

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

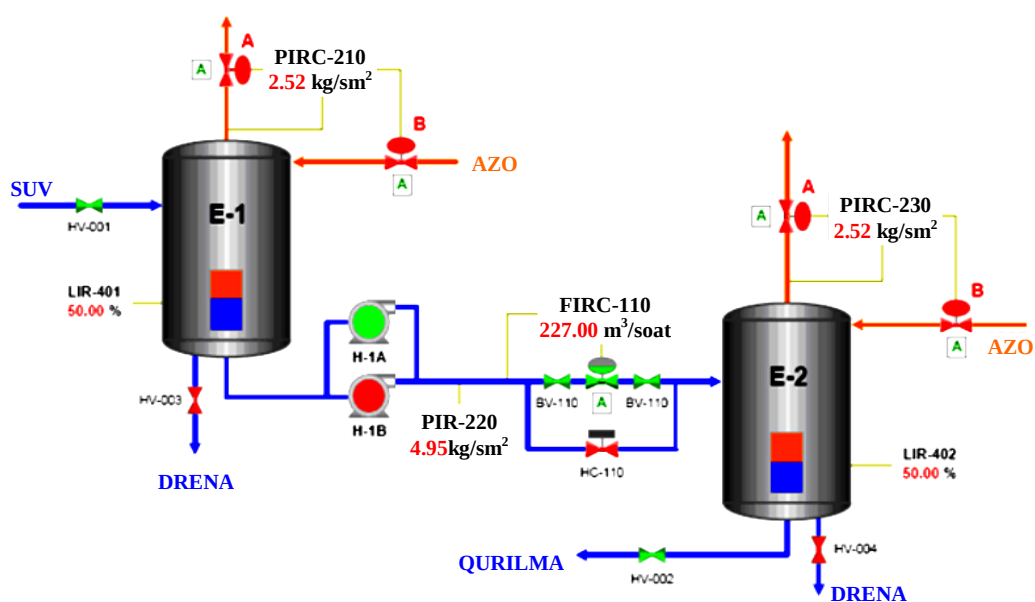
**NAMANGAN MUHANDISLIK-PEDAGOGIKA INSTITUTI**

**Texnologiya fakulteti**

**«Oziq-ovqat texnologiyasi» kafedrası**

**TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH**

**fanidan ma'ruzalar matni**



*Namangan – 2013 yil*

Ushbu ma'ruzalar matni oziq-ovqat texnologiyasi yo'nalishlari Davlat ta'lim standarti va namunaviy dasturga asosan tuzilgan, institut ilmiy kengashi tomonidan tasdiqlangan.

Tuzuvchi: S. Atamirzaeva (NamMPI, «OOT» kafedrasida katta o'qituvchisi)

Taqrizchilar: X. Najmiddinov - (NamMPI, «TMJ» kafedrasida dotsenti)  
X. Qanoatov - (NamMPI, «OOT» kafedrasida mudiri)

Ushbu ma'ruzalar matni Namangan muxandislik-pedagogika instituti «Oziq-ovqat texnologiyasi» kafedrasida ko'rib chiqilgan (\_\_\_ 2013 yil dagi № -sonli bayonnoma) va NamMPI uslubiy kengashining (\_\_\_ 2013 yil dagi № -sonli bayonnoma) qarori bilan chop etishga tavsiya etilgan.

## SO‘Z BOSHI

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligida olib borilayotgan tadbirlarning asosiy maqsadi – ta’lim tizimi islohatlarini hayotga tadbiq etish, zamon talablariga javob beradigan yuqori malakali, raqobatbardosh mutaxassislar tayyorlashga qaratilgan. Kadrlar tayyorlash sohasidagi davlat siyosati uzluksiz ta’lim tizimi orqali yoshlarni intellektual, ma’naviy-axloqiy jihatdan tarbiyalash va har tomonlama barkamol shaxsni shakllantirishni nazarda tutadi. Mamlakatimizda Kadrlar tayyorlash milliy dasturining birinchi (1997-2001 yillar) va ikkinchi (2001-2005 yillar) bosqichi hamda uchinchi-sifat bosqichi (2005-2009 yillar) yakunlandi. O‘tgan vaqt mobaynida barcha oliy ta’lim muassasalarida yangi davlat ta’lim standartlari ishlab chiqilib, o‘quv jarayoniga tadbiq qilinmoqda.

Mafkuraviy hamda mazmun va mohiyati jihatidan eskirgan o‘quv adabiyotlarining ma’lum qismi yangi ta’lim tizimining talab va ehtiyojlariga javob bera olmay qoldi.

Milliy istiqlool g‘oyasiga sodiq, yetarli intellektual salohiyatga ega, ilm-fanning zamonaviy yutuqlari asosida mustaqil fikr va mushohada yurita oladigan kadrlarni tarbiyalashda hamda raqobatbardosh, yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashda darslik va o‘quv adabiyotlarining yangi avlodini yaratish muhim masala bo‘lib qolmoqda.

Darslik va o‘quv adabiyotlarini mazmuni va mohiyati jihatidan talabalarda mustaqil va erkin fikrlash, oldindan bilimlarni bosqichma-bosqich boyitish, mukammallashtirib borish, mustaqil ta’lim olish, dolzarb yangi bilimlarni o‘quv adabiyotlaridan izlab topish ko‘nikmalarini hosil qilishni ta’minlashi lozim.

Mazkur ma’ruzalar matnini tuzish jarayonida har bir bob yoki mavzuning mazmuni tushunarli, ilmiy g‘oya va tushunchalar mohiyatini aniq va ravshan bayon etishga hamda mavzularning bir-biriga mantiqan bog‘liqligi va ketma-ketligining saqlanishiga e’tibor berdik.

Milliy istiqlool g‘oyasiga sodiq, intellektual salohiyatga ega, ilm-fanning zamonaviy yutuqlari asosida mustaqil fikr va mushohada yurita oladigan kadrlarni tayyorlashda «Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish» fani texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yuqori darajaga ko‘tarish, xarajatlarni kamaytirish, mehnat sharoitlarini yaxshilash, ishlab chiqarishda xavfsizlik texnikasini ta’minlash, atrof-muhitni muhofaza qilish va boshqa dolzarb muammolarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, talabalarga o‘z ixtisosliklarini nazariy hamda amaliy jihatdan chuqur egallashga yordam beradi.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish – texnika taraqqiyotining asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, ilmiy tadqiqotlarga tobora kengroq kirib borib, fan va texnikani rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlar ochib beradi. Shuningdek, avtomatlashtirish avvallo inson boshqarishga qodir bo‘la olmagan yangi, yuqori intensiv jarayonlarni amalga oshirishga, tabiatda ma’lum bo‘lmagan yangi, samarali materiallarni yaratishga imkon beradi.

## TEXNOLOGIK PARAMETRLARNI NAZORAT QILISH VOSITALARI

### *O'quv moduli birliklari:*

1. *Kimyo sanoati tarmoqlari korxona-larining samaradorligini oshirishda boshqarish tizimini o'rganish istiqbol-lari.* 2. *Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish haqida tushuncha.* 3. *O'lchov vositalari va metrologiya asoslari.* 4. *O'lchov xatoliklari va aniklik sinfi.* 5. *O'lchash asboblarning metrologik tavsiflarini aniqlash.*

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish – texnika taraqqiyotining asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, ilmiy tadqiqotlarga tobora kengroq kirib borib, fan va texnikani rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlar ochib beradi. Shuningdek, avtomatlashtirish avvallo inson boshqarishga qodir bo'la olmagan yangi, yuqori intensiv jarayonlarni amalga oshirishga, tabiatda ma'lum bo'lmagan yangi, samarali materiallarni yaratishga imkon beradi.

Texnologik jarayonlarning murakkablashuvi va jadallashuvi zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarini boshqarish faqat mikroprotsessor va boshqaruvchi hisoblash texnikasini qo'llab, keng avtomatlashtirish natijasida samarali bo'lishiga olib keladi.

«Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish» fanini o'qitishdan maqsad, talabalarga texnologik jarayon parametrlarini nazorat qilish usullari va vositalari, axborotlarni masofaga uzatish tizimlari, ob'yektlar, rostlash qonunlari, rostlagichlar, jarayonga ta'sir etuvchi qurilmalar va avtomatik rostlash hamda boshqaruv tizimlari bo'yicha aniq bilim berish va olingan bilimlarni soha texnologik jarayonlarini avtomatlashtirilgan funksional chizmalarini tuzish va ularni o'qishda foydalanishga o'rgatishdan iborat.

Fanni o'rganish davomida talabalar quyidagilarni bilishlari kerak: texnologik jarayonlar xususiyatlarini tahlil qilish; boshqarish ob'yekti va avtomatlashtirish (boshqarish)ga bo'lgan talablarni tuzish (shakllantirish); ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilish va avtomatlashtirishning sxemasini o'qish; nazorat qilish va avtomatlashtirishning asosiy vositalarini tanlash.

«Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish» fanini o'rganish oldingi o'quv kurslarida egallangan «Oliy matematika», «Informatika va axborot texnologiyalari», «Elektrotexnika, elektronika va elektr yuritmalar», «Texnik tizimlarni boshqarish», «Ishlab chiqarishning asosiy jarayonlari va uskunalari» hamda ta'lim yo'nalishlari bo'yicha tarmoq texnologiyasi va uskunalari kabi bilimlar asosida tashkil qilingan.

Mazkur fanni o'rganish davomida olingan bilimlar talabalarni mavjud texnologik jarayonlarni yanada chuqurroq tahlil qilishga, shuningdek, talabalarga o'z ixtisosliklari bo'yicha mutaxassislik fanlarini nazariy va amaliy jihatdan mukammal egallashida, ilmiy-tadqiqot ishlarini o'tkazishida, bitiruv ishlarini bajarishida hamda mutaxassis lavozimlarida faoliyat ko'rsatishlarida foydalidir.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish – uzluksiz rivojlanuvchi tizim bo‘lib, u ishlab chiqarishning o‘ziga xos xususiyatlari va fan-texnikaning ko‘pchilik sohalari bilan uzviy bog‘langandir. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishda yuqori samaradorlikka erishishning bevosita sharti asosiy va yordamchi ishlab chiqarish jarayonlarini mexanizasiyalash hisoblanadi. Avtomatlashtirishni rivojlantirish jarayoniga quyidagi ko‘p sonli qonuniy va tasodifiy omillar ta’sir ko‘rsatadi: texnologiya va qurilmaning holati hamda avtomatlashtirishga tayyorgarligi, xom ashyo, yarim mahsulotlar va energetik resurslarning sifati hamda barqarorligi, xodimlarning malakasi, ishchi va mutaxassislar faoliyatini tashkil etish va hokazo.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish faqat ishlab chiqarish texnikasini takomillashtirish hamda mehnat sharoitlarini yaxshilash bilangina emas, balki ishlab chiqarish rentabelligini oshirish, birlik mahsulotga ketadigan moddiy va mehnat xarajatlarini pasaytirib, uning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini orttirish bilan bog‘liq.

Iqtisodiy omillar avtomatlashtirish ob’jektini tanlab olishda asosiy omil hisoblanadi. Sanoatda avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligini orttirish omillari juda ko‘p. Hozirgi sharoitda avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligiga xizmat ko‘rsatuvchi xodimlar sonini kamaytirish hisobigagina erishishga ko‘p xollarda imkon bo‘lmaydi, chunki zamonaviy zavodlar, korxonalar, bo‘linmalarga nisbatan kam miqdordagi odamlar bilan xizmat ko‘rsatiladi. Shuning uchun iqtisodiy samaradorlikni oshirish omillariga quyidagilarni kiritish mumkin: mahsulot sifatini oshirish, xom ashyo va turli xil energiya sarfini, ishlab chiqarish chiqindilarini kamaytirish, ishlab chiqarish ritmini oshirish, mehnat unumdorligini va chiqarilayotgan mahsulot xajmini oshirish, xizmat ko‘rsatuvchi xodimlarning mehnat sharoitini ishlab chiqarishning kishilar hayoti va sog‘ligi uchun xavfli bo‘lgan hududlardagi zararli ishlarni yo‘qotish hisobiga yaxshilash.

Loyihalanayotgan va qurilayotgan yangi ishlab chiqarish korxonalarida avtomatlashtirish texnologiya bilan uzviy ravishda bog‘lanishi kerak. Jadal texnik taraqqiyot tufayli «yosh» ishlab chiqarish ma’lum davrdan so‘ng «eskiradi» va yangilashni talab qiladi, shu jumladan amaldagi texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish tizimlarini yanada zamonaviy hamda takomillashganlari bilan almashtirishni talab qiladi. Amaldagi ishlab chiqarish korxonalaridagi avtomatlashtirish tizimlarini takomillashtirishda, shuningdek, texnologiya va jixozlarni yangilashda mustaqil iqtisodiy baholashlar bo‘lishi mumkin.

Texnologik jarayonlarning murakkablashuvi va jadallashuvi tufayli zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarini boshqarish ularni mikroprotssessor texnikasi va boshqaruvchi hisoblash texnikasini qo‘llab keng avtomatlashtirish asosidagina samarali bo‘lishiga erishiladi. Avtomatlashtirish talablari texnologik jarayonlar loyihalanayotgan bosqichdayoq hisobga olinganda avtomatlashtirish katta samara beradi.

Yuqorida aytilganlardan, texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirishning ilmiy-texnik, iqtisodiy jihatlarini sanoat taraqqiyotini, mehnatkashlarning madaniyatini va turmush darajasini ko‘tarishni ta’minlashda katta ahamiyatga ega bo‘lishi kelib chiqadi. Biroq sanoatni avtomatlashtirishda

muvaffaqiyatga erishishning muhim sharti - oliy ta'lim muassasalarida, loyiha institutlarida va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish masalalarini yuqori ilmiy-texnik darajada hal qilishga qodir korxonalarda avtomatika bo'yicha ko'p sonli malakali kadrlar, mutaxassislar yetishtirishdan iborat.

Hozirgi kunda respublikamizdagi oliy o'quv yurtlarida olib borilayotgan tadbirlarning asosiy maqsadi mutaxassislar tayyorlash sifatini tubdan yaxshilashdir. Bu ishlarni jadallashtirishda ta'lim, fan va ishlab chiqarishning uzviy aloqada bo'lishi asosiy omildir.

Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish bo'yicha muhim vazifalarni muvaffaqiyatli hal etish uchun yuqori malakali kadrlar kerak. Bunday kadrlar tubdan yangi ilmiy g'oyalarga va yuksak texnik yechimlarni hal etish qobiliyatiga ega bo'lishlari zarur. Xalq xo'jaligini fan-texnika taraqqiyoti asosida jadallashtirish – bozor iqtisodiyoti sharoitidagi muhim vazifalardan hisoblanadi. Bu ulkan ishlarni bajarish kadrlarning malakasiga bog'liqdir.

**Metrologiya** – o'lchashlar, uni ta'minlash usullari va vositalari hamda talab etilgan aniqlikka erishish yo'llari haqidagi fan. Metrologiyaning asosini o'lchashning umumiy masalalari, fizik kattaliklar birligi va ularning tizimlari haqidagi ma'lumotlar, o'lchashning usul va vositalari, o'lchash natijasining to'g'riligini aniqlash usullari va hokazolar hosil qiladi. O'lchashga doir fizik kattaliklar mexanik, elektr, issiqlik, optik, akustik bo'lishi mumkin. Bu kattaliklarning bir turi texnologik jarayon rivojlanishining bevosita ko'rsatkichi bo'lsa, boshqalari shu jarayon bilan funksional bog'langan bo'ladi.

Fizik hodisalarni o'rganish va ulardan amalda foydalanish turli fizik kattaliklarni o'lchash, ya'ni ma'lumot olish bilan bog'liq. Ma'lumot qancha to'la va xolisona bo'lsa, fizik xodisalarning tub ma'nosini tushunish shunchalik chuqur bo'ladi. Fizik kattalikning muayyan qiymati texnologik jarayonning rivojlanishi haqidagi ma'lumotning muhim qismidir. Turli usul va asboblardan orqali ifodalangan texnologik jarayonning holati haqidagi axborotlarni *ma'lumot*, ya'ni *informatsiya* deb bilamiz. Informatsiyalar, asosan, o'lchash asboblari va qurilmalari yordamida olinadi.

Fizik ob'yektning sifat jihatdan umumiy, lekin miqdor jihatdan har bir ob'yekt uchun alohida xususiyati *fizik kattalik* deb ataladi. Shunday qilib, har bir fizik kattalik aynan shu kattalikning sonli qiymati birligiga ko'paytmasidan iborat bo'lgan individual qiymati bilan ifodalanadi.

Bir-biriga muayyan erksizlik bilan bog'langan kattaliklar yig'indisi *fizik kattaliklar tizimi* deyiladi. Fizik kattaliklar tizimi asosiy, qo'shimcha va hosila kattaliklardan iborat. Tizimga kirgan va boshqa tizimlarga nisbatan shartli ravishda erkin hisoblangan fizik kattalik *asosiy fizik kattalik* deb ataladi.

Xalqaro birliklar tizimi – SI (Sistem International - SI) fan va texnikaning barcha sohalari uchun fizik kattaliklarning universal tizimi bo'lib, 1960 yilning oktyabr oyida «O'lchov va tarozilar» XI Bosh konferensiyasida qabul qilingan.

SI ning joriy etilishi shu tizimda nazarda tutilgan va uning tarkibiga kirmaydigan (ammo hozir o'lchov birliklari sifatida qo'llanilayotgan) birliklarning ilmiy-tadqiqot natijalarini hisoblashda, ishlab chiqarish vositalari va asbob uskunalari loyihalashda, qurilish hamda qurilgan ob'yektlardan foydalanishda, shuningdek o'quv-ta'lim ishlarida ko'p qiyinchiliklar tug'dirayotgan o'lchov

birliklaridagi turli xillikka barham beradi. SI ning hozirgi qo‘llanilayotgan ayrim o‘lchov tizimlariga nisbatan muhim afzalligi shundaki, u – universal; o‘lchov birliklarini birxillashtirgan; asosiy, qo‘shimcha va o‘z hosilaviy birliklarini amaliyot uchun qulay o‘lchamlarga mujassamlashtirgan; kogerent, ya’ni hosilaviy birliklar o‘lchamlarini aniqlovchi fizik tenglamalardagi mutanosiblik koeffitsientlarini tugatgan tizimdir. Uning tatbiqi bilan hisoblash tenglamalarining yozilishi ancha soddalashdi.

Xalqaro birliklar tizimi (SI) da yettita asosiy va ikkita qo‘shimcha kattalik qabul qilingan. Shuningdek, ular asosida ko‘pgina hosilaviy kattaliklar va ularning birliklari ham tasdiqlangan. 1.1-jadvalda Xalqaro birliklar tizimi (SI) da ifodalangan asosiy va qo‘shimcha hamda o‘quv jarayonida tez-tez uchrab turadigan muhim hosilaviy kattaliklarning o‘lchov birliklari, belgilari keltirilgan.

1.1- jadval.

### Xalqaro (SI) birliklar tizimi

| Tartib №             | Kattaliklar            | Oʻlchov birligi                          | Qisqartirilgan belgilari |                    | Hosilaviy birliklar oʻlchovi     |
|----------------------|------------------------|------------------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------------|
|                      |                        |                                          | oʻzbekcha                | xalqaro            |                                  |
| Asosiy birliklar     |                        |                                          |                          |                    |                                  |
| 1                    | Uzunlik                | metr                                     | m                        | m                  | -                                |
| 2                    | Massa                  | kilogramm                                | kg                       | kg                 | -                                |
| 3                    | Vaqt                   | sekund                                   | S                        | S                  | -                                |
| 4                    | Tok kuchi              | amper                                    | A                        | A                  | -                                |
| 5                    | Termodinamik           | Kelvin gradusi                           | K                        | K                  | -                                |
| 6                    | Yorugʻlik kuchi        | kandela                                  | kd                       | cd                 | -                                |
| 7                    | Modda miqdori          | mol                                      | mol                      | mol                | -                                |
| Qoʻshimcha birliklar |                        |                                          |                          |                    |                                  |
| 1                    | Yassi burchak          | radian                                   | rad                      | rad                | -                                |
| 2                    | Fazoviy burchak        | steradian                                | sr                       | sr                 | -                                |
| Hosilaviy birliklar  |                        |                                          |                          |                    |                                  |
| 1                    | Yuza                   | metr kvadrat                             | m <sup>2</sup>           | m <sup>2</sup>     | I (m) <sup>2</sup>               |
| 2                    | Hajm                   | metr kub                                 | m <sup>3</sup>           | m <sup>3</sup>     | I (m) <sup>3</sup>               |
| 3                    | Chastota               | Gers                                     | Gs                       | Hz                 | I:(c)                            |
| 4                    | Zichlik                | Kilogramm taqsim metr kub                | kg/m <sup>3</sup>        | kg/ m <sup>3</sup> | (1kg):(1m <sup>3</sup> )         |
| 5                    | Tezlik                 | metr taqsim sekund                       | m/s                      | m/s                | (1m):(1s)                        |
| 6                    | Burchak tezlik         | radian taqsim sekund                     | rad/s                    | rad/s              | (1rad):(1s)                      |
| 7                    | Tezlanish              | metr taqsim sekund kvadrat               | m/s <sup>2</sup>         | m/s <sup>2</sup>   | (1m):(1s) <sup>2</sup>           |
| 8                    | Burchak tezlanish      | radian taqsim sekund kvadrat             | rad/s <sup>2</sup>       | rad/s <sup>2</sup> | (1rad):(1s) <sup>2</sup>         |
| 9                    | Kuch                   | Nyuton                                   | N                        | N                  | (1kg):(1m):<br>(1s) <sup>2</sup> |
| 10                   | Bosim                  | nyuton taqsim metr kvadrat               | N/m <sup>2</sup>         | N/m <sup>2</sup>   | (1N):(1m) <sup>2</sup>           |
| 11                   | Dinamik qovushqoqlik   | Nyuton koʻpaytirilgan sekund taqsim metr | N·s/m <sup>2</sup>       | N·S/m <sup>2</sup> | (1N)·(1s): (1m) <sup>2</sup>     |
| 12                   | Kinematik qovushqoqlik | metr kvad. taqsim sekund                 | m <sup>2</sup> /s        | m <sup>2</sup> /s  | (1m) <sup>2</sup> :(1s)          |
| 13                   | Ish, energiya,         | joul                                     | J                        | J                  | (1J):(1s)                        |

|    |                                                                          |       |    |   |            |
|----|--------------------------------------------------------------------------|-------|----|---|------------|
|    | issiqlik miqdori                                                         |       |    |   |            |
| 14 | Quvvat                                                                   | vatt  | Vt | W | (1J):(1s)  |
| 15 | Elektr miqdori                                                           | kulon | Kl | G | (1A):(1c)  |
| 16 | Elektr kuchlanish, elektr potentsiallar ayirmasi, elektr yurituvchi kuch | volt  | V  | V | (1Bt):(1A) |

| Tartib № | Kattaliklar                   | O'lchov birligi                            | Qisqartirilgan belgilari |                   | Hosila birliklar o'lchovi |
|----------|-------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------------|
|          |                               |                                            | o'zbekcha                | halqaro           |                           |
| 17       | Elektr maydoni nuchlanganligi | volt taqsim metr                           | V/m                      | V/m               | (1V):(1m)                 |
| 18       | Elektr qarshilik              | Om                                         | Om                       | $\Omega$          | (1Vt):(1A)                |
| 19       | Elektr sig'im                 | Farada                                     | F                        | F                 | (1K):(1V)                 |
| 20       | Magnit induksiyasi oqimi      | Veber                                      | VB                       | Wb                | (1k):(1Om)                |
| 21       | Induktivlik                   | genri                                      | Gn                       | N                 | (1Vb):(1A)                |
| 22       | Magnit induksiyasi            | tesla                                      | tl                       | T                 | (1Vb):(1m) <sup>2</sup>   |
| 23       | Magnit maydoni kuchlanganligi | amper taqsim metr                          | A/M                      | A/m               | (1A):(1m)                 |
| 24       | Magnit yurituvchi kuch        | Amper                                      | A                        | A                 | (1A)                      |
| 25       | Yorug'lik oqimi               | Lyumen                                     | Lm                       | Lm                | (1qd):(1sr)               |
| 26       | Ravshanlik                    | kandela taqsim metr kvadrat yoki nit lyuks | kd/m <sup>2</sup>        | cd/m <sup>2</sup> | (1kA):(1m) <sup>2</sup>   |
| 27       | Yoritilish darajasi           | Lyuks                                      | LK                       | Lk                | (1lm):(1m) <sup>2</sup>   |

Shunday sohalar borki, unda SI birliklarini ishlatish hisoblashlarda bir oz qiyinchiliklar tug'diradi. Masalan, SI ga binoan massani doimo kilogrammlarda o'lchash noqulay. U goh gramm (g) larda ifodalansa, goh tonna (t) larda o'lchanadi. Shu sababli massani gramm (g), milligramm (mg), tonna (t) kabi birliklarda ifodalash qulay. Ular asosida massa hisobini shu birliklarda olib borish xato hisoblanmaydi.

Shuning uchun, ba'zi hisoblashlarda qulaylik yaratish maqsadida birliklarning o'nlik karrali va ulushli qiymatlaridan foydalaniladi.

Birliklarning o'nlik karrali va ulushli qiymatlari barcha birliklardan emas, balki amaliy hisoblarda qulaylik yaratadigan birliklardangina hosil qilinadi. Shunday sohalar ham borki, ularda doimo karrali yoki ulushli birliklardangina foydalaniladi (masalan, chizmachilikda ularning o'lchamlari faqat millimetr – mm da ifodalanadi).

1.1 va 1.2- jadvallarda fan, texnika va xalq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llaniladigan birliklarning o'nlik karrali va ulushli qiymatlari keltirilgan.

1.1 va 1.2- jadvallarda fan, texnika va xalq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llaniladigan birliklarning o'nlik karrali va ulushli qiymatlari keltirilgan.

Birliklarning karrali va ulushli qiymatlar

| №  | Kattalik nomi                       | Belgilari                     |                                                                     |                                                                                       |
|----|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                     | SI birliklari                 | SI ning karrali va ulushli birliklari                               | SI ga kirmagan birliklar                                                              |
| 1  | Uzunlik                             | m (metr)                      | km; sm; mm; mkm; nm.                                                |                                                                                       |
| 2  | Yuza                                | m <sup>2</sup> (metr kvadrat) | km <sup>2</sup> ; dm <sup>2</sup> ; sm <sup>2</sup> mm <sup>2</sup> |                                                                                       |
| 3  | Hajm va sigʻim                      | m <sup>3</sup> (metr kub)     | dm <sup>3</sup> ; sm <sup>3</sup> ; mm <sup>3</sup>                 | l (litr)                                                                              |
| 4  | Yassi burchak                       | rad (radian)                  | mrad; mkrad                                                         | ... <sup>0</sup> , (gradus)<br>... <sup>'</sup> (minut)<br>... <sup>''</sup> (sekund) |
| 5  | Vaqt                                | s (sekund)                    | ks; ms; mks;                                                        | Sut (sutka)<br>Soat (soat, min)                                                       |
| 6  | Tezlik                              | m/s                           | -                                                                   | km/soat                                                                               |
| 7  | Aylanishlar takrorligi              | s <sup>-1</sup>               | -                                                                   | min <sup>-1</sup>                                                                     |
| 8  | Massa                               | kg (kilogramm)                | Mg; g; mg; mkg                                                      | t (tonna)                                                                             |
| 9  | Kuch, ogʻirlik                      | N (nyuton)                    | MN; kN; mN                                                          |                                                                                       |
| 10 | Kuch momenti                        | N·m                           | MN·m; kN·m; mN·m                                                    |                                                                                       |
| 11 | Bosim                               | Pa (paskal)                   | GPa; MPa; kPa; mPa                                                  |                                                                                       |
| 12 | Dinamik qovushqoqlik                | Pa·s                          | mPa·s                                                               |                                                                                       |
| 13 | Kinetik qovushqoqlik                | m <sup>2</sup> /s             | mm <sup>2</sup> /s                                                  |                                                                                       |
| 14 | Energiya, ish                       | J (joul)                      | TJ; GJ; MJ; kJ; mJ                                                  | EV (elektron volt)                                                                    |
| 15 | Quvvat                              | Vt (vatt)                     | GVt; MVt; kVt; mVt                                                  |                                                                                       |
| 16 | Harorat                             | K (kelvin)                    | MK; kK; mK                                                          |                                                                                       |
| 17 | Elektr toki (elektr tokining kuchi) | A (amper)                     | kA; MA; mA; nA; pA                                                  |                                                                                       |
| 18 | Elektr miqdori, elektr zaryad       | Kl (Kulon)                    | mKl; mKl; nKl; pKl                                                  |                                                                                       |
| 19 | Modda miqdori                       | mol                           | kmol; mmol; mkmol                                                   |                                                                                       |
| 20 | Molyar massa                        | kg/mol                        | g/mol                                                               |                                                                                       |

Mamlakatimizda oʻlchovlarning mushtarakligi Oʻzbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining standartlar davlat qoʻmitasi va metrologik muassasalari tomonidan amalga oshiriladi.

**Oʻlchash** – fizik kattaliklar qiymatlarini tajribada maxsus texnik vositalar yordamida aniqlash.

Koʻp hollarda oʻlchash jarayonida oʻlchanayotgan kattalikni shunday fizik kattalik bilan taqqoslanadiki, unga 1 ga teng boʻlgan qiymat berilib, bu uning fizik kattalik birligi yoki *oʻlchov birligi* deyiladi.

**Oʻlchash natijasi** – kattalikning oʻlchash usuli bilan, masalan, kattalikni oʻlchov birligi bilan taqqoslash yordamida topilgan qiymatidan iborat. Oʻlchash natijasini tenglama koʻrinishida quyidagicha yozish mumkin:

$$U = \frac{Q}{q} \quad \text{ëku} \quad Q = U * q \quad (1.1)$$

bu yerda,  $Q$  – o‘lchanayotgan fizik kattalik,  $U$  – o‘lchash natijasi yoki o‘lchanayotgan kattalikning son qiymati,  $q$  – fizik kattalik birligi.

(1.1) tenglama o‘lchashning asosiy tenglamasi deyiladi. Uning o‘ng tomoni o‘lchash natijasi deb yuritiladi. O‘lchash natijasi doimo o‘lchamli kattalik bo‘lib, u o‘z nomiga ega bo‘lgan  $q$  birlikdan hamda ayni shu birlikdan o‘lchanayotgan kattalikda nechta borligini anglatadigan  $U$  sonidan tashkil topgan.

O‘lchanayotgan kattalikning son qiymati bevosita, bilvosita, birlashtirib va qo‘shma o‘lchash usullari yordamida topiladi. Laboratoriya amaliyotida va ilmiy tekshirishlarda birlashtirib va qo‘shma o‘lchash usullaridan foydalaniladi.

**Bevosita o‘lchash** deb o‘lchanayotgan kattalikning izlanayotgan qiymati tajriba ma’lumotlaridan bevosita aniqlanadigan o‘lchashga aytiladi. Masalan, haroratni termometr bilan, bosimni manometr bilan, uzunlikni chizg‘ich bilan o‘lchash va hokazolar bevosita o‘lchashdan iborat.

Bevosita o‘lchash tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$Q_{\text{beo}} = C * n \quad (1.2)$$

bu yerda,  $Q_{\text{bev}}$  – o‘lchanayotgan kattalikning uning uchun qabul qilingan o‘lchov birliklaridagi qiymati;  $S$  – raqamli hisoblash qurilmasi shkalasi bo‘linmalarining yoki bir marta ko‘rsatishining o‘lchanayotgan kattalik birliklaridagi qiymati;  $n$  – shkala bo‘linmalarining hisobida indikatorli qurilma bo‘yicha olingan sanoq.

**Bilvosita o‘lchash** deb o‘lchash natijasi o‘lchanayotgan kattalik bilan ma’lum munosabat yordamida bog‘langan kattaliklarni bevosita o‘lchashga asosan olinadigan o‘lchashga aytiladi. Bilvosita o‘lchash tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$Q_{\text{biv}} = f(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \quad (1.3)$$

bu yerda,  $Q_{\text{bil}}$  – o‘lchanayotgan kattalikning izlangan qiymati;  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  – bevosita o‘lchanadigan kattaliklarning son qiymatlari.

Bilvosita o‘lchashga o‘tkazgichning solishtirma elektr qarshiligini uning qarshiligi, uzunligi va ko‘ndalang kesim yuzasi bo‘yicha topish; modda zichligini uning massasi va hajmini o‘lchash natijasi bo‘yicha topish va boshqalar misol bo‘la oladi. Bilvosita o‘lchashlar bevosita o‘lchashlarning iloji bo‘lmagan ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilishda keng qo‘llanadi.

**Birlashtirib o‘lchash** bir nechta bir nomli kattaliklarni bir vaqtda o‘lchashdan iborat bo‘lib, unda izlangan kattaliklarning qiymatlari bevosita o‘lchashda hosil qilingan tenglamalar tizimidan topiladi.

Bir vaqtda ikki yoki bir nechta nomdagi turli kattaliklarni va ular orasidagi funksional munosabatlarni topish uchun olib borilgan o‘lchashlar **qo‘shma o‘lchash** deyiladi. Jumladan, o‘lchash rezistorining 20°C dagi elektr qarshiligi va harorat koeffitsientlari uning qarshiligini turli haroratlarda bevosita o‘lchash ma’lumotlari bo‘yicha topiladi.

O‘lchashlar yana **mutlaq** va **nisbiy o‘lchashlarga** bo‘linadi.

Bir yoki bir nechta asosiy kattaliklarni fizik konstantalar qiymatlaridan foydalanib yoki foydalanmasdan bevosita o‘lchash **mutlaq o‘lchash** deb ataladi. Masalan, shtangensirkul yordamida bajarilgan o‘lchashlar mutlaq o‘lchashdir, chunki unda o‘lchanayotgan kattalik qiymati bevosita olinadi.

Biror kattalikning shu ismli birlik vazifasini bajarayotgan kattalikka nisbatini o‘lchash yoki kattalikni shu ismli birlik kattaligi deb qabul qilingan kattalik bo‘yicha o‘lchash **nisbiy o‘lchash** deb ataladi. Masalan, haroratni termoelektr effektdan

foydalanishga asoslangan o'lchash yoki massani tortish usuli bilan, ya'ni massaga mutanosib bo'lgan og'irlik kuchidan foydalanish usuli bilan o'lchash nisbiy o'lchashdan iborat. Nisbiy o'lchashdan katta aniqlik zarur bo'lgan hollarda foydalaniladi.

O'lchashlar o'lchash asosini aniqlab beradigan fizik hodisalarga asoslanib olib boriladi. Masalan, moddaning kengayishi bo'yicha haroratni o'lchash, muvozanatlashtiruvchi suyuqlik ustunining ko'tarilishi bo'yicha siyraklanish (vakuum)ni o'lchash. O'lchashning biror asosini amalga oshirish uchun turli texnik vositalar qo'llaniladi. O'lchashlarda qo'llaniladigan va normallashtirilgan metrologik xossalarga ega bo'lgan texnik vositalar *o'lchash vositasi* deyiladi. O'lchash asosi va vositasini belgilab beradigan usullar majmui *o'lchash usuli* deyiladi.

O'lchashlarda bevosita baholash, differensial, o'lchov bilan taqqoslash va nol (kompensatsion) usullar keng tarqalgan.

**Bevosita baholash usuli** o'lchanayotgan kattalik miqdorini bevosita o'lchash asbobining hisoblash qurilmasi bo'yicha bevosita topish imkonini beradi. Masalan, bosimni prujinali manometr bilan, massani siferblatli tarozida, tok kuchini ampermetr bilan o'lchash va hokazo. Bu usulda o'lchash aniqligi uncha katta bo'lmasa ham, o'lchash jarayonining tezligi uni amalda qo'llanishda tengi yo'q usulga aylantiradi.

**Differensial usul** o'lchanayotgan va ma'lum kattaliklarning ayirmasini o'lchashni xarakterlaydi. Masalan, gaz aralashmasi tarkibini havoning issiq o'tkazuvchanligiga taqqoslash yo'li bilan issiqlik o'tkazuvchanlik bo'yicha o'lchash.

G'oyatda aniq o'lchashlarda **o'lchov bilan taqqoslash usuli** qo'llanadi. Bunda o'lchanayotgan kattalik o'lchash yordamida topilgan kattaliklar bilan taqqoslanadi. Masalan, o'zgarish tokning kuchlanishini elektr yurituvchi kuchi normal element EYUK ga teng bo'lgan taqqoslash kompensatorida o'lchash yoki massani pishangli tarozilarda muvozanatlashtiruvchi toshlar bilan o'lchash. Bu usul ta'sir etuvchi kattaliklarning o'lchash natijasiga ta'sirini kamaytirishga imkon beradi.

**Nol (kompensatsion) usul** o'lchanayotgan kattalikni qiymati ma'lum bo'lgan kattalik bilan taqqoslashdan iborat, ammo ular orasidagi ayirma ma'lum kattalikni o'zgartirish usuli bilan nolga keltiriladi. Potensiometrlar, muvozanatlashtirilgan ko'priklar va boshqalar nol usulga asoslanib ishlovchi asboblarga misol bo'la oladi. Nol usul o'lchashning yuqori aniqligini ta'minlaydi.

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Mehnat unumdorligini oshirishda texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirishining roli qanday?
2. Birlamchi o'zgartkich, birlamchi va ikkilamchi asboblarning haqida qanday tushunchaga egasiz?
3. Ishlab chiqarishni avtomatlashtirishda mikroprotsessor va elektron hisoblash mashinalarining qo'llanishi nimani beradi?
4. Metrologiya nima?
5. O'lchash deganda nimani tushunasiz?
6. Qanday o'lchash turlari mavjud?
7. O'lchash xatoligi nima?
8. O'lchash xatoliklarining kelib chiqish sabablari va qanday xatoliklarini bilasiz?

## 2-MA'RUZA

### HARORATNI VA BOSIMNI O'LCHASH

#### ***O'quv moduli birliklari:***

1. Kengayish termometrlari; 2. Termoelektrik termometrlar va o'zgartkichlar. 3. Nurlanish pirometrlari. 4. Qarshilik termometrlari. 5. Haroratni turli xil standart signallarga aylantirish. 6. Suyuqlikli bosim o'lchash asboblari. 7. Deformatsion va elektrik manometrlar. 8. Bosimni turli xil standart signallarga aylantirish.

**Harorat** – texnologik jarayonlarning muhim parametri bo'lib, amalda ham past, ham yuqori haroratlar bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi.

Haroratni o'lchash asbobi ishlash prinsipiga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. **Kengayish termometrlari.** Bu termometrlar harorat o'zgarishi bilan suyuqlik yoki qattiq jismlar hajmining chiziqli o'lchamlarining o'zgarishiga asoslangan.

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

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

4. O'tkazgich va yarim o'tkazgichlarning harorati o'zgarishi sababli elektr qarshilikning o'zgarishiga asoslanib ishlovchi termometrlar **qarshilik termometrlari** deyiladi.

5. **Nurlanish termometrlari.** Ular orasida eng ko'p tarqalganlari: a) optik pirometrlar – issiq jismning ravshanligini o'lchash asbobi; b) rangli pirometrlar (spektral nisbat pirometrlari) – jismning issiqlikdan nurlanishi spektridagi energiya taqsimlanishini o'lchashga asoslangan; c) radiatsion pirometrlar – issiq jism nurlanishining quvvatini o'zgarishiga asoslangan. Nurlanish termometrlari haroratni kontaktiz o'lchash usuli asosida ishlaydi.

2.1 – jadval.

**Sanoatda haroratni o'lchash vositalaridan foydalanish chegaralari**

| O'lchash vositasi turi     | O'lchash vositalarining turli tumanligi    | Davomli foydalanish chegarasi |      |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|------|
|                            |                                            | 3                             | 4    |
| 1                          | 2                                          | 3                             | 4    |
| Kengayish termometrlari    | Suyuqlik termometrlari                     | -200                          | 750  |
|                            | Diometrik, bimetall termometrlar           | -150                          | 700  |
| Manometrik termometrlar    | Gazli                                      | -150                          | 1000 |
|                            | Suyuqlikli                                 | -150                          | 600  |
|                            | Bug' – suyuqlikli (Kondensatsion)          | -50                           | 300  |
| Termoelektrik termometrlar | Termoelektrik termometrlar                 | -200                          | 2500 |
| Qarshilik termometrlari    | Metall qarshilik termometrlari             | -260                          | 1100 |
|                            | Yarim o'tkazgichli qarshilik termometrlari | -272                          | 600  |
| Pirometrlar                | Kvazimonoxromatik pirometrlar              | 700                           | 6000 |
|                            | Spektral nisbatli pirometrlar              | 300                           | 2800 |
|                            | To'liq nurlanish pirometrlari              | 50                            | 3500 |

Eng qulay, aniq va ishonchli o'lchash usullari - haroratning birlamchi datchiklari sifatida qarshilik termoo'zgartkichi va termoelektr o'zgartkichlardan foydalanadigan kontaktli usullar hisoblanadi.

2.1-jadvalda sanoatda haroratni eng ko'p tarqalgan o'lchash vositalarining qo'llanish chegaralari ko'rsatilgan.

Suyuqlikli termometrlarning ishlash prinsipi asbob ichiga solingan termometrik suyuqlikning hajmi harorat ko'tarilishi yoki pasayishida o'zgarishiga asoslangan. Suyuqlikli termometrlar – 200 °C dan + 750 °C gacha oraliqdagi haroratni o'lchash uchun ishlatiladi. Shisha termometrlarning ishlatilish usuli sodda, aniqligi yetarli darajada yuqori va arzon bo'lganligi sababli laboratoriya va sanoatda keng tarqalgan. Shisha termometrlarning suyuqligi sifatida simob, toluol, etil spirti (etanol), kerosin, petroley efiri, pentan va boshqalar ishlatiladi. Ularning qo'llanish chegaralari 2.2-jadvalda keltirilgan.

2.2 – jadval.

**Termometrlarga solinadigan suyuqliklarning qo'llanish chegaralari**

| Suyuqlik             | Qo'llanish chegaralari, °C da |        |
|----------------------|-------------------------------|--------|
|                      | Quyi                          | Yuqori |
| Simob                | -35                           | 750    |
| Toluol               | -90                           | 200    |
| Etil spirti (etanol) | -80                           | 70     |
| Kerosin              | -60                           | 200    |
| Petroley efiri       | -120                          | 25     |
| Pentan               | -200                          | 20     |

Suyuqlikli termometrlar orasida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir. Simobning kengayish koeffitsientini kichikligi termometriya nuqtai nazaridan uning kamchiligi hisoblanadi. Suyuqlikning issiqlikdan kengayishi hajmiy kengayish koeffitsienti bilan xarakterlanadi. Bu koeffitsient quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$\beta_{t_1, t_2} = \frac{v_{t_2} - v_{t_1}}{v_0(t_2 - t_1)}, \quad 1 / \text{grad} \quad (2.7)$$

bu yerda,  $v_{t_1}$  va  $v_{t_2}$  – suyuqlikning  $t_1$  va  $t_2$  haroratlardagi hajmi;  $v_0$  – shu suyuqlikning 0°C dagi hajmi.

$\beta$  koeffitsient qancha katta bo'lsa, hajmiy kengayish haroratining 1°C ga o'zgarishi shuncha katta bo'ladi. Termometrlarda hajmiy kengayish harorat koeffitsienti yuqori bo'lgan suyuqliklardan foydalanish maqsadga muvofiq. O'lchashning maqsadi va chegarasiga qarab termometrlar kengayish koeffitsienti kichik bo'lgan turli markali shishalardan tayyorlanadi. Texnikada qo'llaniladigan suyuqlikli shisha termometrlar quyidagi xillarga bo'linadi:

1. Ko'rsatishlariga tuzatish kiritilmaydigan termometrlar (keng miqyosda qo'llaniladigan termometrlar): a) simobli termometrlar (- 35 dan +750 °C gacha); b) organik suyuqlikli termometrlar (- 200 dan + 200 °C gacha).

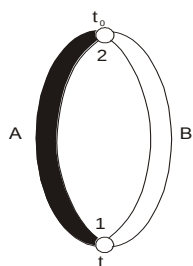
2. Ko'rsatishlariga tuzatish kiritiladigan termometrlar: a) aniqlik darajasi yuqori simobli termometrlar (-35 dan + 600 °C gacha); b) aniq o'lchovlarga mo'ljallangan

simobli termometrlar (0 dan + 500 °C gacha); c) organik suyuqlikli termometrlar (-80 dan + 100 °C gacha).

Tuzilishlarining xilma-xilligiga qaramay barcha suyuqlikli termometrlar ikki asosiy turning biriga: tayoqcha shaklidagi yoki shkalasi ichiga oʻrnatilgan termometrlar turiga tegishli boʻladi. Tayoqcha shaklidagi termometr qalin devorli, tashqi diametri 6...8 mm gacha qilib tayyorlangan kapillyar naychadan iborat. Naychaning pastki qismi suyuqlik saqlanadigan rezervuar hosil qiladi. Ularning shkalasi bevosita kapillyarning sirtida darajalanadi.

Shkalasi ichiga oʻrnatilgan termometrlarda kapillyar naychasi ingichka devorli boʻlib, rezervuari kengaytirilgan. Shkala darajalari yassi shisha plastinkada joylashgan va kapillyar bilan birgalikda rezervuarga yopishgan shisha qobiq ichiga olingan. Hozirgi vaqtda shkalasi ichiga oʻrnatilgan yoki burchakli (termometrning pastki qismi 90°, 120°, 135° li burchak hosil qiladi) texnik termometrlar tayyorlanadi. Yuqori darajali termometrlarda kapillyarlardagi suyuqlik ustidagi boʻshliq inert gaz bilan toʻldiriladi. Haroratning maʼlum darajada saqlanishini avtomatik ravishda taʼminlash va uning maʼlum qiymatini signalizatsiya qilish uchun kontaktli termometrlar qoʻllaniladi. Bunday termometrlar ikki yoki undan koʻproq kontaktli boʻlib, yuqoridagi kontakt oʻrni oʻzgaruvchan boʻladi. Haroratni suyuqlikli shisha termometr bilan oʻlchash aniqligidagi xatoliklar bir qator faktorlarga bogʻliq: tekshirilmagan shkala boʻlinmalari uchun kiritiladigan tuzatish qiymatining noaniqligi; nol nuqtasining oʻzgarishi; termometrning oʻlchanayotgan muhitga kirish chuqurligining har xilligi; tashqi bosimning oʻzgarishi; termometr inersiyasining va rezervuar bilan atrof-muhit issiqligining muvozanati.

Haroratni oʻlchashning termoelektr usuli termo EYUK ning haroratga bogʻliqligiga asoslangan. Bu asbob -200 °C dan +2500 °C gacha boʻlgan haroratlarni oʻlchashda texnikaning turli sohalari va ilmiy-tekshirish ishlarida keng qoʻllaniladi.



2.2–rasm. Ikki oʻtkazgichli termometrik

Termoelektr termometrlar yordamida haroratni oʻlchash 1821 yilda Zeebek kashf etgan termoelektr hodisasiga asoslangan. Bu hodisaning haroratlarni oʻlchashda qoʻllanishi ikki xil metall simdan iborat zanjirda ularning kavsharlangan joyida haroratlar farqi hisobiga hosil boʻladigan EYUK effektiga asoslangan. Har xil A va B oʻtkazgichlardan iborat zanjirni koʻrib chiqamiz (2.2-rasm). Termojuftning oʻlchanayotgan muhitga tegib turgan joyi, kavsharlangan uchi 1 *issiq ulanma*, oʻzgarmas  $t_0$  haroratli muhitdagi joyi 2 esa (erkin uchi) *sovuq ulanma* deyiladi. A va B oʻtkazgichlar *termoelektrodlar* deyiladi. Bunday kavsharlangan oʻtkazgichlar esa

*termojuft* deb ataladi, ularda hosil boʻladigan elektr yurituvchi kuch *termoelektr yurituvchi kuch* (TEYUK) deyiladi. TEYUK hosil boʻlishining sababi erkin elektronlar zichligi koʻproq metallning erkin elektronlar zichligi kamroq metallga diffuziyasi bilan izohlanadi. Shu paytda ikki xil metallning birikish joyida paydo boʻladigan elektr maydon diffuziyaga qarshilik koʻrsatadi. Elektronlarning diffuzion oʻtish tezligi elektr maydon taʼsirida ularning qayta oʻtish tezligiga teng boʻlganda harakatli muvozanat holati qaror topadi. Bu muvozanatda A va B metallar orasida potentsiallar ayirmasi paydo boʻladi. Elektronlar diffuziyasining jadalligi

o'tkazgichlar birikkan joyning haroratiga ham bog'liq bo'lganligi sababli birinchi va ikkinchi ulanmalarda hosil bo'lgan EYUK ham turlicha bo'ladi.

**Haroratni qarshilik termometrlari bilan o'lchash** harorat o'zgarishi bilan o'tkazgich hamda yarim o'tkazgichlar elektr qarshiligining o'zgarish xususiyatiga asoslangan. Demak, o'tkazgich yoki yarim o'tkazgichning elektr qarshiligi uning harorati funksiyasidan iborat, ya'ni  $R=f(t)$ . Bu funksiyaning ko'rinishi termometr qarshiligi materialining xossalriga bog'liq. Ko'pchilik toza metallarning elektr qarshiligi harorat ko'tarilishi bilan ortadi, metall oksidlari (yarim o'tkazgichlar) ning qarshiligi esa kamayadi. Qarshilik termometrlarini tayyorlashda quyidagi talablarga javob beruvchi toza metallar qo'llaniladi:

1) o'lchanayotgan muhitda metall oksidlanmasligi va kimyoviy tarkibi o'zgarmasligi kerak;

2) metalning haroratga qarshilik koeffitsienti yetarli darajada katta va barqarorlashgan bo'lishi lozim;

3) qarshilik harorat o'zgarishi bilan to'g'ri yoki ravon egri chiziq bo'yicha keskin chetga chiqishlarsiz va gisterezis holatlarisiz o'zgarishi kerak;

4) solishtirma elektr qarshilik yetarlicha katta bo'lishi kerak. Ma'lum haroratlar oralig'ida yuqoridagi talablarga platina, mis, nikel, temir, volfram kabi metallar javob beradi.

**Nurlanish pirometrlarining ishlash prinsipi** qizdirilgan jismning issiqligi ta'sirida hosil bo'lgan nurlanish energiyasini o'lchashga asoslangan. Nurlanish pirometrlari 20 dan 6000 °C gacha bo'lgan haroratlarni o'lchashda ishlatiladi.

Issiqlik nurlanishi nurlanayotgan jism ichki energiyasining elektromagnit to'lqinlari tarzida tarqalish jarayonidan iborat. Bu to'lqinlar boshqa jismlar tomonidan yutilganda ular qaytadan issiqlik energiyasiga aylanadi. Jismlar haroratiga teng bo'lgan elektromagnit to'lqinlarni 0 dan  $\infty$  gacha bo'lgan oraliqda tarqatadi. Qattiq va suyuq moddalarning ko'pi nurlanishning uzluksiz spektriga ega, ya'ni barcha uzunliklardagi to'lqinlarni tarqatadm. Boshqa moddalar (sof metallar va gazlar) nurlanishning selektiv spektriga ega, ya'ni ular to'lqinlarni spektrning ma'lum chegaralaridagina tarqatadi. To'lqin uzunligi  $\lambda \approx 0,4$  dan  $\lambda \approx 0,76$  mkm gacha bo'lgan chegara ko'rinadigan spektrga moc keladi. Ko'rinadigan spektrning har bir to'lqin uzunligi ma'lum rangga mos keladi.

$\lambda \approx 0,4$  dan  $\lambda \approx 0,44$  mkm gacha bo'lgan to'lqin uzunliklari to'q binafsha rangga,  $\lambda \approx 0,44$  dan  $\lambda \approx 0,49$  mkm gacha – ko'k zangori,  $\lambda \approx 0,49$  dan  $\lambda \approx 0,59$  mkm gacha to'q va och yashil;  $\lambda \approx 0,58$  dan  $\lambda \approx 0,63$  mkm gacha – sariq – to'q sariq;  $\lambda \approx 0,63$  dan  $\lambda \approx 0,76$  mkm gacha – och va to'q qizil rangga mos keladi.  $\lambda \approx 0,76$  mkm uzunlikdagi to'lqinlar ko'rinmaydigan infraqizil issiqlik nuriga kiradi.

Bosim texnologik jarayonlarning asosiy parametrlaridan biridir. Ishlab chiqarish jarayonlarining to'g'ri olib borilishi, ko'pincha bosim kattaligiga bog'liq bo'ladi.

Tekis sirtga normal ta'sir ko'rsatuvchi tekis taqsimlangan kuch **bosim** deb ataladi:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (3.1)$$

bu yerda,  $S$  – tekislik yuzi;  $F$  – shu tekislik yuziga tik ta'sir qiladigan bosim kuchi.

Bosim xalqaro birliklar tizimida paskal (Pa) bilan o'lchanadi. 1 Pa qiymati jihatidan kuchga perpendikulyar bo'lgan 1 m<sup>2</sup> yuzaga tekis taqsimlangan 1 N kuch hosil qilgan bosimga teng (N/m<sup>2</sup>). Karrali kPa va MPa birliklar keng qo'llaniladi, kgk/sm<sup>2</sup>, bar, kgk/m<sup>2</sup> (mm suv ust.), mm sim. ust. kabi birliklardan ham foydalanish mumkin. 3.1-jadvalda ko'p uchraydigan bosim birliklarining nisbati keltirilgan.

3.1 – jadval.

**Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi nisbati.**

| Birliklar                             | Pa                     | Bar                      | kgk/sm <sup>2</sup>      | kgm/m <sup>2</sup> (mm suv. ust) | mm sim. ust.            |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1 Pa                                  | 1                      | 10 <sup>-5</sup>         | 1,0197·10 <sup>-5</sup>  | 0,10197                          | 7,6006·10 <sup>-5</sup> |
| 1 Bar                                 | 10 <sup>5</sup>        | 1                        | 1,0197                   | 1,0197·10 <sup>4</sup>           | 750,06                  |
| 1 kgk/sm <sup>2</sup>                 | 9,8066·10 <sup>4</sup> | 0,98066                  | 1                        | 10 <sup>4</sup>                  | 735,56                  |
| 1 kgk/m <sup>2</sup><br>(mm.suv. ust) | 9,8066                 | 0,98066·10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-4</sup>         | 1                                | 7,3566·10 <sup>-4</sup> |
| 1 mm sim.<br>ust                      | 133,32                 | 1,3332·10 <sup>-3</sup>  | 1,33595·10 <sup>-3</sup> | 13,595                           | 1                       |

O'lchashda mutlaq, ortiqcha, atmosfera va vakuum bosimlar mavjud.  $R_{mut}$  – **mutlaq bosim** – modda holatining (suyuqlik, gaz, bug') parametri bo'lib,  $R_{atm}$  – atmosfera va  $R_{ort}$  – ortiqcha bosimlar yig'indisidan iborat:

$$R_{mut} = R_{atm} + R_{ort} \quad (3.2)$$

**Ortiqcha bosim** mutlaq va atmosfera bosimlari oralaridagi farqdan iborat:

$$R_{ort} = R_{mut} - R_{atm} \quad (3.3)$$

**Atmosfera bosimi** – yer atmosferasidagi havo ustunining bosimi; uning qiymati barometrlar bilan o'lchanadi, shuning uchun bu bosim ko'pincha **barometrik** bosim deb ataladi. Agar mutlaq bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, **vakuum (siyraklanish)** sodir bo'ladi.

$$R_v = R_{atm} - R_{mut} \quad (3.4)$$

Bosim asboblari ishlash prinsipiga va o'lchanayotgan kattalikning turiga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi.

Bosim o'lchaydigan asboblari ishlash prinsiplariga ko'ra suyuqlikli, deformatsion (prujinali), yuk-porshenli, elektr, ionli va issiqlik turlariga bo'linadi.

O'lchanayotgan bosim kattalikning turiga ko'ra o'lchash asboblari quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) manometr – mutlaq va ortiqcha bosimni o'lchaydi;
  - 2) barometr – atmosfera bosimini o'lchaydi;
  - 3) vakuummetr – berk idish ichidagi suyuqlik va gaz bosimining siyraklanishini o'lchaydi;
  - 4) manovakuummetr – ortiqcha bosim va siyraklanishlarni o'lchaydi;
  - 5) naporomer – kichik qiymatli ortiqcha bosimni o'lchaydi;
  - 6) tyagomer – kichik qiymatli siyraklanishni o'lchaydi;
  - 7) tyagonaporomer – kichik qiymatli bosim va siyraklanishlarni o'lchaydi;
  - 8) differensial manometr – ikki bosim ayirmasini (bosimlar farqini) o'lchaydi.
- Quyida sanoatda eng ko'p tarqalgan usullar va asboblari ko'rib chiqilgan.

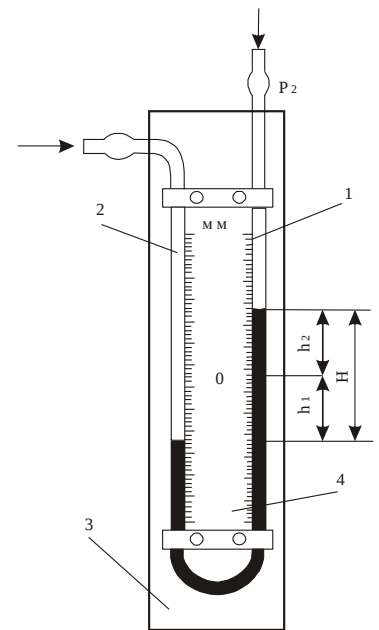
**Suyuqlikli bosim o'lchash asboblarning** ishlash prinsipi o'lchanayotgan bosimning suyuqlik ustunining gidrostatik bosimi bilan muvozanatlashishiga asoslangan. Asboblarda turli ishchi suyuqliklar, ko'pincha simob, transformator moyi, suv va spirt bilan to'ldiriladi.

Asboblarda tutash idishlar prinsipi qo'llanadi. Ularda ishchi suyuqlik sathlari ular ustidagi bosim teng bo'lganda mos tushadi, bosim teng bo'lmaganda esa, suyuqlik sathi shunday holatni egallaydiki, bir idishdagi ortiqcha bosim boshqa idishdagi suyuqlikning ortiqcha ustunining gidrostatik bosim bilan muvozanatlashtiriladi. Ko'pgina suyuqlikli manometrlar ishchi suyuqlikning ko'rinadigan sathiga ega. O'sha sath bo'yicha ko'rsatishlarni bevosita yozib olish mumkin. Shunday suyuqlikli asboblarda guruhi borki, ularda ishchi suyuqlikning sathi bevosita ko'rinib turmaydi. Sathning o'zgarishi qalqovichning siljishiga yoki boshqa qurilma tasniflarining o'zgarishiga olib keladi. Bu tasniflar yo raqamli qurilmalar yordamida o'lchanayotgan kattalikning bevosita ko'rsatishini, yoki uning qiymatini o'zgartirish va masofaga uzatishni ta'minlaydi.

**Prujinali asboblarning ishlash prinsipi** bosim ta'sirida turli elastik elementlarning deformatsiyalanishi yoki ularning kuchini o'lchashga asoslangan. Elastik elementda bosim kuchi ta'sirida vujudga keladigan deformatsiyalanish natijasida o'lchash asbobining strelkasi to'g'ri chiziqli yoki burchakli shkala bo'yicha siljib, bosim qiymati  $P$  ni ko'rsatadi.

Prujinali asboblarning o'lchash aniqligi yuqori bo'lishi uchun ulardagi elastik elementlar elastiklik moduli va issiqlik kengayish koeffitsientlari kam bo'lgan materiallardan tayyorlangan bo'lishi va gisterezis hamda qoldiq elastiklik hodisalari bo'lmasligi talab qilinadi.

Prujinali asboblarda ortiqcha bosim, siyraklanish, bosimlar farqi va shu kabilarni o'lchash uchun qo'llanadi.



**3.1 – rasm.** Ikki naychali manometr

## NAZORAT SAVOLLARI

1. Harorat nima va haroratni qanday o'lchov birliklarini bilasizmi?
2. Haroratni o'lchash usullarini izohlab bering.
3. Kengayish termometrlarining turlarini va ishlash usullarini tushuntirib bering.
4. Manometrik termometrlarning turlari va ishlash prinsiplarini tushuntiring.
5. Bosim nima va bosimni qanday o'lchov birliklarini bilasiz?
6. Bosimni o'lchash usullarini izohlab bering?
7. Suyuqlikli manometrlarning turlari va ishlash prinsipini tushuntiring?
8. Deformasion manometrlarni turlarini va ishlash prinsipini tushuntiring?

### 3-MA'RUZA

#### MODDA SARFI VA MIQDORINI O'LCHASH. SUYUQLIK VA SOCHILUVCHAN MATERIALLAR SATXI BALANDLIGINI O'LCHASH . MODDALARNING TARKIBI, FIZIK XOSSALARINI NAZORAT QILISH VA MEXANIK PARAMETRLARNI O'LCHASH

##### ***O'quv moduli birliklari:***

1. *O'zgaruvchan va o'zgarmas bosimlar farqi ostida ishlovchi sarf o'lhagichlar.* 2. *Elektromanitli, ultratovushli va kalorimetrik sarf o'lhagichlar.* 3. *Suyuqliklar, gazlar, sochiluvchan material-lar va donali mahsulotlar miqdorini o'lchash.* 4. *Qalqovuchli, gidrostatik, elektrik, radioizotopli, ultratovushli va radioto'lqinli satx o'lhagichlar.* 5. *Suyuqlik va sochiluvchan materiallar satxini turli xil standart signallarga aylantirish.* 6. *Gazoanalizator va xromatograflar.* 7. *suyuqlik tarkibini tahlil kiluvchi analizatorlarning konduktometrik, potentsiometrik, optik va boshqa turlari;* 8. *Suyuqliklarning zichligi va qovushqoqligini o'lchash asboblari;* 9. *O'lchov-nazorat asboblari: potentsiometrik, tenzometrik, sig'imli, induktiv va boshqa sezgich asboblari.*

Sarf o'lchash uchun ishlatiladigan asboblari *sarf o'lhagichlar* deb ataladi. Moddaning berilgan kanal kesimi orqali vaqt birligi ichida o'tgan miqdori *modda sarfi* deyiladi. Sarf o'lchaydigan asboblari oniy sarfni o'lchaydi va texnologik rejimlar (ayniqsa uzluksiz jarayonlarda) ishining barqarorligini nazorat qilishga, texnologik jarayonning o'tishini har bir onda avtomatik ravishda rostdashga va rejimni berilgan yo'nalishda sozlashga imkon beradi.

Moddaning hajmiy sarfi  $l/s$ ,  $m^3/s$ ,  $m^3/soat$ , massa sarfi esa  $kg/s$ ,  $kg/soat$ ,  $t/soat$  va hokazolarda o'lchanadi. Asboblari hisoblagichlar (integratorlar) bilan ta'minlanishi mumkin, unda bu asboblari *hisoblagichli sarf o'lhagichlar* deyiladi

Modda miqdorini o'lchaydigan asboblari *hisoblagichlar* deb ataladi. Hisoblagichlar o'zlaridan o'tgan modda miqdorini istalgan vaqt (sutka, oy va hokazo) mobaynida o'lchaydi. Uning miqdori hisoblagich ko'rsatkichlari farqi bilan aniqlanadi. Modda miqdori hajmiy (*litr*,  $m^3$ ) yoki massa (*kg*, *t*) birliklarida ifodalanadi. Hisoblagichlar bevosita o'lchash asboblari bo'lib, ularning shkalasi bo'yicha olingan ko'rsatkichlar qo'shimcha hisoblashni talab qilmaydi.

Sanoatda keng tarqalgan sarf va miqdor o'lhagichlar ishlash prinsipi va tuzilishlariga ko'ra bir qancha guruhlariga bo'linadi. Ishlab chiqarishda suyuqlik, bug' va gazlarning sarfini o'lchaydigan asboblarning quyidagi turlaridan foydalaniladi:

1) bosim farqi o'zgaruvchan sarf o'lhagichlar; 2) bosim farqi o'zgarmas sarf o'lhagichlar; 3) tezlik bosimi sarf o'lhagichlari; 4) o'zgaruvchan sathli sarf o'lhagichlar; 5) induksion sarf o'lhagichlar; 6) ultratovushli sarf o'lhagichlar; 7) kalorimetrik (issiqlik) sarf o'lhagichlar; 8) ionli sarf o'lhagichlar.

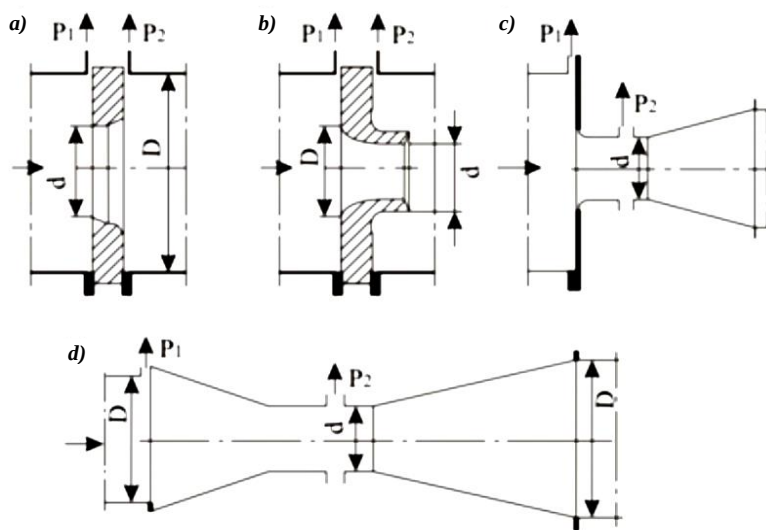
O'lchanayotgan moddaning turiga ko'ra sarf o'lhagichlar suv, mazut ,bug', gaz va hokazolar sarfini o'lhagichlarga bo'linadi.

Suyuqlik va gazlarning miqdorini o'lchaydigan hisoblagichlar quyidagi asosiy guruhlariga bo'linadi:

1) hajm hisoblagichlari; 2) tezlik hisoblagichlari; 3) vazn hisoblagichlari.

Quyida texnologik jarayonlarni nazorat qilishda keng tarqalgan usullar va asboblari ko'rib chiqilgan.

Quvurlardagi suyuqlik, gaz va bug' sarfini bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlari bilan o'lchash keng tarqalgan va yaxshi o'rganilgan. Sarfni bunday usul bilan o'lchash suyuqlik yoki gaz o'tayotgan quvurda kichik diametrli to'siq-diafragma (4.1–rasm, a), soplo (4.1–rasm, b), Venturi soplosi (4.1–rasm, c) va Venturi quvuri (4.1–rasm, d) o'rnatish natijasida hosil bo'ladigan modda potensial energiyasi (statik bosimi) ning o'zgarishini o'lchashga asoslangan. Kichik diametrli to'siq vazifasini bajaruvchi toraytirish qurilmasi quvurga o'rnatilib, mahalliy torayishni hosil qiladi. Suyuqlik, gaz yoki bug' quvurning kesimi toraygan joyidan o'tayotganida uning tezligi oshadi. Tezlikning, binobarin, kinetik energiya ortishi oqimning kesimi toraygan joyida potensial energiya kamayishiga olib keladi. Bunda to'siqdan keyingi statik bosim undan oldingi statik bosimdan kam bo'ladi. Shunday qilib, modda toraytirish qurilmasidan o'tishda bosimlar farqi  $\Delta P = P_1 - P_2$  hosil bo'ladi. Bu bosimlar farqi oqim tezligi va modda sarfiga mutanosib bo'ladi. Demak, toraytirish qurilmasi hosil qilgan bosimlar farqi quvurdan o'tayotgan modda sarfining o'lchovi bo'lishi mumkin. Sarfning son qiymati esa difmanometr o'lchagan  $\Delta P$  bosimlar farqi bo'yicha aniqlanadi.



**4.1 rasm.** Standart toraytiruvchi qurilmalar sxemasi: **a** – diafragma, **b** – soplo, **c** – Venturi soplosi, **d** – Venturi quvuri.

Suyuqlik, gaz va bug'larning sarfini o'lchash, uchun toraytirish qurilmasi sifatida standart diafragmalar, soplolar, Venturi soplosi va Venturi quvurlari ishlatiladi.

farqi o'zgarmas sarf o'lchagichlari – rotametrlar laboratoriyalarda va sanoatda keng ishlatilib, toza hamda biroz ifloslangan bir jinsli suyuqlik va gazlarning sarfini o'lchashga mo'ljallangan.

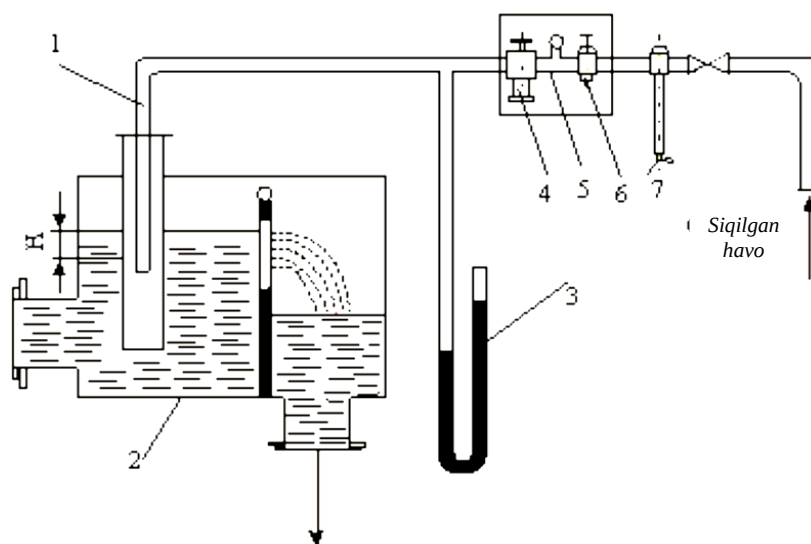
Asbobning ishlash prinsipi oʻlchanayotgan muhit oqimining pastdan yuqoriga oʻtishida konussimon naycha ichiga joylashgan qalqovichning vertikal (tik) siljish holatiga asoslangan. Qalqovichning holati oʻzgarishi bilan qalqovich va konussimon naycha devorlari orasidagi oʻtish kesimi oʻzgaradi, natijada oʻtish kesimidagi oʻlchanayotgan modda oqimining tezligi ham oʻzgaradi. Berilgan muhitning har bir sarf kattaligiga qalqovichning muayyan holati mos keladi. Rotametrklar bosimlar farqi oʻzgaruvchan sarf oʻlchagichlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: rotametrklarning shkalalari teng boʻlinmali boʻlib, uncha katta boʻlmagan sarflarni oʻlchashga imkon beradi; bosimning yoʻqolishi kichik va u sarf kattaligiga bogʻliq emas; rotametrklarning oʻlchash chegarasi katta:

$$\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{10}{1}$$

Asbobning oʻlchash qismi (4.2-rasm) vertikal tik joylashgan konussimon naycha 1 va qalqovich 2 dan iborat.

*Oʻzgaruvchan sathli sarf oʻlchagichlarning ishlash prinsipi* suyuqlikning idish tubidagi yoki uning yon devorlaridagi teshikdan erkin oqib chiqishidagi sath balandligini oʻlchashga asoslangan. Bu asboblarda kimyo va boshqa sanoatlarda juda agressiv suyuqliklar sarfini oʻlchashda, shuningdek, gaz bilan aralashgan pulslanuvchi oqim va suyuqliklar sarfini oʻlchashda ishlatiladi. Oʻzgaruvchan sathli sarf oʻlchagichlar barcha hollarda suyuqlik sarfini atmosfera bosimida oʻlchaydi, shuning uchun, bu asboblarning ishlatilishi cheklangan.

Oʻzgaruvchan sathli sarf oʻlchagichlar tarkibiga qabul qiluvchi sigʻim (idish) va suyuqlik sath balandligini oʻlchaydigan asbob kiradi. Sath balandligi oʻlchagichi sifatida istalgan sath balandligini oʻlchash asbobi ishlatilishi mumkin. Qabul qiluvchi sigʻim sifatida esa dumaloq (diafragma) yoki tirqish teshikli silindrik yoxud toʻrtburchak idish xizmat qiladi. Bunday idishlardagi suyuqlik sarfi uning sath balandligi boʻyicha aniqlanadi. Diafragma idish tagida yoki uning yon devorlarida joylashishi mumkin, lekin suyuqlik sathi u oqib chiqadigan teshikdan yuqorida boʻlishi lozim. Tirqishning teshiklari idishning faqat yon devorlarida joylashgan boʻlishi kerak, bu holda idishdagi suyuqlik sathi teshikning ustki chetidan baland boʻlmasligi lozim.



**4.6 – rasm.** *Suyuqlik oqib chiqadigan tirqish teshikli sarf o'lchagich.*

4.6-rasmda ko'rsatilgan sarf o'lchagich ikki shtutserli to'rtburchak idish 2 dan iborat. Shtutserlardan biri idishning yonida joylashgan bo'lib, suyuqlikni kiritish uchun, ikkinchisi esa pastda joylashgan bo'lib, suyuqlikning oqib chiqishi uchun xizmat qiladi. Idish ichki tomonidan to'siq bilan bo'lingan, bu to'siqqa profillangan teshikli shchit germetik ravishda mahkamlangan. Idishdagi suyuqlik oqib chiqadigan tirqish oldiga muxofazalovchi g'ilofli pezometrik naycha 1 cho'ktiriladi. Haydalgan havo miqdori nazorat stakanchasi 4 yordamida tekshiriladi. Havo bosimi reduktor 6 orqali o'zgaras qilib saqlanib turiladi va manometr 5 bilan o'lchanadi. Filtr 7 havoni tozalaydi. Pezometrik naychadagi bosim tirqish oldidagi suyuqlik ustunining zichligi va balandligi bilan, demak, suyuqlikning massaviy sarfiga bog'liq. Pezometrik naychadagi gidrodinamik bosimning qiymati difmanometr 3 bilan o'lchanadi. 4.6-rasmda keltirilgan sarf o'lchagichning xususiyatlaridan biri ikkilamchi asbob shkalasining bo'linmalari tengligidadir.

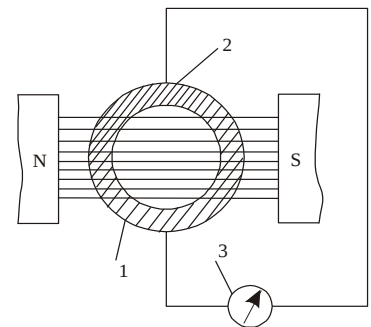
**Elektromagnit (induksion) sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi** tashqi magnit maydoni ta'sirida elektr tokini o'tkazuvchi suyuqlik oqimida hosil bo'lgan EYUK ni o'lchashga asoslangan. Induksion sarf o'lchagichning sxemasi 4.7-rasmda ko'rsatilgan.

Magnitning N va S qutblari orasida magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishiga perpendikulyar ravishda suyuqlik quvuri 1 o'tadi. Quvurning magnit maydonidan o'tadigan qismi nomagnit material (ftoroplast, ebonit va boshqalar) dan tayyorlanadi. Quvur devorlarida bir-biriga diametral qarama-qarshi yo'nalgan o'lchash elektrodleri 2 o'rnatilgan. Magnit maydoni ta'sirida suyuqlikdagi ionlar harakatga keladi va o'z zaryadlarini o'lchash elektrodleriga berib, ularda EYUK hosil qiladi. Oqim tezligiga mutanosib, EYUK ning qiymati, magnit maydoni o'zgaras bo'lganda, elektromagnit induksiyasining asosiy tenglamasi orqali aniqlanadn:

$$E = B \cdot D \cdot v_{o'rt} \quad (4.16)$$

bu yerda,  $B$  – magnit qutblari oralig'ida hosil bo'lgan elektr magnit induksiyasi, Tl;  $D$  – quvurning ichki diametri (elektrodler orasidagi masofa), m;  $v_{o'rt}$  – oqimning o'rtacha tezligi, m/s.

Ifloslangan, tez kristallanadigan va agressiv suyuqliklar, shuningdek, tez o'zgaruvchan va pulslanuvchi oqimlar, ayniqsa, elektr o'tkazmaydigan suyuqliklar sarfini o'lchashda induksion sarf o'lchagichlarni ishlatib bo'lmagan hollarda ultratovushli qurilmalardan foydalaniladi. Sarf **o'lchashning ultratovushli usuli** quvurga nisbatan ultratovush tezligining oqim tezligiga bog'liqligiga asoslangan. Tovush to'lqinining harakatdagi muhitda tarqalishida tovushning manbadan qabul qiluvchi qurilmaga yetib borish tezligi faqat tovushning tezligiga emas, balki harakat



**4.7–rasm.** *Elektromagnit sarf o'lchagich sxemasi*

qiluvchi muhitning tezligiga ham bog'liq bo'ladi. Sarf o'lchashning ultratovushli prinsipi shunga asoslangan.

Agar tovush to'lqini oqim yo'nalishida harakat qilsa, ularning tezligi qo'shiladi, tovush oqimga qarshi yo'nalsa, tezliklar ayirmasi topiladi. Ultratovushning oqim bo'yicha va unga qarshi yo'nalishdagi tezligining farqi oqim tezligiga, binobarin, oqayotgan suyuqlik sarfiga mutanosib. Ultratovushli sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi quyidagilarga asoslangan:

1) ultratovushning oqim bo'ylab va unga qarshi yo'nalishdagi vaqt tafovutini o'lchash;

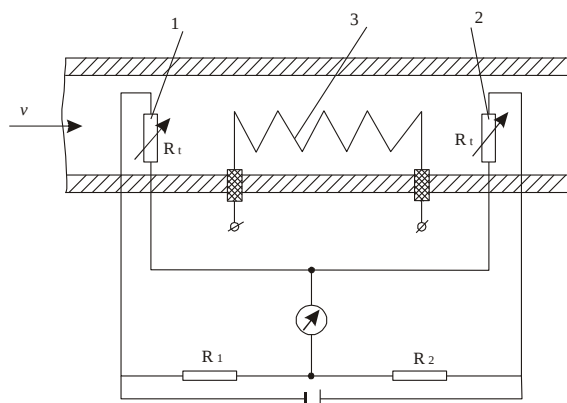
2) ultratovush tebranishlarining oqim bo'ylab va unga qarshi yo'nalishdagi tebranishlari fazalarining siljishini o'lchash;

3) avtotebranishlar sxemasi vujudga keltirgan va shu bilan birga oqim bo'ylab hamda unga qarshi yo'nalishda hosil qilingan ultratovush tebranishlari chastotasining ayirmasini o'lchash.

Ultratovushli sarf o'lchagichlardan birining tuzilish sxemasi 4.9-rasmda ko'rsatilgan. Bu asbob ikki kanalli fazaviy sxema bo'yicha ishlaydi. Ultratovushli sarf o'lchagichlar quyidagi asosiy qismlardan iborat: UTG-ultratovush generatorining ta'minlash manbai;  $NO_1$ , va  $NO_2$  nurlanuvchi o'zgartkichlar;  $QP_1$  va  $QP_2$ -qabul qiluvchi pezo'o'zgartkichlar; FQ-faza o'zgartiruvchi qurilma, fazaviy siljishlarni o'zgartgichlar kanali asimmetriyasi yo'li bilan bartaraf etadi; K-elektron kuchaytirgich, O'A - o'lchash asbobi. O'lchash asbobi sarf birligida darajalanadi. Pezoelementlar sifatida, ko'pincha, bariy titanatdan ishlangan plastinkalar ishlatiladi. Pezoelementlar kvars, titanatsirkoniy, sopol hamda magnitostriksion bo'lishi mumkin.

Kalorimetrik sarf o'lchagichlar ikki guruhga bo'linadi. Ulardan birinchisida sarf qizdirgich iste'mol qilgan quvvat miqdoridan aniqlanadi. Bu quvvat o'zgaras haroratlar farqi  $\Delta t$  ni ta'minlaydi. Ikkinchi guruhdagi kalorimetrik sarf o'lchagichlar sarf qizitgichga berilgan o'zgaras quvvatdagi  $\Delta t$  haroratlar farqidan aniqlanadi. Haroratlar farqi, odatda, termojuftlar yoki qarshilik termometrlari orqali o'lchanadi. Qarshilik termometrlarini bir me'yorli oqim kesimini qoplaydigan to'r shaklida tayyorlab, kesim bo'yicha o'rtacha haroratni o'lchash mumkin. O'lchanayotgan muhit odatda,  $1...3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ga qizdiriladi, shuning uchun, sarf o'lchangan paytdagi iste'mol qilingan quvvat katta bo'lmaydi. Modda sarfini o'lchashda, ko'pincha, ikkinchi guruh sarf o'lchagichlari ishlatiladi.

4.10-rasmda ikkinchi guruh sarf o'lchagichning prinsipial sxemasi tasvirlangan. Sarf o'lchagichga ketma-ket ulangan ikkita qarshilik termometrlara 1 va 2 o'rnatilgan.



4.10 – rasm. Kalorimetrik sarf o'lchagich sxemasi

Turli xil sochiluvchan materiallarni o'lchash va me'yorlash, sochiluvchan buyumlarni hisobga olish vositalari texnologik jarayonlarni, ortish-tushirish ishlarini

va savdo-hisob operatsiyalarini avtomatlashtirishda keng qo'llaniladi. Bunday o'lchash vositalariga dozatorlar, tarozilar va turli xil tenzorezistorli o'zgartkichlar kiradi.

**Tarozi** – qattiq, sochiluvchan yoki suyuq moddalarning massasini o'lchash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasidir. Tarozilar, odatda, tortish prinsipiga, muvozanatlovchi momentni vujudga keltirish uslubi, qo'llanish sohasi, avtomatlashtirilganlik darajasi, tortish chegarasiga va hokazolarga ko'ra tasniflanadi.

Tortish prinsipiga ko'ra tarozilar diskret (davriy) va uzluksiz ishlaydigan tarozilarga ajraladi. Muvozanatlovchi momentni vujudga keltirish uslubiga ko'ra tarozilar ikki guruhga bo'linadi: mexanik (shayinli va prujinali) va elektromexanik tarozilar. Qo'llanish sohasi va tortish chegaralariga ko'ra tarozilar umumiy vazifani bajaruvchi laboratoriya tarozilariga, texnologik tarozilarga; avtomatlashtirish darajasiga ko'ra noavtomatik va avtomatik tarozilarga bo'linadi.

**Dozatorlar** – sochiluvchan (va suyuq) materiallarning massalari yoki hajmlarini avtomatik o'lchab beruvchi (dozalovchi) qurilmadir. Dozatorlar diskret va uzluksiz ishlaydigan bo'lishi mumkin. Diskret ishlaydigan (porsion) dozatorlar asosan qurilmalarni balandligi bo'yicha joylashtiriladigan texnologik jarayonlarda qo'llaniladi. Uzluksiz ishlaydigan dozatorlar qurilmalarni gorizontallik joylashtirish va materiallarni konveyer usulida tashish bilan bog'liq texnologik jarayonlarda foydalaniladi.

Tarozi – o'lchash texnikasining zamonaviy holati mexanik tizimlardan elektron qurilmalarga kuchning elektromexanik (tenzorezistorli, vibrosterjenli) uzgartkichlaridan va zamonaviy mikroelektronik vositalardan foydalangan holda, shu jumladan mikroprotessorlardan va maxsus qo'llaniladigan mikrosxemalardan foydalangan holda o'lchash bilan ifodalanadi. Bu tarozilarning aniqlik, unumdorlik, avtomatlashtirilganlik darajasi, ishonchlilik va boshqa shu kabi muhim ko'rsatkichlarini yaxshilashga imkon beradi.

Tarozi va dozatorlar texnologik qurilmalarning tarkibiy qismi hisoblanadi, shuning uchun ham ularning konstruksiyasi va qurilmalari mazkur darslikda qarab chiqilmaydi.

Mazkur bobda texnologik qurilmalarga kiritiladigan avtomatik tarozi o'lchash qurilmalari (torozilar va dozatorlar) ning ba'zi o'lchash o'zgartkichlari qarab chiqiladi. Elektromexanik shayinsiz tarozilarning konstruksiyasi eng istiqbollidir, bunda yuk ko'taruvchi qurilma bevosita kuch o'zgartkichiga ta'sir qiladi. Signalni o'zgartirish va qayta ishlash, tortish natijalarini indikatsiyalash, shuningdek, tortish jarayonini boshqarish va ma'lumotlarni chiqarish (olish) datchik bilan kabel orqali bog'langan ajratuvchi blok (asbob) vositasida amalga oshiriladi.

## NAZORAT SAVOLLARI

- 1.Sarf va miqdor nima?
- 2.Sarf va miqdorning qanday o'lchov birliklarini bilasiz?
- 3.Sarfni o'lchash usullarini izohlab bering?
- 4.Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichni ishlash prinsipini tushuntiring?
- 5.Qanday toraytiruvchi qurilmalar turlarini bilasiz?

6. Bosimlar farqi o'zgaruvchan sarf o'lchagichlarning turlari va ishlash prinsipini tushuntiring?
7. Elektromagnit sarf o'lchagichlarni ishlash prinsipini tushuntiring?
8. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlarni ishlash prinsipini tushuntiring?

#### 4-MA'RUZA

### SIGNAL O'ZGARTKICHLAR VA IKKILAMCHI ASBOBLAR. TEXNOLOGIK O'LCHOVLARDA RAQAMLI XISOBLASH TEXNIKASI VOSITALARINING QO'LLANILISHI

#### ***O'quv moduli birliklari:***

1. Umumiy ma'lumotlar. 2. Elektr, pnevmatik, elektropnevmatik va pnevmoelektrik uzgartkichlar. 3. Telemetrik sistema va ikkilamchi asboblari. 4. O'lchov vositalarini tanlash.

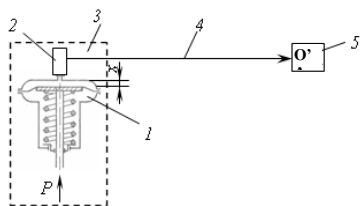
Har qanday o'lchash qurilmasida o'lchash axborotini o'zgartirish zarurligi nazarda tutiladi. Bu ishni bajaradigan elementlar o'lchash o'zgartkichlari deyiladi. Kirishiga o'lchanayotgan fizik kattalik keladigan o'zgartkich *birlamchi* va o'lchash signallarini o'zgartirishni amalga oshiradiganlari *oraliq o'zgartkich* deb yuritiladi.

Texnologik parametrlarni o'lchash uchun qurilgan ko'pgina zamonaviy qurilmalar birlamchi o'zgartkich, ikkilamchi asbob va ularni ulovchi aloqa yo'llaridan tashkil topgan tizimlardan iborat.

Birlamchi o'zgartkich o'lchash joyiga yaqin o'rnatiladi. U nazorat qilinayotgan muhit ta'sirida bo'ladi va o'lchanayotgan kattalikni boshqa fizik tabiatga ega bo'lgan (elektrik, pnevmatik, gidravlik) aloqa yo'llari bo'yicha boshqarish shchitiga o'rnatilgan ikkilamchi asbobga uzatish uchun qulay bo'lgan signalga o'zgartirishga mo'ljallangan.

Umumiy ko'rinishda birlamchi o'zgartkich sezgir elementdan va uzatuvchi o'lchash o'zgartkichidan iborat bo'ladi. Sezgir element o'lchanayotgan parametрни qabul qiladi va uni boshqa fizik tabiatli signalga o'zgartiradi. Agar bu signal masofaga uzatishga qulay bo'lsa, unda u aloqa yo'li bo'yicha ikkilamchi asbobga uzatiladi va u bilan o'lchanadi.

Agar sezgir element o'lchanayotgan kattalikni masofaga uzatish mumkin bo'lmaydigan fizik kattalikka, masalan, siljish yoki kuchga o'zgartirsa, unda oraliq o'zgartkichni qo'llash zarurati tug'iladi. Bu o'zgartkich kattalikni (siljish yoki kuchni) elektr yoki pnevmatik signalga o'zgartiradi, keyin bu signal aloqa yo'li buyicha ikkilamchi asbobga uzatiladi. Misol sifatida 8.1-rasmda bosim o'lchash



**8.1-rasm.** Bosimni o'lchash uchun o'lchash komplekti sxemasi

tizimining sxemasi keltirilgan. R bosim o'zgarganda membrana 1 (sezgir element) egiladi, bunda uning markazining siljishi  $X$  statik tavsif  $X=f(p)$  ga mos ravishda bosim bilan bir qiymatli bog'langan bo'ladi. Agar bunday asbob faqat ko'rsatuvchigina bo'lsa edi, unda bosimni aniqlash uchun strelkani membrana markazi bilan kinematik aloqa yordamida ulash etarli bo'lardi. Bosimni

masofadan o'lchashda mexanik kattalikni - X siljishni, uni aloqa yo'li 4 bo'yicha ikkilamchi asbob 5 ga uzatish uchun, mutanosib elektr signalga o'zgartirish zarurati tug'iladi. Bu o'zgartirish birlamchi asbob 3 ning oraliq o'zgartkichi 2 yordamida bajariladi.

Chiziqli siljishni bir xillashtirilgan chiqish signaliga o'zgartirish uchun differensial-transformatorli va magnit kompensatsiyali o'zgartkichlar keng qo'llana boshlandi. Burchak siljishlarni o'zgartirish uchun ferrodinamik va chastotali, kuchlarni o'zgartirish uchun kuch kompensatsiyali (elektr va pnevmatik) o'zgartkichlar qulay. O'zgartkich turi o'zgartirilayotgan signalning ko'rinishi va aloqa yo'li bo'yicha uzatiladigan signalning berilgan ko'rinishiga bog'liq (tok, kuchlanish, bosim va h.).

Zamonaviy o'zgartkichlar va asboblarning muhim xususiyati ularning chiqarish signallarining bir xillashtirishidir. Bu o'lchov vositalari o'zaro almashinuvchanlikni, markazlashtirilgan nazorat qilishni taminlaydi va ikkilamchi asboblar turlarini qisqartirishga imkon beradi.

O'zgarmas tokning bir xillashtirilgan chiqarish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar eng istiqbollidir. Shu bilan birga o'zgarmas tok kuchlanishining chiqish signaliga, chastotali elektr chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar ham qo'llaniladi. O'zgaruvchi tokning chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar keng qo'llanmo'sda. Bunday signal yo o'zaro induksiyaning o'zgarishi ko'rinishida yoki o'zgaruvchan tok kuchlanishining o'zgarishi ko'rinishida namoyon bo'ladi. Kimyo sanoatida bir xillashtirilgan pnevmatik chiqish signaliga ega bo'lgan o'zgartkichlar qo'llaniladi.

Keyingi yillarda sanoat asboblari va avtomatlashtirish vositalarining Davlat tizimi yaratilgan bo'lib, u blok modul prinsipi bo'yicha tuziladi hamda pnevmatik, gidravlik, elektrik (tokli, kuchlanishli, chastotali va impulsli) kirish va chiqish signallariga ega bo'lgan asboblarni birlashtiruvchi tarmoqlarga bo'linadi. Ular uchun bir xillashtirilgan qiymatlar belgilangan bo'lib, texnologik jarayonlarni nazorat qilish, sozlash va boshqarishning turli-tuman tizimlarining texnik vositalar bilan ta'minlash muammolarini eng qulay usul bilan hal etish imkonini beradi.

Blokli prinsipdan foydalanish asboblarning qo'llanish chegarasini kengaytirish imkonini beradi va ularni tekshirilgan qismlarning minimal sondagisini almashtirishda eng ko'p sondagi parametrlarni o'lchashga yaroqli holga keltiriladi.

Ishlatishda faqat bir turdagi energiyadan foydalanadigan qurilmalar o'lchash asboblarining yagona tuzilishdagi tarmog'ini tashkil etadi.

Pnevmatik tarmoqdagi asboblar oson yonadigan va portlaydigan muhitlarda bexavotir qo'llanishi: og'ir sharoitli ishlarda, ayniqsa agressiv muhitda ishonchliligi yuqoriligi bilan xarakterlanadi. Ularni osongina birini ikkinchisi bilan almashtirish mumkin. Ammo pnevmatik asboblar texnologik jarayonlar katta tezlikni talab etganda yoki signallarni uzoq masofaga uzatishda elektr asboblardan qolib keladi.

Gidravlik o'lchash asboblari katta zo'riqishlarda ijrochi mexanizmlarning aniq siljishini aniqlashga imkon beradi. Amalda avtomatik tizimlarda ularning tarmoqlarini turli kombinasiyalarda yoki alohida qurilmalarini birgalikda qo'llash ancha samaralidir.

Elektr asbob tarmoqlaridan tashkil etilgan avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari quyidagi afzalliklarga ega. Elektr tizimga yuqori sezgirlik va aniqlik, tezkorlik, uzoq masofalar bilan aloqa bog'lashga imkon beradi, asboblarning sxema va tuzilishi jihatidan yuqori bir xillashtirishni ta'minlaydi. Yarim o'tkazgich texnikadan integral sxemalarni qo'llashga o'tish asboblarning o'lchamlarini va og'irligini kamaytirishga olib kelish bilan birga ularning mustahkamligini oshirishga va funksional imkoniyatlarini kengaytirishga imkon tug'diradi. Boshqarishning zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlarida elektronikani qo'llash ayniqsa nazorat o'lchov asboblari guruhida muhim ahamiyat kasb etadi, chunki ularning boshqariladigan elektron hisoblash mashinalari bilan bevosita aloqasini ta'minlash imkonini beradi.

Sanoat asboblari va qurilmalari orasida axborot bog'lanishni ta'minlash uchun bir xillashtirilgan signallar (US) ishlatiladi. US ning bir xillashtirilgan parametri deyilganda uning axborot eltuvchi parametri, ya'ni o'zgarmas yoki o'zgaruvchi tok kuchi, kuchlanish, chastota, kod, pnevmatik signal-havoning bosimi tushuniladi.

Bir xillashtirilgan parametrlarning turiga qarab US larning to'rt guruhi mavjud:

1. Elektrik uzluksiz tok va kuchlanish signallari;
2. Elektrik uzluksiz chastotali signallar;
3. Elektrik kodlangan signallar;
4. Pnevmatik signallar.

Elektrik uzluksiz tok va kuchlanish signallaridan turli uzluksiz o'zgaruvchi fizik kattaliklarning son qiymatlarini tasvirlash uchun foydalaniladi. Axborot parametr turiga qarab US ning shu guruhi o'zgarmas tokning tok signali, o'zgarmas tokning kuchlanish yoki o'zgaruvchi tokning kuchlanish signalidan iborat bo'lishi mumkin.

O'zgarmas tok kirish va chiqish signallarining o'zgarish chegaralari quyidagicha:

0 - 5mA; -5 - 0 - +5mA; 0 - 20 mA; - 20 - 0 - + 20mA; -100 - 0 - + 100 mA.

O'zgarmas tok kuchlanishi kirish va chiqish signallarining o'zgarish chegaralari quyidagicha:

0- 10mV; -10 - 0 - + 10mV; 0 - 20mV; - 20 - 0 - +20mV; 0 - 50mV; 0 - 100 mV; 0 - 1 V; - 1 - 0 - + 1V; 0 - 10V; - 10 - 0 - + 10V.

O'zgaruvchan tok (50 yoki 400 Hz chastotali) kuchlanish signallarining nominal o'zgarish chegaralari:

0 - 0,25 V; 0,25 - 0 - 25 V; 1 - 0 - 1 V; 0 - 2 V.

Elektrik uzluksiz chastotali signallar fizik kattalik haqidagi axborotni eltuvchi signalning bir xillashtirilgan parametri sifatida o'zgaruvchi tok chastotasidan yoki impulslar chastotasidan foydalaniladi.

Turg'un rejimda chastotali chiqish signallarining nominal qiymatlari quyidagi kattaliklarga ega bo'lishi mumkin: 0,6; 1,2; 3; 4; 6; 8; 12; 24; 48; 60; 110 yoki 220 V.

Uzluksiz chastotali kirish signalli o'lchov asboblari amplitudasi quyidagi chegaralarning birida bo'lgan signallarni qabul qilishga mo'ljallangan: 2,5 - 10; 10 - 40; 40 - 160; 160 - 600 mV 0,6-2,4; 2,4 -12 V; 12 - 36 V; 36 - 120 V.

Elektrik kodlangan signallardan turli xil elektron hisoblash va boshqarish mashinalarida, raqamli avtomatika va telemexanikaning raqamli qurilmalarida

foydalaniladi. Funktsional asbob va tizimlarda kattaliklar qiymati sakkizta karrali ikkilik xonalarda (baytlarda) tasvirlanadi.

Pnevmatik signallar shu guruh US dan o'zgartkichlar, ikkilamchi asboblari, funktsional va to'g'rilovchi bloklar hamda ijrochi qurilmalar orasida axborot uzatishda foydalaniladi.

Pnevmatik chiqish signallari o'zgarishining ish chegarasini ta'minlash bosimining nominal qiymati 140 kPa bo'lganda 20 - 100 kPa chegarasida bo'ladi.

Me'yorlashtiruvchi oraliq o'zgartkich tabiiy chiqish signalini bir xillashtirilgan signalga o'zgartiradi. Oraliq o'zgartkichlar alohida mustaqil qurilmalardan iborat. Ularning ishlash prinsipi mazkur darslikning II bobidagi 2.4 va 2.5-§ larida keltirilgan.

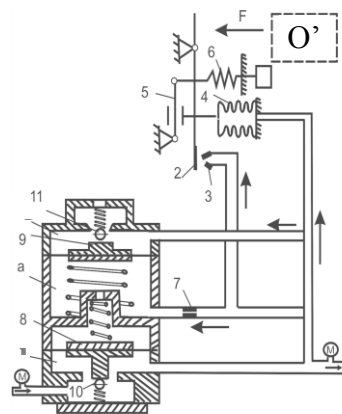
Asbobsozlik tizimida o'zaro almashinuvchan pnevmatik va elektr o'zgartkichlarning blok turidagi o'zgartkichlari ishlab chiqilgan. Bunday turdagi o'zgartkichlar katta sondagi turli o'lchanayotgan parametrlarni nisbatan soddalik va etarli aniqlik bilan bitta chiqarish kattaligiga - kuchga o'zgartiradi.

**Kuch kompensatsiyali pnevmatik o'zgartkichlar** o'lchash blokidan sezgir elementining kuchini 20-100 kPa ( $0,2-1 \text{ kgk/sm}^2$ ) qiymatda bir xillashtirilgan pnevmatik chiqish signalni o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

Pnevmatik kuch o'zgartkichlarining ishlash prinsipi pnevmatik kuch kompensatsiyasidan foydalanishga asoslangan.

Kuch kompensatsiyasiga ega pnevmatik o'zgartkichning prinsipial sxemasi 8.11-rasmda ko'rsatilgan. O'lchanayotgan parametr o'lchash blokining sezgir elementiga ta'sir ko'rsatadi va  $F$  mutanosib kuchga aylanadi.  $F$  kuch ta'sir qilayotgan richag 1 orqali to'siq 2 soplo 3 ga nisbatan siljiydi. Soplo va to'siq orasidagi tirqishning o'zgarishi natijasida o'zgarimas kesimli drossel 7 orqali keladigan havo bosimi o'zgaradi. Shu bilan birga, kuchaytirish pnevmorelesining a kamerasidagi bosim ta'sirida membranalar 8 va 9 ning egilishi natijasida kirish 10 va chiqish 11 soqqali klapanlarning holati o'zgaradi.

Natijada b va c kameralarda bosim o'zgaradi. To'siq 2 silfon 4 ta'sirida soploga nisbatan shunday holatni egallaydiki, silfondagi kuch o'lchash blokining  $F$  kuchiga tenglashib, b va c kameralardagi bosim shunga qarab o'zgaradi. O'zgartkich berilgan o'lchash chegarasiga silfonni richag 5 bo'ylab siljitish orqali sozlanadi. O'zgartkichning chiqish signali 20 kPa ( $0,2 \text{ kgk/sm}^2$ )-boshlang'ich bosim nol korrektorning prujinasi 6 yordamida o'rnatiladi. O'zgartkich chang, nam va yog'dan tozalangan havo bilan ta'minlanadi. Havoning nominal bosimi  $140 \pm 14 \text{ kPa}$ . CHiqish signalini 300 metr masofaga uzatish mumkin. O'zgartkichning aniqlik sinfi 1,0.



8.11-rasm. Kuch kompensatsiyali

O'lchashlarni uzoq masofalarga uzatishda aloqa liniyalari parametrlarining o'zgarishi uzatish aniqligiga ta'sir qilishi mumkin bo'lganda teleo'lchagichlar tizimlari ishlatiladi. Bu tizimlarda o'lchash natijalari aloqa liniyasiga uzatishda avval

kodlanadi va qabul qilish punktida deshifrovka qilinadi. Ma'lumotlarni uzatish uchun son-impulsli, vaqt-impulsli va chastotali tizimlar qo'llaniladi.

Son-impulsli tizimning ishlash prinsipi o'lchanayotgan kattalikning har bir qiymatiga aloqa liniyasi bo'ylab yuboriladigan tok impulsning muayyan soni to'g'ri kelishiga asoslangan. Kodlashni, masalan, o'lchash tizimi bilan bog'liq bo'lgan valikning har bir aylanishida bir impulsni qabul qilish bilan amalga oshirish mumkin.

Vaqt-impulsli tizimning uzatish qurilmasi o'lchangan kattalikni o'zgaruvchan davomlilikda impulsarga o'zgartiradi. Bunday modulyasiya kenglikli modulyasiya deyiladi. Agar tizim o'lchangan kattalikni impuls yo'li davrining muayyan, ya'ni o'lchangan qiymatiga mutanosib qismini ajratuvchi 0 va hisoblovchi ikki impuls yordamida uzatsa, bunday modulyasiya fazoviy modulyasiya deyiladi. O'lchangan kattalikni kodlash uchun yuguruvchi, signalni deshifrovka qilish uchun esa detektorlovchi qurilmalar ishlatiladi.

Chastotali tizimlar ikki turda bo'ladi:

1. Chastota-impuls modulyasiyasi tizimining signallari o'lchangan kattalikka mutanosib bo'lgan chastota bilan aylanuvchi o'lchash tizimi valiklaridan olinishi mumkin. Signallarni detektorlar yoki jamg'aruvchi kondensator yordamida qabul qilish mumkin.

2. Chastotali modulyasiya o'zgaruvchan tok bilan amalga oshiriladi, uzatuvchi qurilma o'zgaruvchan sig'imli yoki induktivli sinusoidal tebranishlar generatoridan iborat. O'lchangan kattalikning o'zgarishi o'lchash tizimi orqali bajariladi. O'zatilgan signal kuchaytirish kaskadi orqali detektorlovchi qurilmaga keladi, bu qurilma esa signal chastotasiga mutanosib bo'lgan tok yoki kuchlanishni o'lchashga imkon beradi.

Boshqarishning turli darajalarini avtomatlashtirish tizimlarida axborotni akslantirish vositalari birlamchi, ikkilamchi va ichiga o'rnatilgan o'zgartkichlar bilan birgalikda ishlaydigan analogli ko'rsatuvchi - qayd qiluvchi va raqamli ko'rsatuvchi ikkilamchi asboblari bo'ladi.

Analogli ikkilamchi asboblari ishlatishda oddiyligi uchun, nisbatan arzonligi, etarlicha aniqligi, ko'p funksionalligi, ergonomik afzalliklari uchun keng tarqaldi. Ergonomik afzalligiga, xususan parametrlarning o'zgarish tezligi diagrammasiga ko'ra baholashning ko'rsatmaliligi tegishlidir.

Qayd qiluvchi analogli ikkilamchi asboblari ham xo'jalik hisobini hisobga olishda, hisobot tizimida, avtomatik rostlash tizimlarini sozlashda tez o'zgaruvchi parametrlarni qayd qilish uchun foydalaniladi.

Hozirgi vaqtda KS turidagi bir xillashtirilgan asboblarni yanada zamonaviy mikroelement asosli, jumladan, DISK-250 va RP160 o'lchov asboblari bilan asta-sekin almashtirilmoqda.

DISK-250 turidagi avtomatik asboblari tok kuchini va o'zgarish tok kuchlanishini o'lchash uchun, shuningdek, tok yoki kuchlanishning bir xillashtirilgan signallariga almashtirilgan boshqa noelektrik kattaliklarni o'lchash uchun mo'ljallangan.

DISK-250 turli texnologik kattaliklarni diagrammali diskda uzluksiz o'zgartiradi va qayd qiladi. Kirish signalini (50m, 100m, 10P, 50P, 100P, XK, XA, PR) bir xillashtirilgan chiqish signali 0-5 yoki 4-20 mA ga o'zgartiradi; releli chiqishli ikki

pozitsiyali signal (kam-ko'p); kontaktisiz yoki releli chiqishli uch pozitsiyali rostdash (kam - normal - ko'p); datchikning uzilganligi indikatsiyasi, asbobni ulash va rostdlovchi, signal beruvchi qurilmalarning holati nazorat qilinadi.

Har bir ayrim holda texnologik parametrlarni ulchash qayd qilish va nazorat qilish vositalarini joriy qilish masalalarini hal qilishda o'lchash vositalarini (O'V) tanlashni asoslashga to'g'ri keladi.

O'lchash vositalarini tanlash O'V ga aniq talablar qo'yishdan va O'Vning bu talablarga javob beruvchi turlarini tanlashdan, o'lchash algoritmini ishlab chiqishdan (yoki aniqlan-tirishdan) iborat. O'Vni tanlash va tanlovni asoslash ularning umumlashgan metrologik tavsiflarini O'V ni o'lchashda hamma ishtirok etuvchilarning ta'sirini, qo'shimcha qurilmalarni, moddalar va materiallarning, o'lchash usullarining xususiyatlarini va uning natijalariga ishlov berishni hisobga olishni hamda aniqlashni talab qiladi.

O'Vga bo'lgan talablar texnologik, konstruktiv, metrologik, iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy xarakterga ega bo'lib, unga: yo'l qo'yiladigan xatoliklar chegarasi; o'lchash sharoitlari (o'lchash ob'yekti va atrof muhitning O'V ma'lumotlari bo'yicha o'lchanmaydigan, ammo o'lchash natijasiga ta'sir etuvchi parametrlar); O'Vning tez ta'sir ko'rsatishi; o'lchash axborotining turi (mahalliy ko'rsatishlar, masofadan turib kursatishlar, avtomatik qayd qilish, integrallash, signalizatsiya va hokazo); mikroprotsessor va EHM asosida avtomatik boshqarish tizimlarida axborotdan foydalanish zarurati va imkoniyatlari; O'V ni o'rnatish xonalariga va sharoitlariga talablar; foydalanish qiymati va iqtisodiy samaradorlik; O'V va qurilmalarni montaj qiluvchi hamda texnik xizmat ko'rsatuvchi xodimlarga talablar.

O'Vni tanlash, odatda, uch bosqichda amalga oshiriladi.

Birinchi bosqich o'lchash ob'yektini tahlil qilishdan iborat, bunda mahsulotning tegishli turiga ko'ra tegishli normativ-texnik va texnologik hujjatlar o'rganiladi, mahsulotning sifati va miqdoriy ko'rsatkichlari tahlil qilinadi, ular o'lchovlarining chegarasi, texnologik jarayonning kechish sharoitlari, texnologik jarayonlar parametrlarini va mahsulot sifati ko'rsatkichlarini o'lchash va nazorat qilishning mumkin bo'ladigan turlari tahlil qilinadi. Birinchi bosqich natijalariga ko'ra mahsulotning nazorat qilinadigan ko'rsatkichlari va texnologik jarayon parametrlari ro'yxati quyidagi namuna bo'yicha tuziladi: texnologik jarayon bosqichining nomi; parametrning nomi; parametrning o'zgarishi mumkin bo'lgan chegaralari; parametrni nazorat qilishning mumkin bo'ladigan turi; jarayonning muhim tavsiflari.

Ikkinchi bosqich O'V ni tanlashda qo'llaniladigan va taklif etiladigan usullarni taqqoslab tahlil qilishdan iborat. Bu bosqichda qanday o'lchashlarni - bevosita yoki bilvosita o'lchashlarni tanlash kerakligi hal qilinadi; bo'lishi mumkin bo'lgan o'lchash xatoliklari turli uslublar va vositalar bilan baholanadi va O'V ning afzal variantlari tanlanadi; sinov tanlab olish joylari yoki O'V ni o'rnatish joylari, ko'rsatishlarini yozib olish uslublari va davriyligi aniqlanadi, o'lchash natijalariga ishlov berish algoritmi va ulardan foydalanish tartibi o'rnatiladi. Ikkinchi bosqich natijalariga ko'ra texnologik parametrni nazorat qilish sxemasi tuziladi.

Uchinchi bosqich taklif etilayotgan O'Vini va haqiqiy sifatlarini aniqlash uchun O'V ni tanlash uslublarini tajribada tekshirib ko'rishdan (tadqiqot sinovlaridan) iborat.

Ulchash vositalarini tanlash va tanlashni asoslashning quyida keltirilgan tartibi asosan texnologik jarayonlarning parametrlarini nazorat qilishni avtomatlashtirish bo'yicha o'quv ishlarini bajarishda tavsiya etiladi.

Ma'lum parametrlarni o'lchash bo'yicha topshiriqda (loyihalashda u texnik vazifa deyiladi) quyidagilar bo'lishi kerak:

- 1) texnologik parametrlarning nomi (masalan, harorat,  $t$ );
- 2) uning o'lchanadigan qiymati (masalan,  $t_{o'l}=100^{\circ}\text{C}$ );
- 3) mumkin bo'ladigan, ya'ni texnologik yo'l qo'yiladigan chetlanishlar chegaralari (masalan,  $\Delta t_{qo'sh} = \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ );
- 4) o'lchash shartlari (masalan, diametri 500 mm bo'lgan idishda muhitning bosimi 0,5 mPa dan ortiq bo'lmaganda);
- 5) texnologik jarayonning kechish sharoitlari (masalan, harorat asta-sekin o'zgaradi, muhit agressiv emas, qovushqoq emas va shu kabi);
- 6) nazorat qilish turi (masalan, diskli diagrammada ko'rsatish va qayd etish);
- 7) ma'lumotlarni uzatish uchun o'lchash axborotining turi (masalan, bir xillashtirilgan unifikatsiyalangan) tokli signal 0-5 mA).

SHunday qilib, bizning misolimizda diametri 500 mm bo'lgan idishda bosim 0,5 mPa dan ortiq bo'lmaganda agressiv bo'lmagan muhitning  $100 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$  haroratini o'lchash va qayd etish uchun O'V ni tanlash zarur; bunda ikkilamchi asbob bir xillashtirilgan tokli signal 0-5 mA bo'lishi kerak.

## NAZORAT SAVOLLARI

- 1.Signal o'zgartkichlarning texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimida vazifasi nimadan iborat?
- 2.Masofaga uzatish tizimlarini tuzilishini izohlab bering.
- 3.Kuch kompensatsiyali elektr o'zgartkichning ishlash prinsipini tushuntiring
- 4.Kuch kompensatsiyali pnevmatik o'zgartkichning sxemasini chizib, ishlash prinsipini tushuntiring.
- 5.Elektrik va pnevmatik masofaga uzatish tizimlarida qanday farq hamda o'xshashlik mavjud?
- 6.Me'yorlovchi o'zgartkichning texnologik jarayonlarni boshqarish tizimlarida roli nimadan iborat?
- 7.Elektr-pnevmatik va pnevmo-elektr o'zgartkichlarda qanday farq hamda o'xshashlik mavjud?

## 5-MA'RUZA

### MAVZU: TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH. ARS ELEMENTLARINING MATEMATIK TAVSIFI

#### ***O'quv moduli birliklari:***

1. Avtomatik rostlashning vazifasi. 2. Asosiy tushunchalar va qoidalar. 3. CHetlashish qiymati bo'yicha rostlash. 4. G'alayonlanish bo'yicha rostlash. 5. Avtomatik rostlash sistemasini (ARS) tuzilishi. 6. Texnologik ob'ektlarni rostlash. 7. Ideal, turg'un (statik), neytral (astatik), noturg'un ob'ektlar haqida tushuncha va ularning asosiy xossalari.

Texnologik jarayonlarda odamning ishtirok etishiga ko'ra avtomatlashtirishni quyidagilarga ajratish mumkin: avtomatik nazorat, avtomatik rostlash va avtomatik boshqarish.

**Avtomatik nazorat** - texnologik jarayon haqida operativ ma'lumotlarni avtomatik ravishda qabul qilish va uni qayta ishlash uchun kerakli bo'lgan sharoitlarni ta'minlaydi.

**Avtomatik rostlash** - texnologik jarayonlarning tegishli parametrlarini avtomatik rostlovchi asboblarda yordamida talab qilingan sathda saqlanishini nazarda tutadi. Bu holda odam faqat avtomatik rostlash tizimining (ART) turi ishlashini nazorat qiladi.

**Avtomatik boshqarish** - texnologik amallarni belgilangan muttasilligining avtomatik ravishda bajarilishini va boshqaruv ob'yektiga nisbatan bo'ladigan ta'sirlarning muayyan muttasilligini ishlab chiqishdan iborat.

**Avtomatlashtirish** - texnologik jarayonlarni odam ishtirokisiz boshqaradigan texnik vositalarni joriy etish demakdir. Avtomatlashtirish - ishlab chiqarish jarayonidagi odam ishtirok etmagan sanoatning yangi bosqichi bo'lib, bunda, texnologik va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish funksiyasini avtomatik qurilmalar bajaradi. Avtomatlashtirishni joriy etish ishlab chiqarishning asosiy texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarining yaxshilanishiga, ya'ni ishlab chiqarilayotgan mahsulot qiymati va sifatining oshishi hamda tannarxining kamayishiga olib keladi.

Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarining ko'pchiligi to'liq avtomatlashtirilganligi bilan xarakterlanadi. Avtomatlashtirish barcha uskunalarning avariyasiz ishlashini ta'minlaydi, baxtsiz hodisalarning va atrof-muhitning zaharlanishini oldini oladi. Shuningdek, kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida portlash hamda yong'in chiqish xavfi ko'pligi ham jarayonlarni maksimal darajada avtomatlashtirishni talab qiladi.

Ishlab chiqarish jarayonlarining avtomatlashtirilishi hozirgi vaqtda uch davrga bo'linadi.

**Birinchi davr** - ayrim texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish bilan xarakterlanadi. Jarayonning ayrim parametrlari avtomatlashtirilgan agregat yaqinida yirik gabaritli asboblarning ko'rsatishiga muvofiq avtomatik ravishda rostlanadi. Bunda, asboblarni mashina va apparatlar yaqiniga joylashtirish deyarli qiyinchilik tug'dirmaydi. Avtomatlashtirishning bu davrida shkalasi yaxshi ko'rinadigan yirik

gabaritli asboblarda ishlatiladi. Bunda bir korpusga o'ldash asbobi, rostlagich va topshiriq beruvchi qurilma joylashtiriladi.

**Ikkinchi davr** - ayrim jarayonlarning kompleks avtomatlashtirilishidir. Bunda rostlash alohida shchitga o'ratilgan asboblarda bo'yicha olib boriladi. Yirik gabaritli asboblardan foydalanish – shchitni bir necha metrda cho'zilib ketishiga olib keladi va shchitni nazorat qilish qiyinlashadi. Avtomatlashtirishning bu davrida shchitdagi asboblarning hajmini kichiklashtirish zarurati payda bo'ladi. Bu masalani hal qilish uchun kichik gabaritli ikkilamchi asboblarda ishlatiladi.

**Uchinchi davr** (to'liq avtomatlashtirish davri) - agregat va sexlarni yalpisiga avtomatlashtirish bilan xarakterlanadi. Bu davrning xarakterli xususiyati shundaki, boshqarish yagona dispetcherlik punktiga markazlashtiriladi. Shu bilan birga mitti ikkilamchi asboblarni ishlatish ehtiyoji payda bo'ladi. Doimiy nazoratni talab qilmaydigan o'ldash va rostlash asboblari (yirik gabaritli) shchitdan tashqariga o'ratiladi.

Signalizatsiya, muhofaza va nazorat qilish sanoat jarayonlarini boshqarish hamda rostlashni bundan keyingi avtomatlashtirilishi, chiqarilayotgan mahsulot sifatini yaxshilash, texnologik jarayonlarni optimal tartibda olib borish, texnologik uskunalarda ishini jadallashtirish vazifalaridan kelib chiqadi.

Har bir texnologik jarayon (texnologik jarayon parametrlari deb ataluvchi) o'zgaruvchan fizikaviy va kimyoviy kattaliklar (bosim, sarf, temperatura, namlik, konsentratsiya va hokazo) bilan xarakterlanadi. Texnologik apparatura jarayonning to'g'ri o'tishini ta'minlashi uchun muayyan jarayonni xarakterlovchi parametrlarni berilgan qiymatda saqlashi lozim.

Qiymatini stabillash yoki bir tekisda o'zgarishini ta'minlash zarur bo'lgan metrda *rostlanuvchi kattalik* deb ataladi. Rostlanuvchi kattalikning qiymatini stabillash, ma'lum qonun bo'yicha o'zgarishini amalga oshirish uchun mo'ljallangan asbob *avtomat rostlagich* deyiladi. Rostlanuvchi kattalikning ayni paytda o'ldangan qiymati *rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati* deyiladi. Rostlanuvchi kattalikning texnologik reglament bo'yicha ayni vaqtda doimiy saqlanishi shart bo'lgan qiymati rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati deyiladi. Texnologik reglament rostlanuvchi kattalikning hozirgi va berilgan qiymatlarini vaqtning har bir onida teng bo'lishni talab qiladi. Ammo ichki yoki tashqi sharoitlarning o'zgarishi sababli rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati berilgan qiymatidan chetga chiqishi mumkin. Shu paytda hosil bo'lgan qiymatlar farqi *xato yoki nomoslik* deyiladi.

Xato yoki nomoslik nolga teng bo'lgandagi texnologik jarayonning rejimi *turg'unlashgan rejim* deyiladi. Turg'unlashgan rejimda moddiy va energetik balanslar qat'iy saqlanadi.

Amalda ko'pincha xom ashyoning sarfi va tarkibi, apparatlardagi temperatura, bosim va hokazolarning o'zgarishi kuzatiladi. Texnologik jarayonning maqsadga muvofiq ravishda oqib o'tishiga teskari ta'sir ko'rsatuvchi hamda tizimlardagi moddiy va energetik balansini buzuvchi o'zgaruvchilar g'alayonlar deb ataladi. G'alayonlar ta'sirida xato payda bo'ladigan texnologik jarayon rejimi *turg'unlashmagan rejim* deyiladi.

Har bir boshqarish tizimida kirish va chiqish parametrlari (o'zgaruvchilari) bo'ladi. Kirish parametrlariga xom ashyoning boshlang'ich holatini xarakterlovchi

o'zgaruvchi hamda vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan uskuna parametrlari, texnologik jarayonning oqib o'tishini aniqlovchi o'zgaruvchilar kiradi. Kirish o'zgaruvchilari rostlanadigan va rostlanmaydigan bo'lish mumkin.

Chiqish parametrlariga chiqarilgan mahsulot sifatini (kimyoviy tarkib, zichlik va boshqalar) xarakterlovchi ko'rsatkichlar, shuningdek, hisoblash yo'li bilan aniqlanadigan texnika-iqtisodiy (uskunalarning ishlab chiqarish unumdorligi, mahsulotning tannarxi) ko'rsatkichlar kiradi.

Tizimning ishlash vaqtida rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymati berilgan qiymatiga mos kelishi uchun tizimga ta'sir ko'rsatish kerak (boshqariladigan o'zgaruvchi orqali). Boshqariladigan o'zgaruvchi tizim boshqaruv ta'sirining (xom ashyoning sarfi, tarkibi va boshqalar) sonli tavsifidir.

Shunday qilib, sanoatning eng muhim talablaridan biri - texnologik jarayonning turg'unlashgan rejimini saqlashdan iborat. Moddiy va energetik balansga rioya qiladigan mashina yoki apparat *rostlanuvchi ob'yekt* deyiladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarishning vazifasi rostlagich yordamida rostlanuvchi ob'yektdagi kerak bo'lgan texnologik sharoitni avtomatik ravishda saqlash, agar bu sharoit buzilsa, uni qayta tiklashdan iboratdir. Avtomatik rostlash vaqtida (rostlanuvchi ob'yektga rostlagichning ta'siri tufayli) rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati berilgan qiymatga teng yoki shunga yaqin bo'ladi.

Avtomatik tizimlar bir-birlari bilan ma'lum ketma-ketlikda bog'langan bo'lib, har biri tegishli vazifani bajaruvchi alohida elementlardan iborat. Mustaqil funksiyani bajaruvchi, avtomatik tizim tarkibining biror qismi *avtomatika elementi* deyiladi. Avtomatika elementlarini ularning funksional vazifasiga ko'ra tasniflash maqsadga muvofiq. Avtomatik tizim elementlarining tarkibiga kiruvchi funksional bog'lanishni ifodalovchi sxema *funksional sxema* deb ataladi. Bundan tashqari, shu avtomatik tizimni turli dinamik xususiyatlariga ega bo'lgan va bir-birlari bilan bog'langan sodda bo'g'inlar shaklida tasvirlash ham mumkin. Bu holda avtomatik tizimning sxema bo'g'inlarning bog'lanishini aks ettiradi va tizimning *tuzilish sxemasi* deyiladi.

Rostlanuvchi ob'yekt va avtomatik rostlagich birligi avtomatik rostlash tizimni (ART) tashkil qilib, rostlash konturi nomli berk zanjirni hosil qiladi. Bu zanjir ARTning tuzilish sxemasiga emas, balki funksional sxemasiga tegishli.

Chetga chiqishlar bo'yicha rostlash prinsipidan birinchi marta (1765 yili) I.I. Polzunov o'zi yaratgan bug' mashinasi qozonidagi suv sathini rostlash tizimida foydalangan. 1784 yilda J. Uatt ham bug' mashinasi valining aylanish tezligini-rostlash tizimida shu prinsipni qo'llagan.

Polzunovning qalqovichli rostlagichi va Uattning markazdan qochma rostlagichida bir-biridan mustaqil ravishda bir prinsip qo'llanilgan va bu prinsip Polzunov - Uatt rostlash prinsipi (yoki chetga chiqishlar bo'yicha rostlash prinsipi) nomini olgan. Bu prinsipning mohiyati shundaki, rostlash jarayonida rostlagich rostlanuvchi ob'yektga rostlanuvchi kattalikning hozirgi va berilgan qiymatlari orasida tengsizlik hosil bo'lgandagina o'z ta'sirini ko'rsatadi. Bu prinsipni amalga oshiruvchi avtomatik tizim berk tizimdir, chunki signal rostlanuvchi ob'yektning chiqish qismidan tengsizlikni qayta ishlab ob'yektning kirishiga ta'sir ko'rsatuvchi avtomatik rostlagichning kirish qismiga keladi. O'lchovning chetga chiqish qiymatini kuchaytirish tizimni murakkablashtirishga olib keladi. Xatoning qanday

g'alayonlar ta'sirida paydo bo'lishdan qat'iy nazar, avtomatik rostlagichning bu xatoni qayta ishlashi ushbu tizimning afzalligi hisoblanadi. Bu xususiyat muhim ahamiyatga ega, chunki sanoatdagi rostlanuvchi ob'yektlarga qanday g'alayonlar ta'sir qilishini avvaldan bilish mumkin. Chetga chiqishlar bo'yicha rostlash prinsipini amalga oshiruvchi ARTlarning yana bir afzalligi bitta rostlovchining ta'sirida bir nechta g'alayonlarning zararli oqibatini yo'qotish mumkinligidadir.

Bu prinsipning kamchiligi shundaki, g'alayon paydo bo'lish bilan ular boshqariluvchi parametrga ta'sir qilmay, balki rostlanuvchi ob'yektning dinamik xususiyatlariga bog'liq bo'lgan vaqt o'tgandan so'ng ta'sir ko'rsatadi. Avtomatik rostlagich bir oz kechikib ta'sir ko'rsatadi, shu sababli rostlanuvchi parametr belgilangan qiymatidan anchagina chetga chiqishga ulguradi. Bu hollarda rostlovchining ta'sirini jadallashtiruvchi avtomatik rostlagichlar yaratish yo'lidan borish mumkin. Ammo bunday rostlagichlar tengsizlikni butunlay kompensatsiya qilibgina qolmay, balki uning teskari yo'nalishda rivojlanishiga olib keladi. Shu sababli chetga chiqishlar bo'yicha ishlaydigan ARTlari uchun rostlanuvchi parametr qiymatining berilgan qiymatga nisbatan tebranishlari bilan ifodalanuvchi oraliq jarayonlar xarakterlidir. Chetga chiqishlar bo'yicha ishlaydigan ART larni shunday loyihalash kerakki, bu tebranishlar so'nuvchi xususiyatga ega bo'lib, xatoning qiymati nolga (yoki minimumga) yetsin.

1830 yilda fransuz matematigi Ponsele g'alayonlar (yuk) bo'yicha rostlash prinsipini (Ponsele prinsipi) ta'riflab bergan. Ijro etuvchi mexanizm rostlovchi organining ob'yekt yuki ta'sirida harakatga keladigan rostlash tizimi *g'alayonlar bo'yicha ART* deyiladi.

G'alayonlar bo'yicha rostlash sezilarli tengsizlik paydo bo'lishdan avvalroq g'alayonning zararli ta'sirini yo'qotishga imkon beradi. Avtomat rostlagich bunday tizimlarda faqat konkret g'alayon ta'siriga javoban harakatga keladi. Rostlanuvchi ob'yektga esa bir necha g'alayonlar ta'sir qilishi mumkin. Rostlanuvchi ob'yektga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan g'alayonlar soni nechta bo'lsa, bu ob'yekt shuncha avtomat rostlagichlar bilan ta'minlanishi kerak degani.

Rostlanuvchi ob'yekt haqida aniq ma'lumotlarsiz uni g'alayon bo'yicha rostlash mumkin bo'lmaydi.

Agar xom ashyo xossalarining o'zgarishi avvaldan ma'lum bo'lsa, xom ashyo zahirasi va turli aralashtirgichlardan foydalanib ta'minlashning tarkibi saqlanadi, yoki xom ashyo xossalarining o'zgarishiga yo'l qo'yib, jarayonga berilgan vazifani o'zgartirish yo'li bilan chiqish parametrlarining doimiyliigi saqlanadi.

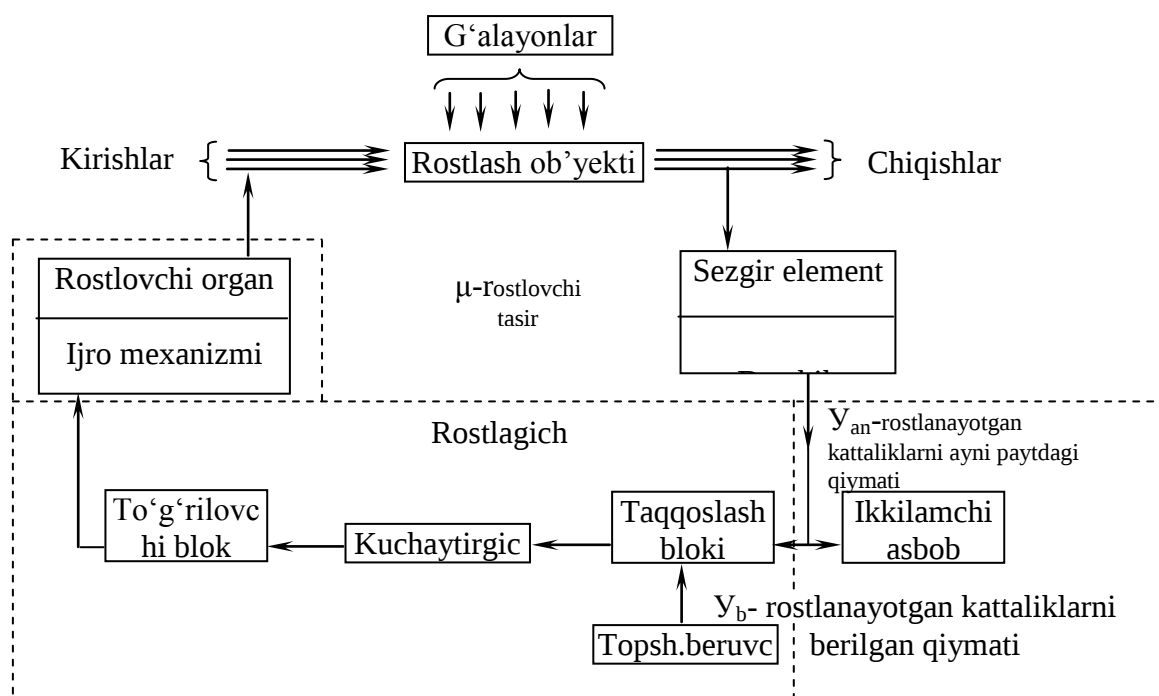
G'alayon bo'yicha rostlash tizimida rostlash sifati jarayon parametrlarining avvaldan berilgan ma'lumotlarning aniqligiga bog'liq. Bu tizimlar asosiy g'alayonlari ma'lum va o'lchovli bo'lgan ob'yektlar uchun qulay. Yuk bo'yicha rostlashda vaqtning har bir onida uzatish va iste'mol qilish o'rtasidagi tenglikni ta'minlash juda qiyin.

ART bilan g'alayon kompensasiyasining xususiyati – ular ochiq rostlash tizimlaridan iborat ekanligidir. Bu tizimlarda rostlanuvchi parametr bilan avtomat rostlash o'rtasida aloqa yo'q. Bunday ochiq rostlash tizimlarining kamchiligi rostlagich ishi va natija orasida aloqa yo'qligida. Vaqt o'tishi bilan tizimda paydo bo'lgan eng kichik xato ham rostlanuvchi kattalikning chetga chiqishiga olib keladi.

Shuning uchun, yuqori darajada aniqlikka ega bo'lgan rostlagichlar yaratish zarur bo'lib, buni amalga oshirish katta qiyinchiliklar bilan bog'liq.

**Avtomatik rostlash tizimining tuzilishi.** Chetga chiqishlar prinsipi bo'yicha ishlaydigan ARTda rostlanuvchi kattalikning ayni va berilgan qiymatlari ayirmasi o'lchanadi va tengsizlik ishorasiga ko'ra avtomat rostlagich ob'yektga nisbatan rostlovchi ta'sir ishlab chiqarib tengsizlikni yo'qotadi. Bunday tizim yopiq sikl bo'yicha ishlab, yopiq tizim deyiladi. Rostlanuvchi ob'yektning chiqishiga datchik o'rnatiladi. Bu maxsus qurilma rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymatini qabul qilib, uni rostlash tizimidagi keyingi bo'g'inlarga uzatish uchun qulay bo'lgan signalga o'zgartiradi.

10.1-rasmda tasvirlangan bir konturli ARTning funksional sxemasini ko'rib chiqamiz.



**10.1-rasm.** Avtomatik rostlagich tizimining bir konturli berk funksional sxemasi.

Datchiklar sodda (bevosita ta'sir etuvchi) va murakkab (bilvosita ta'sir etuvchi) bo'ladi. Sezgir element bilan datchik bir bo'lgan qurilma bevosita ta'sir etuvchi datchik hisoblanadi. Bilvosita ta'sir etuvchi datchiklarda esa bu elementlar mustaqil ishlanadi. Datchik ishlab chiqargan rostlanuvchi kattalikning ayni qiymati haqidagi ma'lumot avtomat rostlagichning kirishiga keladi. Ayni vaqtda shu ma'lumot ko'rsatuvchi, jamlovchi (integrallovchi), qayd qiluvchi, signal beruvchi yoki kombinatsiyalashgan ikkilamchi o'lchash asbobini kirishiga ham keladi. Rostlagich texnologik rejimni saqlab turadi. Tizimda avtomatik rostlagich bo'lsa ikkilamchi asbobning bo'lish shart emas. Lekin avtomatlashtirishda odamning vazifasi o'lchash asboblari, rostlagichlar va ijro etuvchi mexanizmlarning ishini nazorat qilishdan iborat bo'lgani uchun, ARTda ko'pincha ikkilamchi o'lchash asbobidan foydalanish nazarda tutiladi. Yuqorida aytilganidek ba'zan, rostlagichlar

va o'lash asboblari bir korpusda ishlanadi, bunday rostlagichlar asbob sifatida ishlatiladi.

Avtomat rostlagich tarkibiga solishtirish bloki kiradi. Bu datchik va topshiriq beruvchi qurilma signallarini algebraik jamlash (integrallash) amalsini bajaradigan qurilmadir. Solishtirish bloki o'zining chiqishida ayni va berilgan qiymatlar ayirmasiga teng qiymatli signalni, ya'ni tengsizlik qiymatini ishlab chiqaradi. Shuning uchun, solishtirish blokiga keladigan signallarning fizik xossalari bir xil bo'lish kerak.

**Topshiriq beruvchi qurilma** - o'zining chiqishida rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatiga mutanosib signal ishlab chiqarishga mo'ljallangan qurilma. Ammo tengsizlik signalining quvvati, odatda, ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini harakatga keltirish uchun kamlik qiladi. Shuning uchun, avtomatik rostlagich orqali amalga oshiriluvchi rostlash qonuniga muvofiq, bu signal kuchaytirilib tuzatiladi. Bu amalni kuchaytirgich va tuzatuvchi blok bajaradi. Rostlanuvchi kattalik bilan kirish signali o'rtasidagi funksional bog'lanishga *rostlash qonuni* deb ataladi.

Signal avtomatik rostlagichning chiqishidan ijro etuvchi mexanizm kirishiga keladi. Rostlagichning buyruq signalini o'zidagi rostlovchi organning tegishli signaliga o'zgartiruvchi qurilma *ijro etuvchi mexanizm* deyiladi.

Ko'rilgan bir konturli ART uchun rostlash tizimi konturining yopiq holati xarakterlidir. Bu tizimning yana bir xususiyati uning detektorlash qobiliyatiga egaligi hisoblanadi. Shuning uchun, rostlash konturidagi, ta'sir faqat bir yo'nalishda bo'ladi.

Funksional belgilariga ko'ra avtomatik rostlash tizimidagi elementlarni quyidagi guruhlariga bo'lishi mumkin: 1) sezgir elementlar; 2) datchiklar; 3) solishtirish elementlari; 4) topshiriq bergich yoki boshqaruvchi elementlar (topshiriq beruvchi qurilma); 5) o'zgartiruvchi elementlar (biror fizik xossalarga ega bo'lgan signallarni ikkinchi xil fizik xossalarga ega bo'lgan signallarga aylantirishga mo'ljallangan); 6) kuchaytirgichlar; 7) tuzatuvchi elementlar (tizimni talab qilingan dinamik sifatlar bilan ta'minlaydi); 8) ijro etuvchi elementlar; 9) stabilizatorlar (tizimning ish paytida berilgan fizik kattalik tebranishlarini stabillashga mo'ljallangan); 10) signallarni uzatish uchun xizmat qiladigan taqsimlagichlar (turli elementlarni bir-biriga ketma-ket ulashga mo'ljallangan); 11) hisoblash elementlari (ma'lum texnologik masalalarini yechish va ma'lum matematik amallarni bajarishga mo'ljallangan).

Iste'mol qilinadigan energiyaning turiga ko'ra avtomatik rostlash tizimi elementlari elektrik, pnevmatik, gidravlik va kombinatsiyalashgan bo'ladi. Avtomatik tizimlarning xususiyatlari ularning elementlari xususiyatlariga bog'liq.

Har bir elementning umumiy va asosiy tavsifi uning o'zgartirish koeffitsienti, ya'ni element chiqish kattaligining kirish kattaligiga bo'lgan nisbatiga teng. Avtomatika tizimlarining elementlari qiymat va sifat o'zgarishlarini bajaradi. Qiymat o'zgartirishlar kuchaytirish, stabillash va boshqa koeffisientlarni nazarda tutadi. Sifat o'zgartirishlarda bir fizik kattalik ikkinchisiga o'tadi. Bu holda o'zgartirish koeffitsienti *element sezgirligi* deyiladi.

Avtomatika elementining yana bir muhim xarakterkasi - element (kirish kattaligi o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan) chiqish kattaligining o'zgarishidan hosil

bo'lgan o'zgartirish xatosidir. Bu xatoga sabab atrof-muhit haroratining ta'minlash kuchlanishining o'zgarishi va hokazolar bo'lishi mumkin. Element tavsiflarining o'zgarishi natijasida paydo bo'lgan xato *nostabillik* deb ataladi.

Ba'zi elementlarning kirishi va chiqish kattaliklari o'rtasida ko'p qiymatli bog'lanish mavjud. Bunga quruq ishqalanish, gisterezis va boshqalar sabab bo'lishi mumkin. Bunday kattalikning har bir kirish qiymatiga uning bir necha chiqish qiymatlari mos keladi. Sezgirlik chegarasining mavjudligi shu hodisa bilan bog'liq.

Kirish kattaligining element chiqishidagi signalini sezilarli darajada o'zgartirish qobiliyatiga ega bo'lgan qiymati sezgirlik chegarasi deyiladi. Avtomatika elementlari mustahkamlik bilan ham xarakterlanadi. Elementlarning sanoatda ishlatilishida o'z parametrlarini yo'l qo'yilgan chegaralarda saqlash qobiliyatiga *mustahkamlik* deb ataladi. Mustahkamlik elementni loyihalash vaqtida hisoblanadi va uni ishlab chiqarilgandan so'ng ishlatish jarayonida sinalladi.

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Avtomatik nazorat deganda nimani tushunasiz va uning avtomatik rostlashdan farqi nimada?
2. Avtomatlashtirishni joriy etish ishlab chiqarish ko'rsatkichlariga qanday ta'sir etadi?
3. Qanday parametrlarga rostlanuvchi kattalik deyiladi?
4. Xato yoki nomoslik nolga teng bo'lgan jarayon nima deb ataladi?
5. Qanday tizimlarga kombinatsiyalashgan rostlash tizimlari deyiladi?
6. Topshiriq beruvchi qurilma qanday qurilma?
7. Funksional belgilariga ko'ra avtomatik rostlash tizimidagi elementlar qanday guruhlariga bo'linadi?
8. Element sezgirligi deganda nimani tushunasiz

### 6-MA'RUZA

#### OB'EKTlardagi KECHIKISHLAR. UZLUKSIZ XARAKTERDAGI ROSTLAGICHLAR

##### *O'quv moduli birliklari:*

1. *Statik va dinamik ob'ektlarning matematik modellari.* 2. *Rostlanish kanalini tanlash.* 3. *Avtomatik rostlagichlar.* 4. *Rostlash qonunlari.* 5. *Proportsional, proportsional-integral, proportsional-differentsial va proportsional-integral-differentsial rostlagichlar va ularning dinamik tavsiflari.* 6. *Diskret harakatdagi rostlagichlar (pozitsion, impulsli): ishlash usuli, qo'llanish soxalari va asosiy xossalari.*

Avtomatik rostlash tizimi (ART)ning sifatli ishlashi tizim elementlarining to'g'ri tanlanishi va rostlanishiga bog'liq. Buning uchun, rostlanuvchi ob'yekt va ART lar barcha elementlarining tavsifini bilish kerak.

Rostlanuvchi ob'yektlar xilma-xildir. Ular bir-birlaridan hajmi, sodir bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonlari, apparatlarining shakllanishi va yana bir qancha omillari bilan farq qiladi. Ammo ART larni tahlil qilishda, ob'yektlar va ART elementlari turlicha bo'lishiga qaramay, ularning bir xil yoki bir-biriga o'xshash bo'lgan xususiyatlarini aniqlash hamda ob'yektlarni shu xususiyatlar bo'yicha namunali ob'yektlarga tavsiflash maqsadga muvofiqdir. Namunali rostlash ob'yektlarining xossalarini bilish muayyan sanoat ob'yektlarini tahlil qilish vazifasini osonlashtiradi. Bu vazifa tekshirilayotgan ob'yekt turini aniqlashdan iborat bo'lib, ob'yekt xususiyatlari tegishli namunali ob'yekt xususiyatlari o'xshash deb qabul qilinadi.

Rostlash ob'yekti va ART elementlari xususiyatlarini tavsiflashda matematik modellash usuli qo'llaniladi. Matematik modellash – modellarni qurish va o'rganish bosqichlarini o'z ichiga oladi. Bunda, o'rganilayotgan ob'yekt o'rniga model deb ataluvchi moddiy ob'yekt olinadi. o'rganilayotgan ob'yektga o'xshash modelning jarayonlari boshqa fizik hodisaga mos, lekin bir xil tenglamalar bilan tavsiflanadi. Matematik modellar hisoblash mashinalari yoki to'g'ri analogli qurilmasi orqali amalga oshiriladi. Hisoblash mashinalarida o'rganilayotgan hodisa yoki jarayonning matematik tavsifini bir qator elementar matematik amallar bajarib tiklanadi. Bu amallar bir nechta elementlarni bir vaqtda yechish yoki bitta elementni ko'p marta yechish bilan bajariladi. To'g'ri analogli modellar, hisoblash mashinasidan farqli ravishda alohida elementlarga bo'linmaydi. Ular boshlang'ich nisbatlarni qurilmada o'tayotgan hodisa xususiyatlariga ko'ra tiklaydi. Bunda doimo model va haqiqiy jarayon parametrlari o'rtasidagi bir ma'noli moslashuvni (tanlangan analogiya tizimiga ko'ra) ko'rsatish mumkin.

O'rganilayotgan ob'yektning kirishi va boshqaruvchi parametrlari o'rtasidagi nisbatni aniqlovchi tenglamalar tizimi *matematik tavsif* deyiladi. Ob'yektning matematik modelini qurish va uni o'rganish bir qator o'zaro bog'liq bo'lgan bosqichlarni bajarish demakdir.

Avtomatik rostlash tizimlarining statik va dinamik xossalari tizimdagi tarkibiy elementlarning shu tavsiflari orqali aniqlanadi.

*Element yoki tizimning statik tavsifi* deb o'rnatilgan rejim jarayonidagi chiqish va kirish parametrlarining nisbatiga aytiladi. Bu nisbat analitik yoki grafik usul bilan ifodalanadi va hisoblash yoki tajriba usullari bilan aniqlanadi.

Chiziqli va chiziqli bo'lmagan statik tavsiflar mavjud. Agar tavsif chiziqli tenglamalar orqali tavsiflanib to'g'ri chiziq bilan tasvirlansa, bu chiziqli statik tavsif bo'ladi. Chiziqli statikaga ega bo'lgan element (yoki tizim) *chiziqli element (yoki tizim)* deyiladi. Agar o'rnatilgan ish rejimida bo'g'in tavsifi chiziqli bo'lmagan tenglama orqali berilsa va tavsifi egri yoki siniq chiziqlar bilan tasvirlansa, bu bo'g'in *chiziqli bo'lmagan tavsif* deyiladi. Luft va quruq ishqalanishlar statik tavsiflarni chiziqli bo'lmagan ko'rinishga olib keladi. Chiziqli bo'lmagan avtomatik tizimlarni hisoblash g'oyat murakkabdir.

Tizimning statik tavsifini analitik usulda aniqlashda tizimning turg'unlashgan holati uchun energetik va moddiy balans tenglamalari tuziladi. Balans tenglamalaridan noma'lum kattaliklar topilib, ART dagi rostlanuvchi ob'yekt yoki bo'g'inning chiqish va kirish parametrlarining nisbati aniqlanadi.

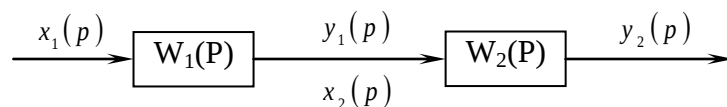
Ob'yektning statik tavsifini tajriba orqali aniqlashning faol va passiv usuli mavjud. Faol usulda modda yoki energiyani ob'yektga uzatuvchi liniyada o'rnatilgan ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organi yordamida ob'yektning bir necha muvozanat holati birin-ketin o'rnatiladi, bunda kattalikning kirish qiymati har xil bo'lib, tegishli chiqish koordinatalari o'lchanadi. Olingan ma'lumotlarga ko'ra tuzilgan grafikdan ob'yektning kuchaytirish koeffitsienti aniqlanadi. Ob'yektning chiqish kattaligi, odatda, bir necha kirish kattaliklariga bog'liq, bu holda statik tavsiflar to'plami har bir kanal bo'yicha aniqlanadi: Statik tavsifni tajribaviy aniqlashning *passiv* usuli ehtimollar nazariyasi va matematik statistikaga asoslangan. Bu usulni qo'llab, ob'yektlarning normal ishlatish sharoitlarida kirish va chiqish kattaliklarining o'zgarishi haqida juda ko'p ma'lumotlar tuplanadi. Statistik material tegishli algoritmlar bo'yicha ishlanadi. Bu sermehnat masala bo'lib markazlashtirilgan nazoratning axborot tizimi yoki EHM yordamida yechilishi mumkin. Dinamik tizimlar sinfiga tegishli ARTning faqat statik tavsifini bilish kamlik qiladi, uning dinamik tavsifini ham bilish zarur. Element yoki tizimning *dinamik tavsifi* deb, vaqt o'tishi bilan chiqish kattaligining o'zgarishi o'rnatilgan rejimning buzilish davridagi kirish kattaligining o'zgarishiga bog'liqliliga aytiladi. Kirish kattaligining o'zgarishi turlicha bo'lishi mumkin. Shuning uchun, bitta rostlanuvchi ob'yektning dinamik tavsiflarini ifodalovchi grafiklar ham turlicha bo'ladi.

Turli element va tizimlarning dinamik tavsiflarini solishtirish uchun kirish kattaliklari o'zgarishning namunali qonunlari ishlatiladi. To'g'ri to'rtburchakli impuls shaklidagi bir pog'onali va sinusoidal ta'sirlar keng tarqalgan. Dinamik tavsiflar *analitik usullar* bilan ham aniqlanadi. Dinamik xususiyatlar analitik ravishda differensial tenglamalar orqali tavsiflanadi. Agar tizim yoki bir bo'g'inning harakati mustaqil o'zgaruvchilarning yakuniy qiymatiga bog'liq bo'lsa, u parametrlari mujassamlangan ob'yekt bo'ladi. Bunday ob'yektlarning erkinlik darajasi qiymati tizimning mustaqil o'zgaruvchilari qiymatiga teng. Bu tizimlarning dinamik xususiyatlari tavsifi to'liq hosilali tenglamalar orqali beriladi.

Parametrlari taqsimlangan tizimlar erkinlik darajasining cheksiz qiymatiga ega. Bu tizimda parametrlar katta uzunlikda yoki vaqt mobaynida taqsimlanadi. Ularning dinamik tavsifi xususiy hosilali differensial tenglamalar bilan tavsiflanib, bu tenglamalarni tahlil qilish ko'pincha qiyinlashadi. Hisoblashlar uchun ba'zan bu tizim parametrlari mujassamlashgan tizim kabi qurilib, soddalashtiriladi. Bunday yo'l qo'yishlar juda qo'pol natijalar beradigan holatlarda, ya'ni parametrlari taqsimlangan tizimlar birin-ketin ulanganda, parametrlari mujassamlangan bir nechta tizimlarda kechikish bilan almashtiriladi. Masalaga bunday yondashish tizimning dinamik xususiyatlarini oddiy differensial tenglamalar orqali aniqlash imkonini beradi, tenglamalar esa chiqish koordinatasining tegishli o'zgarish qonuni bo'yicha yechiladi. Tizimning muvozanat holatidagi chiqish va kirish kattaliklarining tutashgan qiymatlarini aniqlab, tizimning dinamik xususiyatlariga ko'ra uning statik xususiyatlarini aniqlash mumkin.

Blokli algebra qoidolari ko'p tarkibiy bo'g'inlardan tashkil topgan ART ning tahlili va sintezini ancha soddalashtiradi. ARTning dinamik xususiyatlari tarkibiy elementlar tavsiflari va ularning bir-biriga ulanish tartibiga ko'ra aniqlanadi. Shuning

uchun, bir xil bo'g'inlarning turlicha qo'shilishi turli dinamik xossalari tizimlarni tashkil qiladi.



11.8-rasm. Bo'g'inlarning ketma- ket ulanishi.

**Bo'g'inlarning ketma-ket ulanishi.** 11.8-rasmda  $w_1(p)$  va  $w_2(p)$  uzatish funksiyalariga ega bo'lgan ketma-ket ulangan ikkita bo'g'indan hosil bo'lgan tizimning sxemasi keltirilgan.

Zanjirli uzatish funksiyasini quyidagicha yozish mumkin:

$$W(p) = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{x_2(p)}{x_2(p)} = \frac{y_2(p)}{x_1(p)} \cdot \frac{y_1(p)}{x_2(p)} = W_1(p) \cdot W_2(p).$$

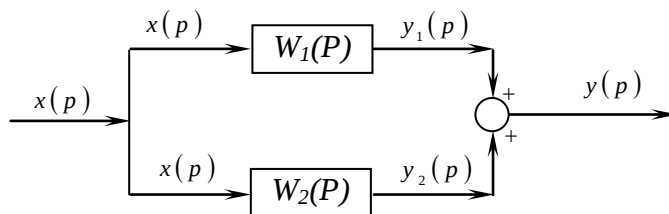
$n$  ta elementlardan hosil bo'lgan zanjirning uzatish funksiyasi

$$W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot \dots \cdot W_n(p) = \prod_{i=1}^n W_i(p).$$

Boshqacha qilib aytganda ketma-ket ulangan zanjirining uzatish funksiyasi tarkibiy bo'g'inlar funksiyalarining ko'paytmasiga teng. Bunday tizimning kuchayish koeffitsienti tarkibiy elementlar kuchayish koeffsientlarining ko'paytmasiga teng.

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n = \prod_{i=1}^n K_i.$$

Ketma-ket ulangan elementar ochiq bo'g'inlar zanjirining AFX si shu bo'g'inlarning AFX lari ko'paytmasiga teng:



11.9 –rasm. Bo'g'inlarning parallel ulanishi.

$$W(j\omega) = W_1(j\omega) \cdot W_2(j\omega) \cdot \dots \cdot W_n(j\omega) = \prod_{i=1}^n W_i(j\omega).$$

**Bo'g'inlarning parallel ulanishi.** Bo'g'inlarning parallel ulanishida (11.9-rasm) bitta kirish signali bir necha bo'g'inlarning kirishiga beriladi, chiqish signallari esa jamlanadi.  $w_1(p)$  va  $w_2(p)$  uzatish funksiyali ikkita parallel ulangan bo'g'inlarning uzatish funksiyasini aniqlaymiz:

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p) + y_2(p)}{x(p)} = \frac{y_1(p)}{x(p)} + \frac{y_2(p)}{x(p)} = W_1(p) + W_2(p).$$

$n$  ta parallel ulangan bo'g'inlar tizimining uzatish funksiyasi har bir bo'g'in uzatish funksiyasining yig'indisiga teng:

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) + \dots + W_n(p) = \sum_{i=1}^n W_i(p).$$

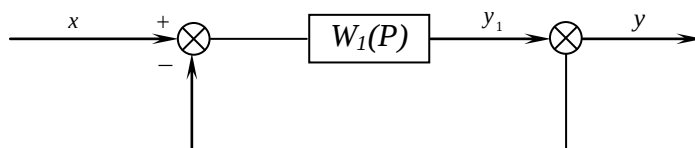
**Elementning teskari aloqa bilan qamralishi.** Baʼzan boʻgʻinning kirishiga kirish taʼsiridan tashqari chiqish signalining bir qismi beriladi.  $W_1(p)$  uzatish funksiyasiga ega boʻlgan element manfiy teskari aloqa bilan qamralishini koʻrib chiqamiz (11.10-rasm):

$$x_1(p) = x(p) - x_2(p); \quad y(p) = x_2(y) = y_1(p);$$

$$y_1(p) = W_1(p) \cdot x_1(p).$$

Bir oz oʻzgartirishlardan soʻng:

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)}$$



**11.10-rasm.** Manfiy teskari aloqalar elementi.

Oxirigi ifodani umumlashtirsak quyidagicha xulosa qilish mumkin: agar bir yoki bir necha boʻgʻin birlamchi manfiy teskari aloqa bilan qamralsa, tizimning uzatish funksiyasi quyidagicha boʻladi:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

Agar teskari aloqa zanjirida oʻzining  $W_{tb}(p)$  uzatish funksiyasiga ega boʻlgan boʻgʻin mavjud boʻlsa tizimning ekvivalent uzatish funksiyasi quyidagi keladi:

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 + \prod_{i=1}^n W_i(p) \cdot W_{T.B}(p)}$$

Bir yoki bir necha boʻgʻinlar birlamchi musbat teskari aloqa bilan qamralsa, tizimning umumiy uzatish funksiyasi

$$W(p) = \frac{\prod_{i=1}^n W_i(p)}{1 - \prod_{i=1}^n W_i(p)}$$

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Avtomatik rostdash tizimlari deganda nimani tushunasiz?
2. Matematik model nima?
3. Matematik tavsif nima va u qanday tuziladi?
4. Modellash vazifasini aniqlash necha bosqichdan iborat?

**MAVZU: AVTOMATIK ROSTLASH TIZIMINING (ART) TAVSIFI. AVTOMATIK ROSTLASHNING TEXNIK VOSITALARI**

***O'quv moduli birliklari:***

*1. ART turg'unligi haqida tushuncha. 2. ART o'tish jarayonlarining sifatini oshirish usullari. 3. Rostlash qonunini jamlash. 4. Bevosita ta'sir kiluvchi rostlagichlar. 5. Jarayonga ta'sir qiluvchi vositalar, elektrik, pnevmatik va gidravlik ijro etuvchi mexanizmlar. 6. Rostlovchi organlar va yordamchi uskunalar.*

Avtomatik rostlashning har qanday tizimi ham turg'un bo'lishi kerak. Faqat nodavriy yoki so'nuvchi tebranishli jarayonlarga xos bo'lgan chiziqli ART *turg'un tizim* deb ataladi.

O'tish jarayonining turg'unligini tadqiq qilish defferensial tenglama yoki rostlash tizimi chastota tavsifining tahliliga asoslangan. ARTning turg'unligi tarkibiy bo'g'inlarning dinamik xususiyatlari birikmasiga bog'liq. Tuzilishi jihatidan turg'un tizimlar ob'yektdagi dinamik tavsiflar va rostlagichlar parametrlarining muayyan qiymatida noturg'un tizimga aylanadi.

A.M.Lyapunov chiziqli tizimlar turg'unligining quyidagi shartlarini ifodalagan: 1) agar xarakteristik tenglamalar ildizlarining barcha haqiqiy qismlari manfiy bo'lsa, tenglama turg'un bo'ladi; 2) agar bu tenglama ildizlaridan birontasi musbat bo'lsa, tizim noturg'un bo'ladi.

ARTning erkin harakati bir jinsli defferensial tenglama orqali tavsiflanadi:

$$a_n \frac{d^n y}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 y = 0$$

Bu chiziqli defferensial tenglamaning yechimi:

$$y = C_1 e^{w_1 t} + C_2 e^{w_2 t} + \dots + C_n e^{w_n t};$$

bu yerda,  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  -boshlang'ich shartlardan aniqlanadigan ixtiyoriy doimimiylar;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n$  -xarakteristik tenglama ildizlari:

$$a_n \omega^n + a_{n-1} \omega^{n-1} + \dots + a_1 \omega + a_0 = 0$$

Shunday qilib, differensial tenglamani o'zgartirsak xarakteristik tenglama deb ataladigan algebraik tenglama hosil qilamiz.

Agar xarakteristik tenglama to'rtinchi tartibdan yuqori bo'lsa, u umumiy holda echilmaydi. Shuning uchun, tizimning turg'unligi haqida fikr yuritish uchun ba'zi belgilarni avvaldan bilish maqsadga muvofiqdir. Bu belgilar vazifasini turg'unlik mezonlari bajaradi.

Biror avtomatik rostlash tizimining amalda ishlatilishi uning turg'unlik talablarini bajarishiga bog'liq (bular faqat zarur bo'lgan shartlardir). ART ning ishlatilishi uchun yetarli bo'lgan shart-tizimning talab qilingan rostlash sifatini ta'minlash qobiliyatidir. Bu sifat rostlash tizimidagi o'tish jarayonlarining shakliga bog'liq.

Tizimning turli parametrlari rostlash jarayoniga ko'rsatilgan differensial yoki xarakteristik tenglamalarning umumiy ko'rinishini yechish uchun lozim.

Agar tizim to'rtinchi tartibdan yuqori bo'lsa yechish mumkin bo'lmaydi, chunki uning ildizlari radikallar orqali ifodalanmaydi. Shuning uchun, rostdash sifati, ya'ni turg'unlik darajasi, bilvosita integral yoki xususiy tahlil yordamida baholanadi. Amalda rostdash sifati integral baholash usuli bilan baholash keng tarqalgan.

**Integral baholash usuli** - ma'lum integralni rostlanadigan parametrdan chetga chiqishida hisoblashga asoslanib, differensial tenglamalarni yechishni talab qilmaydi. Rostlash sifatini chiziqli kvadratik va tuzatilgan kvadratik baholash usullari mavjud. Bu baholashlar rostdash jarayonining bir yo'la ikki tomonini: so'nish tezligi va o'tish jarayonidagi rostlanuvchi parametrdan chetga chiqish kattaligini ta'riflaydi.

*Chiziqli integral baholash  $I_1$ .* O'tish jarayonining sifati rostlanuvchi parametrdan berilgan qiymatdan chetga chiqishi va rostdash vaqti orqali aniqlanadi. O'tish jarayonining egri chizig'i ostidagi yuza bu ikki faktorni o'z ichiga olib, shu yuza qanchalik kichik bo'lsa, qolgan shartlardagi rostdash jarayonining sifati shuncha yaxshi bo'ladi. Rostlashning vazifasi tizimdagi o'tish tavsifi sifatining  $I_1$  chiziqli integral baholashning eng kichik qiymatini ta'minlashdan iborat:

$$I_1 = \int_0^{\infty} \varphi dt$$

Chiziqli integral baholashning mezonning kamchiligi uning nodavriy jarayonlarga yaqin bo'lgan jarayonlarni ta'minlovchi tizimlar uchun ishlatilishidir. Tebranishli o'tish jarayonlarining sifatini baholash uchun bu mezondan foydalanib bo'lmaydi, chunki o'tish jarayonining musbat yarim to'lqinlari manfiy yarim to'lqinlar bilan almashib turadi; bu yarim to'lqinlar yuzasining ishorasi ham ketma-ket qarama-qarshi ishoralar bilan almashinib turadi.

*Kvadratik integral baholash  $I_2$ .* Nodavriy va tebranishli o'tish jarayonlari uchun rostdash jarayonining sifatini kvadratik integral baholash  $I_2$  usulini qo'llash maqsadga muvofiqdir:

$$I_2 = \int_0^{\infty} \varphi^2 dt$$

Bunday baholash  $\varphi^2(t)$  egri chiziq va absissalar o'qi bilan cheklangan yuzani hosil qiladi.  $\varphi$  tengsizlikning ishorasi o'zgarganda rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatining chizig'ini ikki tomonida joylashgan yuzalarining mutloq qiymatini jamlashga halaqit bermaydi. Alohida yuzalarning qiymatini hisoblashda ordinataning o'rniga uning kvadratik qiymati hisobga olinadi.

Kirish signali rostlanuvchi ob'yektdan o'tish vaqtida deformasiya va kechikishga duch keladi. Chiqish kattaligi kirish signaliga nisbatan amplituda bo'yicha kamayib, faza bo'yicha kechikadi. Bu hodisalarni bartaraf qilish maqsadida rostlanuvchi ob'yekt avtomat rostlagich bilan ta'minlanadi. Rostlagich sozlanishining o'zgarish parametrlarida boshqaruvchi yoki rostlovchi ta'sir va rostlanuvchi kattalik o'rtasidagi bog'lanish rostdash qonuni deyiladi. Avtomat rostlagichlar diskret-impulsli yoki uzluksiz harakatli bo'ladi.

Diskret harakatli avtomat rostlagichlarning chiqish kattaligi amplitudasi, chastotasi va davomlilik rostdagich kirishiga keladigan va rostlanuvchi kattalikning ayni qiymatiga bog'liq bo'lgan ketma-ket impulslardan iborat.

Uzluksiz harakatli avtomat rostlagichlarning kirish va chiqish kattaliklari o'rtasida bir ma'noli funksional bog'lanish mavjud.

Odatda, uzluksiz harakatli qurilmalar alohida tipaviy texnologik jarayonlarni rostlash uchun qo'llaniladi. Diskret harakatli rostlagichlar esa tipaviy jarayonlar to'plamini boshqarish uchun ishlatiladi. Tipaviy sanoat rostlagichlarida amalga oshiriladigan rostlash qonunlari va ularning xusu-siyatlarini ko'rib chiqamiz.

**Rostlashning statik qonuni.** Rostlashning, qisqacha «P - rostlash» deb ataluvchi, statik (yoki mutanosib) qonuni quyidagi mutanosib tenglama orqali tavsiflanadi.

$$x = -s_1 y; \quad (14.1)$$

bu yerda,  $x$  – rostlagichning chiqish signali (yoki ijro etuvchi mexanizm rostlovchi organining nisbiy siljish)  $s_1$  - kuchaytirish ko'effitsienti (uzatish ko'effitsienti);  $y$  - rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatidan chetga chiqishi.

Manfiy ishora rostlovchi ta'sir rostlanuvchi kattalikning chetga chiqishini bartaraf etishini ko'rsatadi. Ushbu qonunni amalga oshiruvchi qurilmalar statik yoki mutanosib rostlagichlar (qisqacha «P – rostlagich»lar) deb ataladi.

Kerak bo'lgan tavsifni olish uchun kattaligi rostlanuvchi ob'yektning dinamik xususiyatlaridan aniqlanadigan  $s_1$  ni o'zgartirish kerak. P – rostlagichning uzatish funksiyasi) (14.1) ifodaga muvofiq quyidagicha bo'ladi:

$$W(p) = \frac{x(p)}{y(p)} = -s_1 \quad (14.2)$$

$p$  ni  $j\omega$  bilan almashtirsak rostlagichning amplituda-faza tavsifi (AFT) tenglamasiga ega bo'lamiz:

$$W(j\omega) = -s_1 = s_1 e^{j\pi}.$$

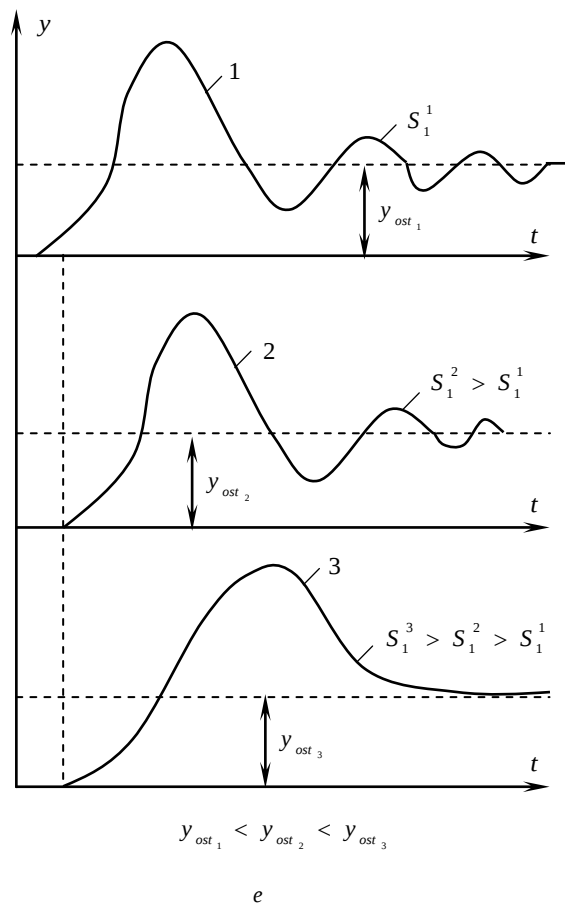
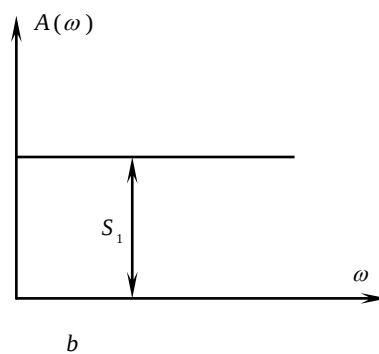
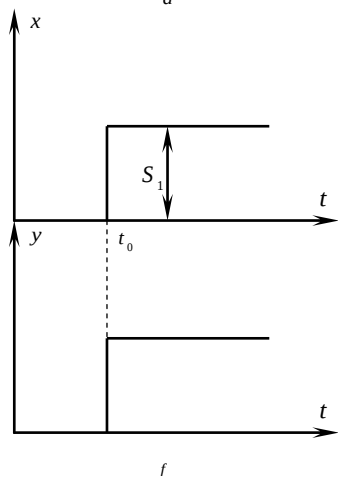
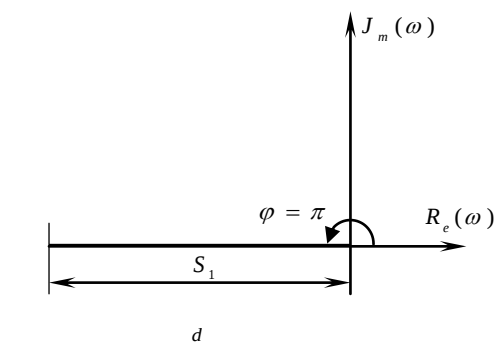
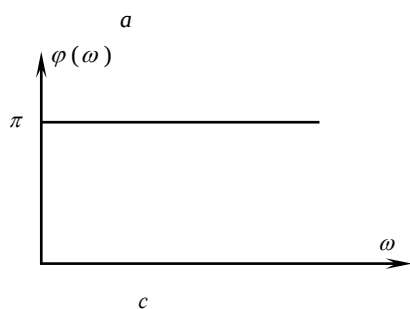
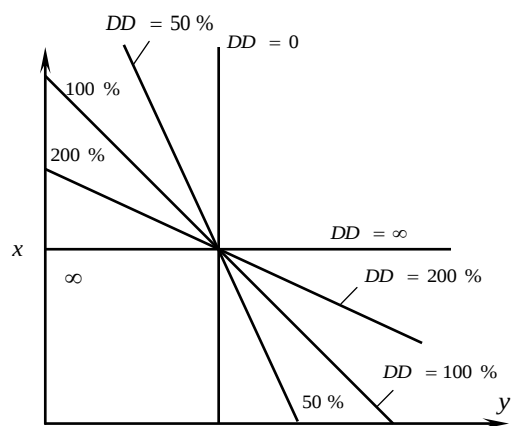
Oxirgi tenglama statik rostlagichlarning amplituda-chastota (ACHT) va faza-chastota (FCHT) tavsiflari kirish chastotasiga bog'liq emasligini bildiradi.

14.1-rasmda P rostlagichning tavsiflari keltirilgan. Statik tavsifning og'ishi 14.1-rasmda rostlagichning uzatish ko'effitsientiga bog'liq.

Rostlanuvchi ob'yektlarning statik rostlagichlar bilan ta'minlanishi ob'yektlarning turli yuklarida rostlanuvchi kattaliklarning doimiy qiymatini ta'minlay olmaydi. Bunday avtomatik rostlash tizimlari statik xatoning mavjudligi bilan ta'riflanadi. Statik xato rostlagich sozlash parametrini konkret  $s_1$  qiymatiga bog'liq;

$s_1$  qancha katta bo'lsa, rostlashning statik xatosi shuncha kam bo'ladi (14.1 - rasm, d). SHu bilan birga, rostlagich kuchayish ko'effitsientining haddan tashqari o'sishi tizimda sekin so'nuvchi majburiy o'tish jarayonining hosil bo'lishiga olib keladi.

O'tish jarayonining egri chizig'i 3 sozlash kattaliklari  $s_1$  kichik bo'lgan ART uchun xosdir. Ko'rinib turibdiki, bu holda tizim yo'l quyib bo'lmaydigan darajada katta qoldiqli chetga chiqishga ega bo'ladi. Tizimda (14.1 - rasm, d) egri chiziq 2 shaklida tasvirlangan o'tish jarayonini ta'minlovchi mutanosib rostlagichning  $s_1$  qiymatli sozlash parametrini tanlash kerak. Bunday tizimda rostlanuvchi kattalikning qoldiqli chetga chiqish va o'tish jarayonining davomlilik unchalik katta emas.



#### 14. 1- rasm. P- rostlagichning tavsiflari.

a-statik; b-amplituda-faza; c - faza- chastota; d - amplituda-faza; e  $\partial S_1$  ning turlicha sozlanishda rostlash tizimining o'tish jarayoni e-rostlagichning yugurish egri chizig'i

14.1-rasm, b tasvirlangan rostlagichning ACHT si absissalar o'qiga parallel bo'lib, undan  $s_1$  masofada joylashgan. Rostlagichning FCHT si ham (14.1 - rasm, c) shunga o'xshash joylashgan, lekin u absissalar o'qidan  $n$  masofaga surilgan. Rostlagichning AFT  $s_1$  si uzunlikka teng vektordan iborat bo'lib, soat strelkasi yo'nalishiga qarshi  $\pi$  burchakka burilgan.

## NAZORAT SAVOLLARI

1. Rostlash qonuni deb nimaga aytiladi?
2. Rostlashning statik qonuni deganda nimani tushunasiz?
3. Rostlashning integral qonuni nima?
4. Rostlashning proporsional-integral qonunining tavsifini keltiring.
5. Rostlashning differensial qonuniga ta'rif bering.
6. Rostlashning proporsional-differensial qonuni deganda nimani tushunasiz?
7. Rostlashning proporsional-integral-differensial qonuni qanday afzalliklarga ega?
8. Bevosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar deb nimaga aytiladi?

## 8-MA'RUZA

### TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH.. ZAMONAVIY BOSHQARISH TIZIMLARI. AXBOROT-BOSHQARISH ASOSI

#### ***O'quv moduli birliklari:***

*1. Texnologik jarayonni boshqaruv ob'ekti sifatida taxlil qilish. 2. Avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash. 3. Lokal tizim va texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimi (TJABT) loyihalash bosqichlari. 4. Avtomatlashtirishning texnik vositalarini qo'llash va tanlash. 5. O'zbekiston kimyo sanoatidagi zamonaviy boshqaruv tizimlari to'g'risida tushuncha. 6. Kimyo texnologiyasi tizimlarini optimal loyihalash va boshqarish jarayonlarida EHMni qo'llash. 7. Avtomatlashtirilgan loyihalash sistemalari. 8. Robotlar va manipulyatorlar.*

Sanoatning kimyo, oziq-ovqat va boshqa tarmoqlarining amaldagi korxonalarini zamonalashtirish va yangilarini yaratish ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishning turli masalalarini hal qilish bilan bog'liq katta hajmdagi ishlarni bajarishni ko'zda tutadi. Avtomatlashtirish tizimlarini ishlab chiqish va bevosita ishlab chiqarish jarayonlariga joriy qilish – ko'p bosqichli jarayondir. Unga ilmiy tadqiqot, loyihalash va montaj – sozlash ishlari, shuningdek, ishlatish jarayonida avtomatlashtirish tizimlarining ishonchli ishlashini ta'minlovchi tadbirlar majmuasi kiradi.

Zamonaviy ishlab chiqarishning ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda hal qilinadigan masalalar mutaxassislardan turli avtomatlashtirish asboblarning tuzilish va ishlash prinsiplarini, avtomatik tizimlarning turli ko'rinishlari va sinflarini yasash metodlarini bilishni ham, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish sohasidagi ishlar bilan birga aniq va bir qiymatli almashish mumkin

bo'lgan umumiy texnik tilni egallashni ham talab qiladi. Bu biror texnologik jarayonini avtomatlashtirishning mantiqiy hisoblangan va texnik jihatdan asoslangan tizimining avtomatlashtirish tizimlarini montaj qilish, sozlash va ishlatish masalalari bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar uchun birday tushunarli bo'ladigan tilda ifodalanishi kerak demakdir. Bunda barcha mutaxassislarda yaratilayotgan avtomatlashtirish tizimining asbob bilan ta'minlanishi, berilgan rostlash qonunlarini amalga oshirish, asboblarni va avtomatlashtirish vositalarini montaj qilish – usullarini, impulsli va buyruq liniyalarini va manba liniyalarini o'tkazish sohasida tushuncha yagona bo'lishi kerak.

Bu bir so'zdan tushunishga, masalan, montaj ishlarida ishlovchilar tizimni ishlab chiqish yoki ishlatish jarayonida montajchilarning bevosita ishtirokisiz qay tarzda erishish mumkin? Bunday bir – birini tushunish maxsus ishlab chiqiladigan texnik hujjat vositasida ta'minlanadi, bu hujjat texnologik jarayonni avtomatlashtirish loyihasi deyiladi.

Yangi sanoat ob'ektlarini qurish va mavjud korxonalarni qayta qurish loyiha asosida amalga oshiriladi. Loyiha texnikaviy hujjatlarning kompleksidan iborat bo'lib, bularga ob'ektning qurish yoki qayta qurish zaruriyatini prinsipial tarzda asoslovchi yozuvlar, nostandart uskunalarini tayyorlash uchun lozim bo'lgan, shuningdek, hamma turdagi qurilish – montaj va sozlash ishlarini amalga oshirish uchun kerak bo'lgan hisoblashlar va chizmalar kiradi.

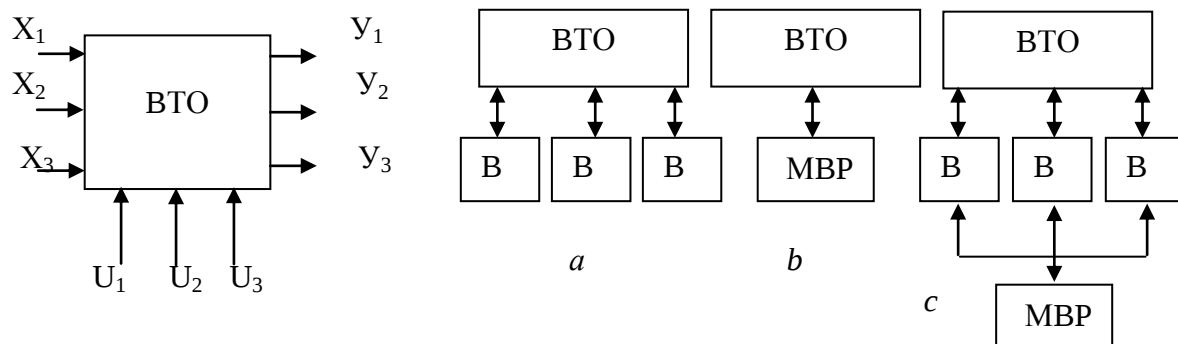
Qurilayotgan ob'ektning murakkabligiga qarab loyiha ma'lum qismlardan iborat bo'ladi. Loyihada texnika – iqtisodiy, texnologik, qurilish, santexnika, elektr, avtomatika kabi qismlar bo'lishi mumkin. Avtomatlashtirish loyihasining bir bo'limi bo'lgan texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatik rostlash hamda boshqarish qismini shu sohaga ixtisoslashtirilgan tashkilot yoki texnologik loyihalash institutining avtomatlashtirish bo'limi (guruhi) amalga oshiradi. Bu loyiha texnologik jarayonlarning rasional ishlashini va uskunalar ishidagi xavfsizlikni ta'minlovchi nazorat o'lchov asboblari, rostlagichlar, avtomatika va signalizatsiya qurilmalarini, loyihalashtirilayotgan ob'ektda ishlatiladigan texnikaviy hujjatlarni o'z ichiga oladi.

Loyihalashni bajarishda loyihaning texnologik qismini tuzuvchi tashkilot va yoki buyurtmachi bergan topshiriq asos bo'lib xizmat qiladi. Ayrim vaqtlarda topshiriqni tuzishda avtomatlashtirish loyihasini bajaruvchi tashkilot ham jalb etiladi. Loyihalash topshiriqlariga quyidagilar kiradi: a) loyihalashtirilayotgan ob'ektning tarkibi, texnologik jarayonning qisqacha bayoni, qurilma va uskunalarining harakteristikasi; b) atrof – muhitning tavsifsi ko'rsatilgan holda nazorat qilinadigan va rostlanadigan kattaliklarning natijasi; c) nazorat qilish va rostlashda ruxsat etilgan xatolar va asboblarning funksional belgilari (ko'rsatish, yozish, integrallash, signalizatsiya va boshqalar).

Nazorat, avtomatik rostlash va boshqarish tizimlarini loyihalash maxsus ko'rsatmalarga muvofiq amalga oshirilishi mumkin.

Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash bosqichida boshqarishning texnologik ob'ektlari (BTO) mufassal tahlil qilinishi kerak. Bunda tahlil tizimi bo'lishi, ishlab chiqarish jarayonini texnik jihozlash va texnologiya, xom ashyo va tayyor maxsulot sifati, jarayonni boshqarishni tashkil etish nuqtai nazaridan tadqiq etishni ko'zda tutish lozim. Tahlil jarayonida aniq ishlab chiqarishning

texnologik jarayonlari o'rganiladi, jarayonni ifodalovchi kattaliklar aniqlanadi, ular orasidagi o'zaro bog'lanish topiladi.



**21.1–rasm.** Boshqarish obekti sifatida texnologik jarayon

**21.2–rasm.** Avtomatlashtirish tizimlarining struktura sxemalari:

a) – markazlashtirilmagan; b) – markazlashtirilgan bir

BTOning joriy holatini (21.1-rasm) quyidagi kattaliklar belgilaydi:

dastlabki mahsulotlar (xom ashyo yoki oldingi texnologik jarayon mahsuloti) va energetik oqimlarning sifati hamda miqdorini ifodalovchi kirish  $X_1, X_2, \dots, X_n$  kattaliklar;

qaralayotgan jarayonning holatini (harorat, sarf, bosim) va xossalarini (zichlik, qovushqoqlik, pH) ifodalovchi chiqish  $u_1, u_2, \dots, u_n$  kattaliklar;

$U_1, U_2, \dots, U_n$  rostlovchi ta'sirlar, ular yordamida texnologik rejim tutib turiladi.

BTO tahlili natijalari avtomatlashtirish tizimining samarali tuzilmasining aniq masalalarini aniqlashdir. Avtomatlashtirish tizimining eng oddiy tuzilmalari bir tenglamali markazlashtirilgan tizimlar bo'ladi (21.2-rasm, a). Bunday tizimlar texnologik jarayonlar (TJ) funksional bog'lanmagan yoki o'zaro kuchsiz bog'langan ishlab chiqarishlarda qo'llaniladi. Bu tizimlarda har bir uchastka uchun yoki ishlab chiqarish bo'linmasi uchun shaxsiy (individual) boshqarish punktlari (BP) yaratiladi, ular avtomatlashtirish uchun zarur barcha vositalar bilan jihozlanadi. Ularda quyidagi vazifalar hal qilinadi: texnologik kattaliklarni o'lchash va nazorat qilish, ularning chegara qiymatlari haqida signal berish, texnologik reglament bilan aniqlanadigan parametrlarni ushlab turish. Bu tizimlarda bir turdagi TJ lar uchun (masalan, isitish jarayoni uchun apparatura) rasmiylashtirish va qayta ishlanayotgan mahsulotning xossalaridagi farqqa qaramasdan avtomatlashtirish bo'yicha umumiy yechimlardan foydalaniladi. Avtomatlashtirish tizimini zarur va yetarlicha aniq ma'lumot bilan ta'minlovchi rostlanuvchi kattalikni va nazorat nuqtalarini to'g'ri tanlashdadir.

Hozirgi paytda ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish avtomatlashtirish tizimlarining jihozlanishining turli darajada bo'lishi bilan ifodalanadi. Texnologik boshqarish ob'ektlari – agregatlar, qurilmalar, ishlab chiqarish tizimlari va sexlari – markazlashgan avtomatlashtirish tizimlari bilan borgan sari ko'proq jihozlanmoqda (21.2-rasm, b). Bu tizimlardan markaziy boshqaruv pulti (MBP) ga ob'ekt to'g'risidagi barcha axborot chiqariladi. Markazlashtirilgan tizimlardan ishlab chiqarishlarda foydalanish tajribasi quyidagi ko'rinishdagi bir qator kamchiliklarni aniqladi: avtomatlashtirish tizimining ishlashi ishonchliligi MBP ida xatolarni tuzatish mumkin bo'lmaganligi tufayli pasaydi; MPB ni va aloqa liniyalarini texnik

jihozlashga ketadigan xarajatlar oshdi, bu MBP dagi barcha operativ axborotning to'planishiga bog'liq MBP da ta'mirlash va profilaktik ishlarni bajarish kunu-tun ishlovchi uzluksiz TJ li korxonalar uchun murakkablashdi.

Sanab o'tilgan kamchiliklar markazlashgan ikki sathli (ikki pog'onali) avtomatlashtirish tizimlarini ishlab chiqish uchun asos bo'ladi (21.2-rasm, c), ularda MBP markazlashmagan tizimlardagi kabi ana shu vazifalarni amalga oshiruvchi shaxsiy (individual) boshqarish punktlarini to'ldiradi. MBP da (yuqori daraja) BTO (boshqarishning texnologik ob'yektlari) haqidagi axborotga ishlov beriladi va BTO ning ayrim agregatlari ish rejimini o'zgartiruvchi komandalar shakllanadi.

Ko'pchilik zamonaviy korxonalarni kiritish mumkin bo'lgan murakkab ob'yektlarni markazlashgan avtomatlashtirish tizimlari MBPga kelayotgan katta hajmdagi axborotga ishlov berish va tahlil qilish uchun hisoblash texnikasi (HT) vositalaridan foydalanish darajasiga qarab keng tarqalmoqda. BTO haqidagi axborotning MBP da to'planishi undan ob'yektni optimal boshqarishni amalga oshirish uchun operativ foydalanishga imkon beradi, bu faqat texnologik qurilmaning unumdorligini va ishlab chiqarilayotgan maxsulotning sifatini oshirib hamda xomashyo isrofini kamaytiribgina qolmay, balki boshqaruvni yangicha tashkil etish – texnik iqtisodiy ko'rsatkichlarni operativ hisoblashni, ayrim ishlab chiqarish agregatlarining va umuman korxonaning ishini muvofiqlashtirishni ham ta'minlaydi. Tuzilish sxemasida avtomatlashtirish tizimlariga ega bo'lgan HT vositalari texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari deyiladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash bir va ikki bosqichda bajariladi. Ikki bosqichli loyihalashda texnikaviy loyiha (TL) tuzilib, ikkinchi bosqichda ishchi chizmalar (ICH) yaratiladi. Bir bosqichli loyihalashda ikkala bosqich birlashtirilgan bo'lib, buni texnik ishchi loyiha (TIL) deyiladi. Bir bosqichli loyihalash ancha qulaydir. Bu holda sodda ob'yektlarning avtomatlashgan tizimlari loyihalarini tuzish va murakkab bo'lmagan tipaviy loyihalarni joriy etish yoki iqtisodiy jihatdan tejimli individual loyihalarni qayta ishlatish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirish tizimlarini hisoblash mashinalarini ishlatib loyihalashtirishda, shuningdek, yangi o'zlashtirilmagan, yoki juda murakkab texnologiyali ishlab chiqarish, yoxud yangi uskunalar ishlatilgan ob'yektlarni avtomatlashtirishda yuqorida ko'rsatilgan loyihalashtirish bosqichlaridan avval ilmiy – tekshirish yoki tajriba – konstruktorlik ishlari amalga oshiriladi, ularning natijalaridan esa loyiha tuzishda foydalaniladi.

Texnikaviy loyihani yaratish jarayonida avtomatlashtirish tizimlarining hajmi, tuzish asoslari va ularni amalga oshiruvchi texnikaviy vositalarning komplekslarini tanlashni asoslab berish, shuningdek, avtomatlashtirish tizimlarining smeta narxlarini aniqlash lozim. Bundan tashqari, texnikaviy loyiha bosqichlarida texnologik jarayonlar va asosiy texnologik uskunalarning avtomatlashtirish shartlariga muvofiqlik masalalari ko'riladi va lozim topilsa, avtomatlashtirishga mos sharoit yaratish maqsadida ularni modernizasiyalash yoki qayta qurish uchun tadbirlar ko'riladi.

Ishchi chizmalarni yaratishda shchit va pultlarni tayyorlash, avtomatlashtirish vositalari va asboblarni tanlash hamda buyurtma, shuningdek, qurilish va montaj

ishlarini amalga oshirish uchun yetarli bo'lgan texnikaviy loyihaning vazifalari aniqlanadi va detallashtiriladi. Avtomatlashtirish tizimlari ishchi chizmalarining hajmi va tarkibi qurilish va montaj ishlarini zamonaviy usullarda amalga oshirish imkonini berishi va montaj maydonidan tashqarida tayyorlangan bloklardan foydalanishni qamrab olishi lozim.

Texnik loyihada quyidagi hujjatlar ishlab chiqiladi: texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish sxemalari, shchitlar, pulplar va HT vositalarini joylashtirish rejalari; avtomatlashtirish asboblari va vositalari, HT vositalari, shchitlar, pulplar, elektroapparatlar, montaj qilish buyumlari va boshqalarning buyurtma hujjatlari, tushuntirish xati.

Ishchi chizmalarni bajarish bosqichida qarorlar aniqlashtiriladi. Bu bosqichda nazorat, avtomatik rostlash, boshqarish, signalizatsiya va manbaning prinsipial elektr va pnevmatik sxemalari ishlab chiqiladi; shchit va pulplarining umumiy ko'rinishlari; shchit va pulplarining montaj qilish sxemalari; tashqi elektr va quvvurli o'tkazgichlarning sxemalari; asboblarning, avtomatlashtirish vositalarining, HT vositalarining, elektroapparatlarning, shchitlar va pulplarining, kabellar va o'tkazgichlarning, montaj qilish materiallari va buyumlarning buyurtma spetsifikatsiyalari ishlab chiqiladi.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimlarini loyihalashda loyiha hujjatlarining sifatini oshirish, ularning hajmini va muddatini qisqartirish uchun avtomatlashtirish sohasida ilg'or sanoat tajribalarini o'zida mujassamlashtirgan instruktiv va normativ materiallarga asoslanish, shuningdek, umumsanoat va tarmoq xarakteriga ega bo'lgan normativ materiallardan foydalanish kerak. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimlarining loyihalarini yaratishda tipaviy loyihalar, yechimlar, konstruksiyalar va shu kabilardan maksimal darajada foydalanish kerak.

Avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash murakkab va mehnat talab jarayon bo'lsa, unda ijodiy ish (muhandislik tahlili, yechimlar variantlarini tayyorlash) tipaviy loyihaviy yechimlardan foydalanish bilan qo'shib olib borilgani uchun ko'pchilik jamoalarning kuchi avtomatik loyihalash tizimlarini (ALT), avtomatlashtirish tizimlarini ishlab chiqish bilan bog'liq masalalarni hal etishga qaratilgan. Bunda ALT deganda loyihalashning turli bosqichlarida masalalarni bosqichma – bosqich hal etishni ta'minlovchi EHM – lar uchun hisoblash dasturlari to'plami tushuniladi. Bu ishlarni bajarishning birinchi bosqichi tarmoq loyiha tashkilotlarida tarmoqda foydalaniladigan avtomatlashtirishning texnik vositalari nomenklaturasini aks ettiruvchi axborot hisoblash bazasini yaratish hisoblanadi.

Hozirgi paytda avtomatlashtirish tizimlarini loyihalashning noijodiy qismi ma'lum darajada formalashtirilgan va zamonaviy HT vositalaridan foydalanib hal qilinmoqda, avtomatlashtirish elementlari va vositalarini hisoblash, AHV ni tahlil va sintez qilish, loyihalashning matn va chizma qismlarini rasmiylashtirish (bezash). Loyihalashni avtomatlashtirish, loyihaviy hujjatlarni ishlab chiqish muddatlarini kamaytiradi va uning sifatini oshiradi.

Fan–texnika taraqqiyotining jadallashuvi ommaviy ishlab chiqarish samaradorligining oshishi va mahsulot sifati yaxshilanishining hal qiluvchi shartidir. Yangi zamonaviy texnika va texnologiyani, ishlab chiqarishni boshqarishning samarali tizimlarini ishlab chiqish ko'rsatib o'tilgan vazifani hal etadi.

Shu bilan birga amaliyotning ko'rsatishicha, turli xil masalalarni hal etishda yangi texnika imkoniyatlari va samaradorligining o'sishi bilan bir vaqtda uni loyihalash va tayyorlashga sarflanadigan moddiy va vaqt xarajatlari ortadi. Ishlab chiqishlarning vaqt bo'yicha cho'zilib ketishi ularning tez eskirishiga olib keladi.

Yangi buyumlarni, mashinalarni, apparatlarni, texnologik jarayonlarni, asboblarni va avtomatlashtirish vositalarini, avtomatlashtirish tizimlarini tayyorlashda vaqt eng ko'p darajada qayerda yo'qotiladi? Loyihalash jarayonlarini qanday tezlashtirish kerak?

Loyihalash tajribasini tahlil qilish asosida shu narsa aniqlanganki, ko'p vaqt kutubxonalarda, arxivlarda, ilmiy–texnik axborot bo'limlarida, umumiy loyiha xonalarida texnik axborotni qidirishga, hisoblash va chizma ishlarini, chizma va konstruktorlik hujjatlarini rasmiylashtirish va tuzatish ishlariga sarflanadi.

U yoki bu turdagi ishning salmog'i o'zgarishi mumkin. Biroq, umuman noijodiy ishning umumiy hajmi juda katta. Ba'zan ilmiy – texnik axborotni izlashning o'ziga umumiy loyihalash vaqtining uchdan biri sarflanadi. Tabiiyki, bunday hol texnik axborotning qadrsizlanishiga olib keladi.

Mutaxassislarning sa'y – harakatlari, zamonaviy texnika yutuqlari yangi buyumlarni ishlab chiqish sur'atlarini fan–texnika yutuqlari sur'atlari bilan tenglashtirishga imkon berdi. Muammo avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarini (ALT) yaratish va joriy qilish yo'li bilan hal qilinmoqda. ALT loyihaviy mehnatni jadallashtiradi, uning ijodiy mazmunini chuqurlashtiradi.

ALT deb loyiha tashkilotlari bo'linmalari bilan o'zaro bog'langan va avtomatlashtirilgan yoki avtomatik loyihalashni bajaruvchi loyihalashni avtomatlashtirish vositalari majmuasidan iborat tashkiliy – texnik tizimga aytiladi.

ALT da loyihalash natijasi – loyihalash ob'yektini yaratish uchun zarur talablarni qondiruvchi ob'yektlarni va uning tarkibiy qismlarini loyihalashning hamma yoki ayrim bosqichlaridagi tugallangan loyihaviy qarorlar (yechimlar) majmuasidir.

ALT ni yaratish maqsadlari loyihalash ob'yektlarining samaradorligini oshirgan holda ularni yaratish va ishlatish xarajatlarini kamaytirish, muddatlarni qisqartirish, loyihalashga sarflanadigan mehnatni kamaytirish va loyihaviy hujjatlarning sifatini oshirish, ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini oshirishdan iborat.

Qo'yilgan maqsadga matematik usullarni va EHM ni qo'llash, loyihaviy ishlarni kompleks avtomatlashtirish, loyihalashni boshqarish sifatini oshirish, loyihalalanayotgan ob'yektlarning samarali matematik modellarini qo'llash, butlovchi buyumlar va materiallarni qo'llash, ko'p variantli loyihalash va optimallashtirish usullaridan foydalanish asosida loyihalash yo'li bilan erishiladi.

**ALT ni ta'minlash vositalari.** ALT ta'minot vositalari yig'indisi asosida amalga oshiriladi. Bunday vositalarga tashkiliy, uslubiy, matematik, lingvistik, dasturviy, informatsion va texnik tam'inot kiradi.

Tashkiliy ta'minot – loyiha tashkiloti va uning bo'linmalari tarkibini, ular orasidagi bog'lanishni, ularning vazifalarini, shuningdek loyihalash natijalarini ko'rsatish shaklini belgilovchi hujjatlar to'plamidir.

Uslubiy (metodik) ta'minot – ALT ta'minot vositalarini tanlab olish va ishlatish qoidalarini, tarkibini belgilovchi hujjatlar to'plami. Uslubiy ta'minot loyihalashni avtomatlashtirish bo'yicha ishlarni muvofiqlashtirishni belgilaydi.

Matematik ta'minot – matematik usullar, matematik modellar va loyihalash algoritmlari to'plami.

Lingvistik ta'minot – loyihalash tillari to'plami bo'lib, unga atamalar va ta'riflar, tabiiy tilni farmallashtirish qoidalari, ALT da matnlarni qisqartirish va kengaytirish uslublari kiradi.

Dasturviy ta'minot – amaliy dasturlar paketi (ADP) ko'rinishida rasmiylashtirilishi mumkin bo'lgan mashina dasturlari to'plami.

Informatsion ta'minot – LAS uchun talab qilinayotgan ma'lumotlar to'plami.

Texnik ta'minot – o'zaro bog'liq va o'zaro ta'sirlanuvchi texnik vositalar to'plami. ALT texnik ta'minoti dastavval EHM ni o'z ichiga oladi. ALTda EHM sifatida turli oiladagi (tipdagi) mashinalar foydalanilishi mumkin. EHM ning aniq turi ALT ierarxiyasidagi tegishli bo'linmaning darajasi bilan, shuningdek, hal qilinayotgan masalalar sinfi bilan belgilanadi.

EHM dan ALT da foydalanishning samaradorligi atrofdagi qurilmalarning tarkibi bilan belgilanadi. Tashqi (atrofdagi) qurilmalarni minimal EHM kompleksi qurilmalariga va maxsus qurilmalarga ajratish mumkin. Qurilmalarning birinchi guruhiga an'anaviy tashqi qurilmalar kiradi: magnit lentalaridagi, magnit diskalaridagi tashqi XQ (xotirlash qurilmalari); perfolenta va perfokartalardan kiritish – chiqarish qurilmalari; alfavit – raqamli bosish qurilmasi; perfolenta va perfokartalarda ma'lumotlarni tayyorlash qurilmalari.

Maxsus qurilmalarga ekranda matnli, raqamli va grafik axborotni aks etish uchun alfavit – raqamli va grafik displeylar, chizmachilik avtomatlari, dastlabki grafik materiallarni EHMga kiritish uchun grafik axborotni kodlash qurilmalari kiradi.

**ALT ning ishlash rejimlari.** Foydalanuvchi – loyihachi ALT bilan quyidagi ikki rejimdan birida o'zaro ta'sirlashishi mumkin: paketli yoki dialogli rejimda.

Paketli rejim – loyihalashning eng sodda rejimidir. Bu rejimda EHM barcha loyihaviy masalalarni avtomatik hal qiladi. Loyihachi EHMga dastur kiritishi va alfavitli – raqamli yozish qurilmasi (ARYOQ) da yoki graf yasovchida loyihalash natijalarini olish kerak. Biroq paketli rejim faqat loyihani ishlab chiqishning har daqiqasida dastur barcha zarur ishlarni nazarda tutgan holdagina qo'llanishi mumkin.

Dialogli rejim – loyihalash rejimi bo'lib, unda sikl davriy takrorlanadi: mashinaga vazifa berish, javob olish va javobni tahlil qilish. Dialogli rejimni samarali qo'llash uchun EHM reaksiyasining (aks ta'sirining) o'rtacha vaqti yetarlicha kichik bo'lishi zarur: sekundning ulushlaridan bir necha sekundgacha. Bu rejim loyihalashda barcha ishlarni oldindan pogramмага solib bo'lmagan holda qo'llaniladi. Loyihalashning bundan keyingi yo'nalishini bir qiymatli aniqlash mumkin bo'lmagan hollar yetarlicha tez-tez uchrab turadi. Bunday hollarda oldindan oraliq natijalarni tahlil qilish, qo'shimcha ma'lumotlarni aniqlash, yechimlarning mumkin bo'lgan variantlarini qarab chiqish, eng yaxshilarini tanlab olish va shundan keyingina loyihalashni davom ettirish zarur.

Insonning EHM bilan dialogli ishlashini samarali amalga oshirish loyihachining individual pultlarini yaratish tufayli mumkin bo'ldi, ular loyihachining avtomatlashtirilgan ish o'rinlari (AIO') deb ataldi. AIO' ning texnik vositalari tarkibiga mini yoki mikro EHM, alfavitli – raqamli va grafik axborotni aks ettirish qurilmasi, alfavitli – raqamli va grafik axborotni kiritish qurilmasi kiradi. AIO' markaziy hisoblash kompleksida (MHK) joylashgan yoki ALT ierarxiyasining keyingi sathida joylashgan yanada yirik EHM bilan aloqaga ega.

Alfavitli – raqamli va grafik axborotni aks ettirish qurilmalariga alfavitli – raqamli displey (ARD) va grafik displey (GD), chizmachilik avtomatlari (CHA) kiradi. ARD ekranlarida harflar, raqamlar, turli maxsus simvollaridan iborat matnli axborot aks etadi. Bu axborot loyihachiga loyihalash jarayonini tahlil qilish uchun va qaror qabul qilish uchun zarur bo'ladi.

CHA da ham matnli, ham grafik axborot rasmlar, chizmalar, grafiklar va hokazolar tarzida akslanadi. CHA da olinadigan axborot hujjatlashtiriladi, uni saqlash yoki konstruktorlik hujjatlari komplektiga kiritish mumkin.

EHMga alfavitli – raqamli axborotni kiritish uchun displeylarning klaviaturalari «Konsul-260» turidagi pultli yozuv mashinkalari qo'llaniladi. EHM ga amalda istagan murakkablikdagi grafik axborotni kiritish, grafik axborotni kodlash qurilmalari yordamida amalga oshiriladi.

### **NAZORAT SAVOLLARI**

1. Avtomatlashtirish loyihasining vazifasi nimadan iborat?
  2. Avtomatlashtirish tizimlarini loyihalash bosqichlari.
  3. Ishchi chizma nima?
  4. Texnologik ob'yektlarni avtomatlashtirish darajasini aniqlash.
  5. Prinsipial elektrik sxemalar.
- Prinsipial pnevmatik sxemalar.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. И.А. Каримов. Баркамол авлод – Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. – Т.: «Шарқ», 1997. - 63 б.
2. Н.Р. Юсупбеков, Б.И. Мухамедов, Ш.М. Ғуломов. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. Техника олий ўқув юртлари учун дарслик. - Т.: «Ўқитувчи», 1997. - 704 б.
3. Н.Р.Юсупбеков, Х.З.Игамбердиев, А. Маликов. Технологик жараёнларни автоматлаштириш асослари. - Т.: ТошДТУ, 2007. - 237 б.
4. А.А.Артиков, А.К.Мусаев, И.И.Юнусов. Технологик жараёнларни бошқариш тизими: Ўқув қўлланма. - Т.: ТКТИ, 2002.
5. Г.И.Лапшенков, Л. М.Полоский. Автоматизация производственных процессов химической промышленности. – М.: «Химия», 1991. -180 с.
6. Автоматическое управление в химической промышленности: - Учебник для вузов. под ред. Е.Г.Дудникова – М.: «Химия», 1987. - 358 с.
7. А.И.Емелянов и др. Проектирования автоматизированных систем управления технологическими просессами: – М.: «Машиностроение» , 1984. 155 с.
8. О.Ф.Шестихин и др. АСУ предприятиями нефтеперерабатывающей и нефтехимической промычленности: Учебное пособие. - Л.: «Химия», 1986. -200 с.
9. О.Е.Версхинин. Применение макропроцессоров для автоматизации технологических процессов. - Л.: «Энергоатомиздат», 1866. - 208 с.
10. Н.Г.Фарзане и др. Технологические измерение и приборы. М.: «Высшая школа», 1989. - 456 с.
11. Промышленные приборы и средства автоматизации: - Справочник. под ред. В.В. Шеренкова. - Л.: «Машиностроение», 1987. - 847 с.
12. М.В.Кулаков. Технологические измерения и приборы для химических производств. Учебник для вузов. 3-е изд. –М.: «Машиностроение», 1983. - 424 с.