqqa o'rnatish maqsadga muvofiq emas. Hozirgi ishlab chiqilayotgan sarf o'lchagichlarda yuqoridagi holatlar e'tiborga olinib barcha qurilmalari bitta shkafda montaj qilingan. Biz ushbu BMI da nasos stantsiyasida sarf bo'layotgan suv sarfini o'lchash uchun US 800 nomli ultratovush datchigini ish jarayoni bilan tanishamiz. Bu datchik to'la funktsiya bilan ishlashi uchun 12-24-36 volt domiy tok manbai zarur bo'ladi.



11.4-rasm. Datchikni quvurga o`rnatish

US 800 ultratovush sarf o`lchagichining barcha modellarida signallarni uzatish va qabul qilish jarayonini hisobga olib quyidagilarga e`tibor qaratish lozim: Olingan ma`lumotlarni tezda uzatishda USB kabellardan foydalaniladi; Datchik RS232 porti orqali bevosita kompyuter bilan bog`lansa, ular orasidagi masofa 15 metrdan oshmasligi kerak; Datchik RS485 porti orqali bevosita kompyuter bilan bog`lansa, ular orasidagi masofa 1300 metrdan oshmasligi kerak; Agar GSM-modem orqali bog`lanadigan bo`lsa masofa axamiyatsiz bo`lib, mobil aloqa zonasining barcha joyida amal qiladi.

Bugungi kunda GSM-modem orqali bog`lanish yo`lga qo`yilib, nasos stantsiyalarida o`lchangan suv sarfini bir vaqtning o`zida bir qancha ish joylaridan kuzatish imkoniyati tug`ildi. Ultratovushli sarf o`lchagichlarni graduirovka qilish va ishonchlash eng muhim texnik xizmat ko`rsatish masalalaridan biridir. Uni quyidagi Graduirovka qilishning quyidagi usulini tavsiya etish mumkin:



11.5-rasm US 800 ultratovushli sarf datchigiga ulangan mobil telefon yoki kompyuter orqali suv sarfini nazorat qilish sxemasi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Voxidov A.X va boshq. Avtomatikaning texnik vositalari. Darslik. Toshkent 2012. 178 bet.
2. Gaziyeva R.T. Avtomatika asoslari va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish. Darslik. Toshkent 2017. 224 bet.
3. Gaziyeva R.T., Yunusova S.T. Avtomatika va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish. Toshkent – 2019. 252 b.
4. Muhamedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Darslik. Toshkent-“O'qituvchi”-1991. 320 bet.
5. Yusupbekov N.R. va boshq. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari. O'quv qo'llanma.1-2 qism. Toshkent 2007.
6. Yusupbekov N.R va boshqalar. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. Texnika oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik. “O'QITUVCHI“ nashriyot-matbaaijodiy uyi Toshkent – 2011. 576 b.
7. Asatov E.A., Tojiboyev A.A. Ishonchlilik nazariyasi va diagnostika asoslari. O'quv qo'llanma. Toshkent 2004. 123 b.
8. Гусев В.Г, Мулик А.В. Аналоговые измерительные устройства. Учебное пособие. Уфа 1996. 152 стр.
9. Жорковский Б.И., Шапкин В.В. Справочник молодого слесаря по контрольно – измерительным прибором и автоматике – М.: Высш. шк., 1991. 159 стр.
10. Исембергенов Н.Т., Сарсенбоев Н.С. «Методы и средства измерений и контроля электрических величин». Учебно методический комплекс. КНТУ. Алматы. 2006. 91 стр.
11. Казачков В.С., и др. электрические измерения и способы обработки результатов наблюдения. Омск 2002. 132 стр.
12. Камалов Т.С. Частотно – регулируемый электропривод насосных станций систем машинного орошения. Монография. Тошкент – 2014. 366 стр.

13. Мишулин В.В. и др. Информационно – измерительные и управляющие системы. Учебно-методическое пособие. Белгород. 2010. 129 стр.
14. Панфилов В.А. Электрические измерения. Учебник издательский центр. Академия 2006. 281 стр.
15. Пифонов С.Н. Красных А.А. Электроизмерительные приборы. Справочно – методическое пособие. Киров 2005. 89 стр.
16. Саученков Д.А. Современные цифровые мультиметры. Салон-Пресс. Москва 2002. 116 стр.
17. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. Москва 2005. 587 стр.
18. Фролов К.В. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Том-12. Москва – машиностроение 2004. 833 стр.
19. Шаболин С.А. Измерения для всех. Москва издательство стандартов. 1991. 562 стр.
20. WWW. Kodges.ru “Elektricheskiy izmereniya”
21. WWW. Radiovd. Jino – net.ru “Sovremenniy elektronniy elektroschetchiki”
22. WWW. toe.UCOZ.ru “Elektroizmeritelniy pribori”



## MUNDARIJA

Kirish.....	3
1. Xalqaro birliklar sistemasi.....	5
1.1. Umumiy tushuncha.....	5
1.2. Asosiy birliklar.....	7
1.3. Hosil bo'lgan o'lchov birliklar.....	9
1.4. Sistemadan tashqari birliklar.....	12
1.5. Karrali va ulushli birliklar.....	16
1.6. Axborot miqdori birliklari.....	17
1.7. Xalqaro birliklar sistemasi afzalliklari.....	18
2. Avtomatikning texnik vositalarni ekspluatasiya jarayonida ishonchlilikka sinash.....	19
2.1. Ishonchlilikka sinashning maqsadi.....	19
2.2. Ishonchlilikka sinashning turlari.....	20
2.3. Ishonchlilikka sinash ob'ekti.....	21
2.4. Ishonchlilikka sinashda baholanadigan karakteristikalar.....	22
2.5. Ishonchlilikka sinash usullari.....	23
2.6. Ishonchlilikka sinash rejalari.....	24
3. O'lchov asboblarning aniqlik klassi.....	26
3.1. O'lchash asboblarining kursatuvchi standart qiymatlarining aniqlik klassi.....	26
3.2. O'lchash asboblarining asosiy metrologik tavsiflari.....	27
3.3. O'lchash asboblarining klassifikatsiya.....	30
3.4. Analog asboblar hakida umumiy ma'lumotlar.....	31
3.5. Avtomatika datchiklari va ularning klassifikatsiyasi.....	32
3.6. Datchiklarning asosiy ko'rsatkichlari.....	34
4. Xatoliklar nazariyasi asoslari.....	36
4.1. Umumiy tushuncha.....	36
4.2. Xatoliklar klassifikatsiyasi.....	39
4.3. Xatoliklarning miqdoriy xarakteristikalarini.....	42

5.	O‘lchov xatoliklarni tafsvivnomasi.....	44
5.1.	Statistik karakteristikalari.....	44
5.2.	Dinamik karakteristikalar.....	45
6.	Temperatura (temperatura) datchiklari va umumiy ma’lumotlar...	48
6.1.	SHishali termometrlar.....	52
6.2.	Manometrik termometrlar.....	53
6.3.	Qarshilik termoo‘zgartkichlari.....	55
6.4.	Termoelektrikli o‘zgartgichlar.....	56
6.5.	Dilatometrik va bimetallik datchiklar.....	59
7.	Bosimni o‘lchash asboblari.....	61
7.1.	Suyuqlik manometrlari.....	62
7.2.	Elektr manometrlari.....	63
7.3.	Kuch kompensatsiyali elektrik bosim o‘zgartirgich.....	64
7.4.	Zamonaviy Barcon gidrostatik bosim datchiklari.....	66
7.5.	Barcon seriyadagi datchiklarning umumiy texnik ma’lumotlari....	67
8.	Suyuqliklar, gazlar va bug‘lar sarflarini o‘lchash.....	70
8.1.	Bosimning o‘zgaruvchan farqi sarfini o‘lchagichlar.....	70
8.2.	Bosimning doimiy farqi sarfini o‘lchagichlar.....	73
9.	Sathni o‘lchash asbobi.....	79
9.1.	Sathni uzluksiz o‘lchashning asosiy usullari.....	79
9.2.	Sathni o‘lchashning gidrostatik usuli.....	84
9.3.	LGC sath o‘lchash uchun gidrostatik zondlar.....	85
9.4.	Signal o‘tish vaqti bo‘yicha sathni aniqlash usullari.....	89
9.5.	Sathning ultratovushli datchiklari.....	90
9.6.	LUC4 seriyali ultratovushli datchiklar.....	92
9.6.1.	LUCT seriyadagi ultratovushli datchiklar.....	94
9.7.	Yo‘naltirilgan elektr magnit nurlanish usulini amalga oshiruvchi Pulscon datchiklari.....	98
9.8.	Sathni uzluksiz o‘lchash uchun LMC seriyadagi magnitli botiriladigan zondlar.....	103

9.9.	Magnitli botiriladigan zondlarning asosiy texnik ma'lumotlari ...	105
10.	Ichimlik suvi nasos stansiyasida suv sarfini zamonaviy datchillar yordamida nazorat qilish.....	108
10.1.	EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichini texnik ma'lumoti.....	110
10.2.	EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichinining tuzilishi va ishlashi.....	112
10.3.	O'rnatish tartibi va ishga tayyorlash.....	121
10.4.	EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichinining texnik xizmat ko'rsatish.....	124
10.5.	EXO-R-02 akustik integratorli sarf o'lchagichini tekshirish va sarf o'lchagichni tekshirish usullari.....	125
11.	Ultratovushli US 800 sarf datchigi.....	128
11.1.	US 800 sarf datchigining ishlash prinsipi.....	129
11.2.	Suv sarfini avtomatik nazorat qilishda zamonaviy sarf datchigini tadbiq qilish.....	131
11.2.1.	Nasos stansiyaga US 800 ultratovushli sarf datchigini qo'llash...	131
	Foydalanilgan adabiyotlar.....	135

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Международная система единиц.....	5
1.1. Общее понятие.....	5
1.2. Основные единицы .....	7
1.3. Производные единицы .....	9
1.4. Внесистемные единицы .....	12
1.5. Кратные и дольные единицы .....	16
1.6. Единицы количества информации.....	17
1.7. Достоинства Международной системы единиц.....	18
2. Испытание надежности автоматики в процессе эксплуатации технических средств .....	19
2.1. Цель испытание надежности .....	19
2.2. Виды испытаний на надежность .....	20
2.3. Объект проверки надежности .....	21
2.4. Характеристики, которые оцениваются при тестировании на надежность .....	22
2.5. Методы испытания надежности .....	23
2.6. Планы по испытанию надежности .....	24
3. Класс точности измерительных приборов.....	26
3.1. Класс точности стандартных значений указываемых измерительных приборов .....	26
3.2. Основные метрологические характеристики измерительных приборов .....	27
3.3. Классификация измерительных приборов .....	30
3.4. Общие сведения об аналоговых приборах .....	31
3.5. Датчики автоматики и их классификация .....	32
3.6. Основные показатели датчиков .....	34
4. Основы теории погрешностей.....	36

4.1.	Общие положения .....	36
4.2.	Классификация погрешностей .....	39
4.3.	Количественные характеристики погрешностей .....	42
5.	Характеристике погрешностей измерений .....	44
5.1.	Статистические характеристики .....	44
5.2.	Динамические характеристики .....	45
6.	Общие данные о датчике температуры.....	48
6.1.	Стеклянные термометры.....	52
6.2.	Манометрические термометры.....	53
6.3.	Преобразователи сопротивления термопары.....	55
6.4.	Термоэлектрические преобразователи.....	56
6.5.	Дилатометрические и биметаллические датчики .....	59
7.	Измерительные приборы давления.....	61
7.1.	Жидкие манометры .....	62
7.2.	Электрические манометры.....	63
7.3.	Электрический датчик давления с компенсацией мощности.....	64
7.4.	Современные гидростатические датчики давления Varcon .....	66
7.5.	Общие технические данные датчиков серии Varcon .....	67
8.	Измерение расхода жидкостей, газов и паров .....	70
8.1.	Расходомеры переменной разности давлений.....	70
8.2.	Постоянная разница в расходомерах давления.....	73
9.	Измерительный прибор уровня.....	79
9.1.	Основные методы непрерывной измерения уровня.....	79
9.2.	Гидростатический метод измерения уровня.....	84
9.3.	Гидростатические зонды типа LGC для измерения уровня.....	85
9.4.	Методы определения уровня сигнала по времени.....	89
9.5.	Ультразвуковые датчики уровня .....	90
9.6.	Ультразвуковые датчики серии LUC4 .....	92
9.6.1.	Ультразвуковые датчики серии LUCТ.....	94

9.7.	Метод осуществляющие направляющего электромагнитного излучения датчика Pulscon.....	98
9.8.	Магнитные погружные зонды серии LMC для непрерывного измерения уровня.....	103
9.9.	Основные технические характеристики магнитного погружения зонд .....	105
10.	Контроль расхода воды на насосной станции питьевой воды с использованием современных датчиков .....	108
10.1.	Технические характеристики измерителя расхода акустического интегратора EXO-R-02.....	110
10.2.	Технические данные расходомера с акустическим интегратором EXO-R-02 .....	112
10.3.	Порядок установки и подготовки к работе .....	121
10.4.	Техническое обслуживание акустического интегратора расходомера EXO-R-02 .....	124
10.5.	Методы проверки расходомера и расходомера с акустическим интегратором EXO-R-02 .....	125
11.	Ультразвуковой датчик расходомер, типа US 800 .....	128
11.1.	Принцип работы датчик расходомера типа US 800 .....	129
11.2.	Применение современного датчика расхода воды расхода в автоматическом регулирование.....	131
11.2.1.	Применение ультразвукового датчика расхода US 800 на насосных станциях.....	131
	Использованная литература .....	135

## GLOSSARIY

**Absolyut hatolik** – xaqiqiy qiymat va o'lchash asbobi ko'rsatuvchi o'rtasidagi farq.

**Avtomatik boshqaruv** – inson ishtirokisiz boshqarish .

**Avtomatika elementi** – o'lchanayotgan fizik kattalikni birlamchi o'zgartiruvchi moslama.

**Avtomatikaning boshqarish sxemalari** – avtomatik tizimlar, elementlar va moslamalarning montaj, sozlash, rostlash, ekspluatasiya qilish kabi ish jarayonlarni bajarish maqsadida avtomatik sxemalardan foydalanadi.

**Avtomatik rostlagichlar** – bu rostlanayotgan ko'rsatkichni belgilangan yoki ma'lum dastur bo'yicha ushlab turishga mo'ljallangan moslama.

**Avtomatlashtirishning funksional sxemasi** – avtomatlashtirish texnik vositalari va asboblarini funksional vazifasiga ko'ra shartli belgilar bilan ifodalangan chizma.

**Avtomatlashtirish vositalari va o'lchov asboblarini shartli belgilanishi (GOST)** – Xar-xil texnologik parametrlar, birlamchi o'zgartirgichlar, ikkilamchi o'lchov asboblari, rostlagichlar va boshka boshqarish qurilmalarini chizmada belgilanishi.

**Algoritm** – ma'lum masalani echish ketma-ketligi.

**Amaliy sistema MKS (metr – kilogram – sekund)** – Xalqaro birliklar sistemasida fizik miqdor birliklarining turli tizimlarini tavsiflab, tizimlarni qurishda birinchi qadam asosiy birliklarni tabiatda mavjud bo'lgan miqdorlarga bog'lashga urinish bilan bog'liqligini eslaymiz. Shunday qilib, 1790-1791 yillarda frantsuz inqilobi davrida. Yerning meridianining qirq milliondan bir qismini uzunlik birligi sifatida olish taklif qilindi. 1799 yilda ushbu blok prototip hisoblagich shaklida - qonuniylashtirildi – bo'linmalar bilan maxsus platina-iridiyali chiziq. Shu bilan birga, 1 kub detsimetr suvning og'irligi 4 °C da bir kilogramm aniqlandi. Bir kilogrammni saqlash uchun namunaviy og'irlik - kilogrammning prototipi tayyorlandi. Vaqt birligi sifatida o'rtacha quyoshli

kunlarning 1/86400 qismi qonuniylashtirildi. Ilgari, birlik tizimlarining bir nechta variantlari mavjud edi, masalan, metr, gramm, sekund va millimetr, milligramma, sekund, ammo SGS tizimi (santimetr, gramm, sekund) asta-sekin umumiy qabul qilinmoqda. Keyin MKS (metr, kilogramm, sekund) tizimi ishlab chiqarildi.

**Axborot** – birlamchi tajriba yoki kuzatuv ma'lumotlari.

**Aniklik sinfi** – o'lchov asbobini o'lchash aniklik darajasini ko'rsatuvchi ko'rsatkich.

**Aks ta'sir sil'foni** – signal o'zgartkich chikish signaliga proporsional kuch bilan, sil'fon tubi orqali jamlovchi richagga ta'sir ko'rsatuvchi element

**ATV** – qishloq va suv xo'jaligidagi avtomatikaning texnik vositalari (relelar, agregatlar, ijrochi mexanizmlar, nazorat o'lchov asboblari va zamonaviy datchiklarni o'z ichiga qamrab oladi).

**Axborotli boshqaruv** – axborot ko'rsatkichlarga asosan boshqarish tizimi.

**Axborotli uzatish** – tajriba yoki kuzatuv ma'lumotlarini ma'lum masofaga uzatish.

**Barometrik bosim** – atmosferadagi havo ustunining bosimi.

**Bashorat** – ob'ektning kelgusidagi holatini va muddatini ilmiy asoslangan ravishda oldindan aytish.

**Birlamchi asbob** – o'lchanayotgan parametrni joyida o'lchab masofaga uzatishga kulay bo'lgan signalga aylantirib beruvchi qurilma.

**Bevosita ta'sir etuvchi rostlagichlar** – rostlash organini siljitishga ob'ektning o'zini energiyasini ishlatuvchi rostlagichlar.

**Bilvosita ta'sir etuvchi rostlagichlar** – rostlash organini siljitishga tashqaridan energiya olib ishlatuvchi rostlagichlar.

**Burdon trubkasi** – kesim yuzasi ellips shaklida bo'lib, bosim o'lchashga mo'ljallangan trubka.

**Bosim** – kuchni yuzaga ta'siri.

**Birlamchi o'zgartirgich** – datchik, axborot uzatuvchi.

**Boshqarish** – ob'ektni optimal yoki buyurilgan tartibda ishlatish maqsadida yo'naltirilgan ta'sir.



**Boshqaruvchi ta'sir** - boshqariluvchi kattalikning berilgan qonun bo'yicha o'zgarishini ta'minlaydi.

**Vakuometr** – qoldiq bosim - vakuum o'lchovchi asbob.

**Viskozimetr** – modda qovushqoqligini o'lchovchi asbob. GOST21.404-85 - 21.404 sonli 85 yilda qabul qilingan davlat standarti.

**Gidravlik** – qabul qilayotgan rostlash ta'sir signali gidravlik signali ko'rinishida bo'lgan qurilma

**Gidravlik rostlagichlar** – gidravlik energiyani ishlatadigan rostlagich.

**Gidrostatik sath o'lchagich** - suyuqlik bosimini o'zgarishiga asoslangan sathni o'lchash asbobi.

**Davriy ta'sir etuvchi rostlagichlar** – rostlash organiga diskret ta'sir etuvchi rostlagichlar.

**Datchik** – texnologik jarayondagi qiymatlarni ma'lum proporsional informatsiya turiga aylantirib beruvchi texnik vosita.

**Deformasion manometr** - sezgir elementi deformatsiyalanishiga asoslanib bosimni o'lchashga mo'ljallangan asbob.

**Diskret** – uzluksiz bo'lmagan signal.

**Differensiallovchi bo'linma** – chiqish signali kirish signalini o'zgarish tezligiga bog'lik o'zgaruvchi bo'linma.

**Diagramma** – ko'rsatkichni qiymatini vaqt davomida yozib boruvchi aylana shaklidagi yoki lentali qog'oz.

**Difmanometr** – ikki bosim orasidagi farqni o'lchaydigan asbob.

**Diafragma** – sarf o'lchash uchun mo'ljallangan o'rtasida ma'lum o'lchamdagi teshikli disk.

**Differensial transformatorli signal o'zgartkich** – ikkilamchi o'ramlari bir-biriga qarama – qarshi ulangan siljishni kompensasiyalovchi signal o'zgartkich.

**Drossellash diapazoni (DD)** – kuchaytirish koeffitsientiga teskari foizdagi qiymati,  $DD=(1/K)*100\%$ .

**Elektromagnit sistema CGCM** – elektromagnit sistema (tizim) qurilmalarining ishlash printsipli chulg'am bilan po'lat o'zak orasida oqib o'tayotgan tok ta'sirida hosil bo'ladigan magnit maydonga asoslangan.

**Elektrostatik sistema CGCE** – elektrostatik sistema qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan elektrodlar orasida aylanish momentini hosil qilish natijasida zaryadlar hosil bo'ladi.

**Jarayon** – belgilangan tizimda bo'ladigan va tizim holatini o'zgartirib turadigan kurib va ushlab bulmaydigan xodisa va sabablar mujassamligi.

**Ijrochi qurilma** – rostlagichdan keladigan signalga karab, ob'ektni holatiga ta'sir qiluvchi qurilma – rostlagichni buyrug'ini bajaruvchi.

**Ijrochi qurilma** – rostlagichdan keladigan signalga qarab, ob'ektni holatiga ta'sir kiluvchi qurilma – rostlagichni buyrug'ini bajaruvchi. Rostlash ta'sir signalini qabul qilib, ob'ektga ta'sir etuvchi qurilma.

**Induksion sarf o'lchagich** – elektr o'tkazuvchanlik xususiyatga ega bo'lgan materiallarni sarfini o'lchashga mo'ljallangan asbob.

**Integral rostlagichlar** – rostlanuvchi parametr belgilangan qiymatdan chetlashganda rostlash ta'sir signalining o'zgarishi shu chetlashishga proporsional bo'ladigan rostlagich.

**Ikkilamchi asbob** – birlamchi asbobdan kelayotgan signalni qabul kilib, ko'rsatib yoki yozib boruvchi shitga o'rnatiladigan texnik vosita.

**Kirish ko'rsatkichi** – tizimdagi jarayonga ta'sir etuvchi asosiy qiymatlar.

**Kelish sarfi** - idishga kirayotgan modda sarfi.

**Keltirilgan xatolik** – absolyut xatolikni shkalani o'lchash diapazoniga nisbati, %da.

**Keltirilgan o'lchov variyasiyasi** – bir xil ko'rsatgichni qayta o'lchashdagi eng katta farkini shkalani o'lchash diapazoniga nisbati, %da.

**Kontroller** – datchiklardan olingan axborotlardan foydalangan holda va uni ijro mexanizmiga uzatish orqali ma'lum algoritmgaga ega bo'lgan fizik jarayonlarni boshqaruvchi qurilma (ingliz tilida “control” – boshqaruv, rus tilida “kontrol” – hisobga olish, tekshirish, nazorat).

**Konsentratomer** – modda konsentrasiyasi miqdorini o'lchovchi asbob.

**Ko'rsatkich** – ma'lum texnologik qiymat.

**Kengayish termometri** – gaz yoki suyuqlikni issiqlikdan kengayishiga asoslanib ishlaydigan asbob.

**Kuchni kompensasiyalashga asoslangan signali o'zgartirgich** – o'lchanayotgan parametrga proporsional bo'lgan kuchni kompensasiyalash yo'li unifikatsiyalangan signalga o'zgartirishga mo'ljallangan moslama.

**Lokal boshqarish tizimi** – boshqalar bilan bog'liq bo'lmagan, alohida boshqarish tizimi.

**Manometr** – bosim o'lchash asbobi.

**Magnitoelektrik kuch mexanizmi** – mexanizm galtagidan utayotgan tok qiymatiga karab aks ta'sir kuchini ishlab chiqaradigan moslama.

**Membranali IQ** – pnevmatik IQ larda rostlash ta'sir signalini qabul kiluvchi sezgir elementi membrana bo'lgan IQ.

**Membrana** – kichik bosimni qabul kilib, o'lchashga yordam beradigan maxsus moslama.

**MKCA sistemasi (metr – kilogram – sekund – amper)** – Xalqaro birliklar sistemasida 1963 yil 1-yanvardan boshlab, SSSR GOST 9867-61 ga muvofiq SI (yoki SI) belgisi bilan belgilangan Xalqaro birliklar tizimidan foydalanishni o'rnatdi, uning asosiy birliklari metr, kilogramm, sekund, amper, Kelvin darajasi va svet. Ushbu tizim ilm-fan, texnologiya va xalq xo'jaligining barcha sohalarida, shuningdek o'qitishda ham qo'llanilishi kerak.

**Murakkab boshqaruv tizimi** – bir necha ko'rsatkichli funksional bog'lanishga ega bo'lgan boshqaruv tizimi.

**Nazorat vositasi** – kuzatib borish uchun kullaniladigan asbob.

**Nisbiy xatolik** – absolyut xatolikni o'lchanayotgan haqiqiy qiymatga nisbati, %da.

**Normallovchi signal o'zgartirgich** – parametr – to'g'risidagi axborotni analog elektr signaliga aylantirib beruvchi o'zgartirgich.

**Ob'ekt** – texnologik jarayonlar sodir etiladigan joy yoki qurilma.

**Ogish** – rostlanayotgan ko'rsatkichni belgilangan qiymatdan chetlashishi.

**Ob'ektni statik tavsifi** – bu turg'unlik holatidagi kirish va chiqish ko'rsatkichlarini o'zaro aloqadorligi.

**Ob'ektni dinamik tavsifi** – bu vaqt davomida o'zgaradigan tartibda kirish va chiqish.

**Ob'ektning kechikish vaqti** – turtki berilgan vaqtdan parametr o'zgaraga boshlagan vaqtgacha o'tgan vaqt.

**Ortiqcha bosim** – barometrik bosimdan ortiqcha bosim.

**Pirometr** – yukori harorat o'lchash asbobi.

**Potensiometr** – termo e.yu.k. ni o'lchovchi asbob.

**Pnevmoelektrik signal o'zgartirgich** – pnevmatik signalni elektr signaliga aylantiruvchi beruvchi o'zgartirgich.

**Pozision rostlagich** – “Ochik-yopiq” rostlagich – ta'sir signali maksimal yoki minimal qiymatda boshqaruvchi rostlagich.

**Proporsional rostlagichlar** – rostlash organining siljishi rostlanuvchi parametrni belgilangan qiymatidan chetlashishiga bog'liq bo'ladigan rostlagich.

**PI-rostlagich** – proporsional va integral rostlash qonuniyatlarining ijobiy sifatini ta'minlovchi rostlagich.

**Pnevmo kuvvat kuchaytirgich** – rostlagichdan chikayotgan rostlash ta'sir signali kuvvatini kuchaytirib beruvchi moslama.

**Pnevmatik IK** – IK qabul kilayotgan rostlash ta'sir signali pnevmatik signali ko'rinishida bo'lgan qurilma.

**Rostlagich** – datchik va buyurtma qiymatlarini o'zgartirishni o'zaro solishtirib, ijrochi qurilmaga ob'ektni mu'tadil yoki ma'lum holatga keltirtiruvchi asbob.

**Rostlash ob'ekti sigimi** – ob'ektda ushbu dakikadagi bor bo'lgan, mahsulot yoki energiya mikdori.

**Rotametr** – o'zgarmas bosimlar farqiga asoslanib sarf o'lchaydigan qalqovichli shisha asbob.

**Rostlagichning solishtirish elementi** – rostlanayotgan parametr qiymatini uning belgilangan qiymatiga solishtirishga mo'ljallangan element.

**Rostlash ta'sir signali** – rostlagichda ma'lum konuniyat bo'yicha ishlab chiqilgan ta'sir signali.

**Rostlash organi** – trubadan o'tayotgan muhit sarfini, o'tish yuzasini o'zgartirib boshqarishga mo'ljallangan qurilma.

**Sarf** – vaqt birligida o'tayotgan modda miqdori.

**Sarf o'lchagich** – modda sarfi qiymatini o'lchovchi asbob.

**SGS (santimetr – gramm – sekund)** – bu fizik miqdorlarni o'lchash birliklari tizimi bo'lib, 1960 yilda xalqaro birliklar tizimi (SI) qabul qilingunga qadar keng qo'llanilgan va nazariy fizika va astronomiyada foydalanishda davom etmoqda.

Bir santimetr, gramm va sekund darajaga asoslangan o'lchovlar tizimini 1832 yilda nemis matematiki Karl Gauss (1777-1855) taklif qilgan. 1874 yilda J. Maksvell va U. Tomson unga elektromagnit birliklarni qo'shish orqali tizimni takomillashtirishgan. Xalqaro birliklar sistemasida o'lchov birliklarini birlashtirilishi metrik sistemani yaratilishi kuchli turtki bo'lgan, keyinchalik ko'plab va turli xildagi birliklar sistemasi yaratilishi va ularning tarqalishi natijasida olib keldi.

**«SI» (Sisteme International)** – Xalqaro birlik birliklari sistemasi SI (frantsuzcha Le Système International d'Unités, SI) - bu fizik miqdor birliklari tizimi, metrik tizimning zamonaviy versiyasi. SI dunyoda kundalik hayotda ham, fan va texnikada ham eng ko'p ishlatiladigan birliklar tizimidir.

**Sil'fon** – yon tomoni gofrilik kilib ishlangan bosim o'lchashga mo'ljallangan silindrik korobka.

**Signal o'zgartirgich** – o'lchanayotgan ko'rsatkich to'g'risidagi axborotni masofaga uzatishga kulay bo'lgan signalga aylantiruvchi moslama.

**Soplo – to'siq elementi** – siqilgan havo chiqadigan element (soplo) va havoning chiqishiga qarshilik qiladigan element (to'siq).

**Signal** – axborot eltuvchi ta'sir.

**Standart** – inglizcha “stendard”, “namuna” yoki “me’yoriy – texnik hujjat”.

**Tebranuvchanlik** – nechta tebranishda belgilangan aniqlikda ko’rsatkichni rostlanishi.

**Tashqi ta’sir** – jarayon ketayotgan joyga tashqaridan beriladigan qo’shimcha ta’sir.

**Tizim** – elementlari tartib bilan yig’ilgan va biror maqsadga javob beradigan majmua.

**Termometr** – haroratni o’lchash asbobi.

**Termoelektrik effekt** – ikki har xil jinsli o’tkazgichlar ulangan kavsharlari haroratiga karab zanjirda e.yu.k. hosil bulish hodisasi.

**Termojuft** – ikki har xil o’tkazgichdan tashkil topgan yopiq zanjir.

**Termo e.yu.k.** – harorat ta’sirida termojuft zanjirida hosil bo’luvchi e.yu.k.

**Texnologik jarayonlar** – xom ashyoni va yarim fabrikatlarni qayta ishlashga yo’naltirilgan mexanikaviy, fizik – kimyoviy va boshqa jarayonlarni yig’indisi.

**Tenzometrik datchik** – og’irlik kuchini E.Yu.K. ga aylantirib beruvchi qurilma.

**Tizimning turgunligi** – har kandy ta’sir natijasida tizim yana muvozanatlangan holatga kaytishi.

**Texnologik tizim** – jarayon sodir buladigan muhit, apparat va h.k.

**Tizimli tahlil usuli** – katta tizim kichik tizimlarga bo’linib, kichik tizimlar alohida o’rganiladi va ularda olingan natijalar umumlashtirilib katta tizimni o’rganish uchun qo’llaniladi.

**Uzluksiz jarayon** – tuxtamasdan davriy bajariladigan jarayon.

**Uzatish funksiyasi** – boshlang’ich shartlar nolga teng bo’lgan vaqtda  $W(p)$  operator shaklidagi chiquvchi kattalikning kirish kattaligiga nisbati.

**Unifikasiyalangan elektr signali** – 0 – 5 ma, 4 – 20 ma, 0 – 10 V chegarada o’zgaruvchi elektr signallar .

**Unifikasiyalangan pnevmatik signal** – 0,02 – 0,1 MPa chegarada o’zgaruvchi pnevmatik signal.

**Qarshilik termometri** – metall o'tkazgichni issiqlikdan qarshiligini o'zgarishiga asoslanib ishlaydigan asbob.

**Qalqovich** – sath o'lchashda ishlatiladigan suzgich.