

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
MAKTABGACHA VA MAKTAB TA’LIMI VAZIRLIGI
NAMANGAN DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI
Intellectual fanlar va axborot texnologiyalari kafedrası

**METROLOGIYA VA STANDARTLASHTIRISH
FANIDAN
O‘QUV-USLUBIY MAJMUA**

(ma’ruza matnlari, amaliy mashg‘ulotlar ishlanmalari, nazorat savollari, testlar va
topshiriqlar)

10011046 – Texnologiya fanini o‘qitish huquqini berish bo‘yicha kasbiy va
pedagogik qayta tayyorlash kursi tinglovchilari uchun
(ishlab chiqarishdan ajralgan va ajralmagan holda)

Fan/modul kodi: MvM

Jami: 40 soat (ma’ruza – 10 soat, amaliy mashg‘ulot – 30 soat)

Namangan – 2026

Mazkur o'quv-uslubiy majmua Namangan davlat pedagogika instituti Aniq va tabiiy fanlar fakulteti Kengashining 2026-yil "___" _____dagi ___-sonli yig'ilish bayoni bilan nashrga tavsiya etilgan.

Tuzuvchi:

A. Sayfitdinov – Namangan davlat pedagogika instituti "Intellectual fanlar va axborot texnologiyalari" kafedrasi dotsenti.

Taqrizchilar:

S.X. Abdullayev – p.f.d. (DSc), professor, Namangan davlat pedagogika instituti "Intellectual fanlar va axborot texnologiyalari" kafedrasi.

Sh. Xudoyqulov – t.f.f.d. (PhD), dotsent, Namangan davlat pedagogika instituti "Intellectual fanlar va axborot texnologiyalari" kafedrasi.

Annotatsiya. O'quv-uslubiy majmua "Metrologiya va standartlashtirish" fanining o'quv dasturi asosida tuzilgan bo'lib, 5 ta ma'ruza matni va 15 ta amaliy mashg'ulot ishlanmasidan iborat. Nazariy materiallar 48 ta sxema, chizma, diagramma va grafik bilan boyitilgan. Har bir mavzuda o'lchash natijalarini statistik qayta ishlash va noaniqlikni baholash, o'lchov plitkalari to'plamini tuzish, ISO 286 bo'yicha dopusk va o'tqazishlarni hisoblash, zazor va natyagning ehtimoliy taqsimoti, selektiv yig'ish, sinus-chizg'ich bilan burchakni o'lchash, uch sim usulida rezbaning o'rta diametrini aniqlash, shponka va shlitsli birikmalar, tishli g'ildirak umumiy normal uzunligi, kalibrlar va o'lchamlar zanjirini hisoblashga oid ishlangan sonli misollar keltirilgan. Har bir mavzu oxirida 5 ta nazorat savoli, javoblar kaliti bilan 5 ta test topshirig'i va 2 ta mustaqil topshiriq berilgan. Majmua mazmuni xalqaro ISO standartlari (ISO 286, ISO 1101, ISO 21920, ISO 9001), metrologiyada o'lchash noaniqligini ifodalash bo'yicha qo'llanma (GUM) va O'zbekiston Respublikasining amaldagi qonunlariga muvofiq tayyorlangan. Majmua qayta tayyorlash kursi tinglovchilari, pedagogika oliy ta'lim muassasalari talabalari va Texnologiya fani o'qituvchilari uchun mo'ljallangan.

MUNDARIJA

KIRISH.....	5
1-MA'RUZA. METROLOGIYA VA TEXNIK O'LCHASHLAR. DAVLAT STANDARTLASHTIRISH TIZIMI	8
2-MA'RUZA. STANDARTLASHTIRISHDA DAVLAT NAZORATI. O'ZARO ALMASHINUVCHANLIK. DOPUSK VA O'TQAZISHLAR TIZIMI	17
3-MA'RUZA. MASHINA DETALLARINING SHAKL VA JOYLASHUV OG'ISHLARI. SIRT G'ADIR-BUDURLIGI	24
4-MA'RUZA. SILLIQ SILINDRIK, PODSHIPNIK, KONUS VA REZBALI BIRIKMALAR DOPUSKLARI	30
5-MA'RUZA. TISHLI, SHPONKALI VA SHLITSLI BIRIKMALAR DOPUSKLARI. O'LCHAMLAR ZANJIRI. MAHSULOT SIFATI VA UNI BOSHQARISH.....	36
1-AMALIY MASHG'ULOT. O'LCHASH VOSITALARI VA USULLARI, O'LCHASHDAGI NOANIQLIK VA XATOLIQLAR.....	45
2-AMALIY MASHG'ULOT. UNIVERSAL HAMDA AVTOMATLASHTIRILGAN O'LCHASH USULLARI.....	49
3-AMALIY MASHG'ULOT. STANDARTLASHTIRISHDA QO'LLANILADIGAN UNIFIKATSIYA, AGREGATLASH VA TIPIZATSIYALASH USULLARI	53
4-AMALIY MASHG'ULOT. O'ZARO ALMASHINUVCHANLIK TUSHUNCHASI, UNING ASOSLARI VA VAZIFALARI.....	57
5-AMALIY MASHG'ULOT. O'ZARO ALMASHINUVCHANLIK TURLARI, ZAMONAVIY HOLATI VA ISTIQBOLLARI	61
6-AMALIY MASHG'ULOT. CHEKLI OG'ISHLAR, DOPUSK MAYDONI VA CHIZMALARDA ULARNI BELGILASH USULLARI	65
7-AMALIY MASHG'ULOT. O'TQAZISH TURLARI: ORALIQLI, TARANG VA O'TUVCHI O'TQAZISHLAR.....	69
8-AMALIY MASHG'ULOT. SHAKLDAN OG'ISHLAR HAMDA SIRT VA O'QLAR JOYLASHUVIGA DOIR DOPUSKLARNING CHIZMALARDA BELGILANISHI	72
9-AMALIY MASHG'ULOT. CHIZMALARDA SIRTLARNING G'ADIR- BUDURLIGINI BELGILASH USULLARI	76
10-AMALIY MASHG'ULOT. BURCHAKLARNI NAZORAT QILISHDA QO'LLANILADIGAN METODLAR VA VOSITALAR.....	79
11-AMALIY MASHG'ULOT. KONUSLARNI KALIBRLAR BILAN BILVOSITA NAZORAT QILISH USULLARI.....	83

12-AMALIY MASHG‘ULOT. REZBANING MUHIM PARAMETRLARINI NAZORAT QILISH VOSITALARI	87
13-AMALIY MASHG‘ULOT. SHPONKALI BIRIKMALARDA DOPUSK VA O‘TQAZISHLAR.....	91
14-AMALIY MASHG‘ULOT. SHLITSLI BIRIKMALARDA NAZORAT QILISH UCHUN KALIBRLAR	95
15-AMALIY MASHG‘ULOT. MAHSULOT SIFATINI NAZORAT QILUVCHI XALQARO TASHKILOTLAR VA XALQARO SIFAT MARKAZLARINING VAZIFALARI	99
MUSTAQIL TA’LIM MAVZULARI VA ULARNI BAJARISH BO‘YICHA KO‘RSATMALAR	103
BAHOLASH MEZONLARI.....	103
YAKUNIY NAZORAT SAVOLLARI.....	104
GLOSSARIY	105
ADABIYOTLAR	106

KIRISH

Har qanday buyum – oddiy vintdan tortib avtomobil dvigateligacha – minglab detallardan yig‘iladi. Bu detallar turli korxonalarda, turli dastgohlarda, ba’zan turli mamlakatlarda tayyorlanadi, ammo yig‘ishda bir-biriga moslab o‘tirmasdan, “o‘z joyiga” tushishi kerak. Buni ta’minlaydigan uch asos – **metrologiya** (o‘lchashlarning yagonaligi va aniqligi), **standartlashtirish** (yagona talab va me’yorlar) hamda **o‘zaro almashinuvchanlik** (dopusk va o‘tqazishlar tizimi) – ushbu fanning mazmunini tashkil etadi.

O‘zbekistonda bu sohani “Metrologiya to‘g‘risida”gi (O‘RQ-614, 2020-yil 7-aprel, yangi tahriri), “Standartlashtirish to‘g‘risida”gi (O‘RQ-800, 2022-yil 3-noyabr, yangi tahriri) va “Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi (O‘RQ-819, 2023-yil 28-fevral, yangi tahriri) qonunlar tartibga soladi. Mamlakat Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO) ning a’zosi bo‘lib, milliy standartlar tobora ko‘proq xalqaro standartlar bilan uyg‘unlashtirilmoqda.

Texnologiya fani o‘qituvchisi uchun bu fan ikki jihatdan muhim. Birinchidan, o‘qituvchi o‘quvchilarga shtangensirkul, mikrometr va chizg‘ich bilan to‘g‘ri o‘lchashni, chizmadagi “Ø20H7”, “Ra 3,2” kabi belgilarni o‘qishni, buyumni o‘lcham bo‘yicha nazorat qilishni o‘rgatadi. Ikkinchidan, maktab ustaxonasida tayyorlanadigan har bir buyum – bu kichik “ishlab chiqarish”, unda ham aniqlik, sifat va standart talablari amal qiladi. O‘quvchida aniqlik madaniyatini shakllantirish – muhandislik tafakkurining boshlanishi.

Majmuaning tuzilishi

Har bir ma’ruza quyidagi qismlardan iborat: reja va tayanch tushunchalar; rasmlar, sxemalar va jadvallar bilan boyitilgan nazariy ma’lumot; ishlangan sonli misollar; 5 ta nazorat savoli; 5 ta test topshirig‘i va javoblar kaliti; 2 ta mustaqil topshiriq. Amaliy mashg‘ulotlarda qo‘shimcha ravishda ishning maqsadi, jihozlar, namunaviy hisob, bajarish tartibi va individual variantlar berilgan.

Fanni o‘qitishdan kutilayotgan ta’lim natijalari

Fanni o‘zlashtirgan tinglovchi:

- texnik o‘lchashlar, o‘lchash vositalari va usullari, Davlat standartlashtirish tizimi, o‘zaro almashinuvchanlik turlari, dopusk va o‘tqazishlar, sirlarning g‘adir-budurligi, mahsulot sifati va uni boshqarish haqida **bilimga ega bo‘ladi (TN1)**;
- sertifikatlashtirish turlarini biladi, o‘lchash vositasini tanlay oladi va undan foydalanadi, dopusk va o‘tqazishlarni hisoblaydi hamda chizmada belgilaydi, xavfsizlik texnikasiga rioya qiladi (TN2);
- o‘lchash natijalarini qayta ishlash, dopusk va o‘tqazish jarayonlarini tahlil qilish, detallarni kalibr va universal vositalar bilan nazorat qilish **malakasiga ega bo‘ladi (TN3)**.

Mashg‘ulotlar taqsimoti

№	Mavzu	Turi	Soat
M1	Metrologiya va texnik o‘lchashlar. Davlat standartlashtirish tizimi	Ma’ruza	2
M2	Standartlashtirishda davlat nazorati. O‘zaro almashinuvchanlik. Dopusk va o‘tqazishlar	Ma’ruza	2
M3	Shakl va joylashuv og‘ishlari. Sirt g‘adir-budurligi	Ma’ruza	2
M4	Silliq silindrik, podshipnik, konus va rezbali birikmalar dopusklari	Ma’ruza	2
M5	Tishli, shponkali va shlitsli birikmalar. O‘lchamlar zanjiri. Mahsulot sifati	Ma’ruza	2
A1	O‘lchash vositalari va usullari, o‘lchashdagi noaniqlik va xatoliklar	Amaliy	2
A2	Universal hamda avtomatlashtirilgan o‘lchash usullari	Amaliy	2
A3	Unifikatsiya, agregatlash va tipizatsiyalash usullari	Amaliy	2
A4	O‘zaro almashinuvchanlik tushunchasi, asoslari va vazifalari	Amaliy	2
A5	O‘zaro almashinuvchanlik turlari, zamonaviy holati va istiqbollari	Amaliy	2
A6	Chekli og‘ishlar, dopusk maydoni va ularni chizmada belgilash	Amaliy	2
A7	O‘tqazish turlari: oraliqli, tarang va o‘tuvchi o‘tqazishlar	Amaliy	2
A8	Shakl va joylashuv dopusklarining chizmalarda belgilanishi	Amaliy	2
A9	Sirtlar g‘adir-budurligini chizmada belgilash	Amaliy	2
A10	Burchaklarni nazorat qilish metodlari va vositalari	Amaliy	2
A11	Konuslarni kalibrlar bilan nazorat qilish	Amaliy	2
A12	Rezbaning muhim parametrlarini nazorat qilish vositalari	Amaliy	2
A13	Shponkali birikmalarda dopusk va o‘tqazishlar	Amaliy	2
A14	Shlitsli birikmalarni nazorat qilish uchun kalibrlar	Amaliy	2
A15	Mahsulot sifatini nazorat qiluvchi xalqaro tashkilotlar	Amaliy	2
	Jami		40

O'lchash vositalari bilan ishlashda xavfsizlik va ehtiyotkorlik qoidalari

O'lchash asboblari – aniq mexanizmlar. Ular bilan ishlashda: o'lchanadigan detal to'xtagan (aylanmayotgan) va sovigan bo'lishi kerak – harakatdagi detalni o'lchash jarohatga va asbob sinishiga olib keladi; detal o'tkir qirralardan tozalanadi; mikrometr vinti faqat treshotka orqali buraladi; asboblar ishdan keyin artiladi, korroziyaga qarshi moy surtilib, g'ilofga solinadi; o'lchov plitkalari faqat qo'lqop yoki pinset bilan ushlanadi (qo'l issiqligi va teri yog'i ularni buzadi); aniq o'lchashlar (20 ± 2) °C haroratda o'tkaziladi. Elektron va optik asboblar (KO'M, profilometr) faqat o'qituvchi ruxsati bilan ishlatiladi.

1-MA'RUZA. METROLOGIYA VA TEXNIK O'LGHASHLAR. DAVLAT STANDARTLASHTIRISH TIZIMI

Reja:

- “Metrologiya va standartlashtirish” fanining mazmuni va mahsulot sifatini oshirishdagi roli.
- Metrologiyaning asosiy tushunchalari: kattalik, o'lchov birligi, o'lchash, SI tizimi.
- O'lchash turlari va usullari. O'lchash vositalari va ularning metrologik tavsiflari.
- O'lchash xatoliklari va noaniqligi.
- Universal va avtomatlashtirilgan o'lchash usullari.
- Davlat standartlashtirish tizimi. Standartlarning kategoriyalari va turlari. Unifikatsiya, agregatlash va tipizatsiyalash.

Tayanch tushunchalar: metrologiya, fizik kattalik, o'lchov birligi, SI, etalon, o'lchash, o'lchash vositasi, bo'linma qiymati, o'lchash diapazoni, xatolik, noaniqlik, aniqlik, standart, standartlashtirish, O'z MSt, afzal sonlar, unifikatsiya.

1.1. Fanning mazmuni va mahsulot sifatidagi roli

Metrologiya (yun. metron – o'lchov, logos – ta'limot) – o'lchashlar, ularning yagonaligini ta'minlash usullari va vositalari hamda talab etilgan aniqlikka erishish yo'llari haqidagi fan. **Standartlashtirish** – mavjud yoki bo'lishi mumkin bo'lgan masalalarga nisbatan umumiy va ko'p marta qo'llaniladigan qoidalarni belgilash orqali muayyan sohada eng maqbul tartiblashtirish darajasiga erishishga qaratilgan faoliyat. **O'zaro almashinuvchanlik** – mustaqil tayyorlangan detallar va uzellarning qo'shimcha ishlov berish yoki tanlovsiz yig'ilib, buyumning ish qobiliyatini ta'minlash xususiyati.

Uch yo'nalish bir-biri bilan chambarchas bog'liq: standart detal o'lchamiga dopusk belgilaydi, metrologiya o'sha o'lchamni ishonchli nazorat qilish imkonini beradi, o'zaro almashinuvchanlik esa ommaviy ishlab chiqarish va ta'mirlashni mumkin qiladi. Natijada mahsulot sifati oshadi, tannarx kamayadi, xalqaro savdo

osonlashadi. Masalan, Toshkentda ishlab chiqarilgan avtomobilga Yaponiyada tayyorlangan podshipnik hech qanday moslashsiz o'rnatiladi – chunki ikki tomon ham bir xil ISO standartiga amal qiladi.

1.2. Metrologiyaning asosiy tushunchalari

Fizik kattalik – ko'plab fizik ob'ektlar uchun sifat jihatdan umumiy, miqdor jihatdan esa har biri uchun alohida bo'lgan xossa (uzunlik, massa, harorat). **O'lchov birligi** – shartli ravishda son qiymati 1 ga teng deb qabul qilingan kattalik. Hozirgi kunda **Xalqaro birliklar tizimi (SI)** amal qiladi; uning 7 ta asosiy birligi bor: metr (m), kilogramm (kg), sekund (s), amper (A), kelvin (K), mol (mol), kandela (cd). 2019-yildan boshlab barcha asosiy birliklar fundamental fizik doimiylar orqali ta'riflanadi: masalan, metr – yorug'likning vakuumda $1/299\,792\,458$ sekundda bosib o'tadigan yo'li.

Mashinasozlikda chiziqli o'lchamlar millimetrda (mm), aniq o'lchamlar va chetlanishlar esa mikrometrda ($1\text{ mkm} = 0,001\text{ mm}$) ifodalanadi. Taqqoslash uchun: inson sochining diametri $\approx 60\text{--}80\text{ mkm}$, $\varnothing 40\text{ mm}$ podshipnik o'rni uchun dopusk esa 16 mkm – sochning to'rtidan biridan ham kichik.

O'lchash – texnik vosita yordamida fizik kattalikning qiymatini tajriba yo'li bilan topish. **O'lchashlar yagonaligi** – natijalar qonuniy birliklarda ifodalangan va xatoliklari ma'lum ehtimollik bilan berilgan holat. Yagonalik **etalonlar** tizimi orqali ta'minlanadi: davlat birlamchi etaloni → ikkilamchi (ishchi) etalonlar → namunaviy o'lchash vositalari → ishchi o'lchash vositalari. Har bir pog'ona yuqoridagisi bilan solishtirib tekshiriladi (qiyoslanadi). O'lchash natijasining shu zanjir orqali etalonga bog'lanishi **metrologik izchillik (kuzatuvchanlik)** deyiladi.

1.3. O'lchash turlari va usullari

O'lchashlar bir necha belgisiga ko'ra tasniflanadi (1-rasm).



1-rasm. O'lchashlarning tasnifi

- **Bevosita o'lchash** – kattalik qiymati asbobdan to'g'ridan-to'g'ri olinadi (valning diametrini mikrometr bilan o'lchash).
- **Bilvosita o'lchash** – izlanayotgan kattalik bevosita o'lchangan boshqa kattaliklar orqali formula bilan hisoblanadi (yoy radiusini vatar va balandlik orqali topish, rezba o'rta diametrini uch sim orqali aniqlash).
- **Absolyut usul** – asbob kattalikning to'liq qiymatini ko'rsatadi (shtangensirkul).
- **Nisbiy (taqqoslash) usuli** – asbob o'lchov (o'lchov plitkalari, etalon detal) bo'yicha nolga sozlanadi va faqat undan farq o'lchanadi (indikator, optimetr). Nisbiy usul ancha aniq, chunki asbob kichik diapazonda ishlaydi.
- **Kontaktli va kontaktsiz** (optik, lazerli, pnevmatik) usullar.
- **Element bo'yicha** (har bir parametr alohida: rezbaning d_2 , P , $\alpha/2$) va **kompleks** (barcha parametrlar birgalikda: rezbali kalibr bilan) nazorat.
- **Passiv nazorat** (tayyor detalni tekshirish) va **faol (aktiv) nazorat** (ishlov jarayonida o'lchab, dastgohni boshqarish).

1.4. O'lchash vositalari va metrologik tavsiflar

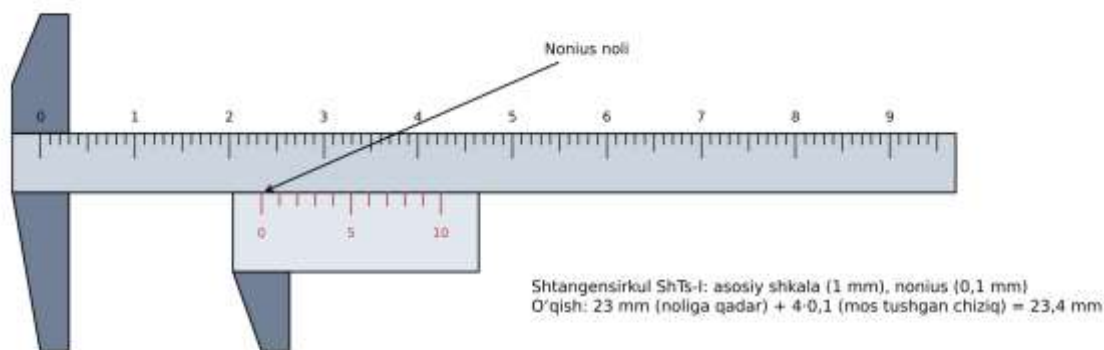
O'lchash vositalari: **o'lchovlar** (o'lchov plitkalari, toshlar, etalon halqalar), **o'lchash asboblari** (shtangensirkul, mikrometr, indikator), **o'lchash qurilmalari**

va tizimlari (koordinata o'lchash mashinasi, profilometr), **kalibrlar** (o'lchamni son bilan emas, "yaroqli/yaroqsiz" deb baholaydi).

Asosiy metrologik tavsiflar:

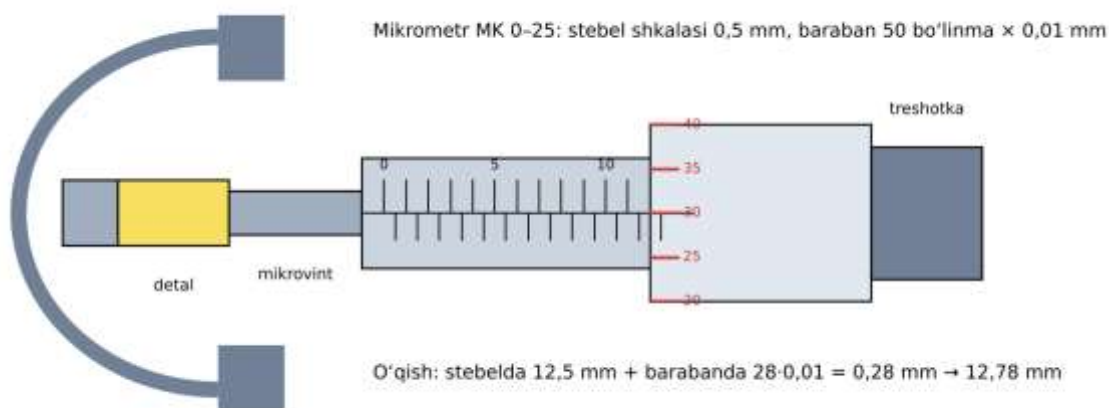
- **shkala bo'linmasi qiymati** – qo'shni ikki belgi orasidagi qiymat (shtangensirkul ShTs-I – 0,1 mm, mikrometr – 0,01 mm, indikator ICh – 0,01 mm, richagli skoba – 0,002 mm);
- **ko'rsatish diapazoni va o'lchash diapazoni** (mikrometr MK 0–25, 25–50 mm ...);
- **o'lchash kuchi** – uchlik detalga beradigan bosim (mikrometrda treshotka uni 5–10 N da ushlaydi);
- **asbobning yo'l qo'yiladigan xatoligi.**

Shtangensirkul noniusi (2-rasm). Nonius shkalasida 10 ta bo'linma asosiy shkalaning 19 mm iga to'g'ri keladi (modul 2), ya'ni har bir nonius bo'linmasi 1,9 mm; asosiy shkala bo'linmasi bilan farq 0,1 mm. O'qish qoidasi: butun millimetrlar nonius nolidan chapdagi asosiy shkala belgisi bo'yicha, ulushlar esa asosiy shkala belgisi bilan mos tushgan nonius belgisining tartib raqami $\times 0,1$ mm.



2-rasm. Shtangensirkul noniusi bo'yicha o'qish

Mikrometr (3-rasm) vint juftligi asosida ishlaydi: vint qadami 0,5 mm, baraban aylanasi 50 bo'linmaga bo'lingan, demak bitta bo'linma $0,5/50 = 0,01$ mm. O'qish: stebel shkalasidagi ochiq qolgan oxirgi belgi (0,5 mm aniqlikda) + baraban bo'linmalari $\times 0,01$ mm.



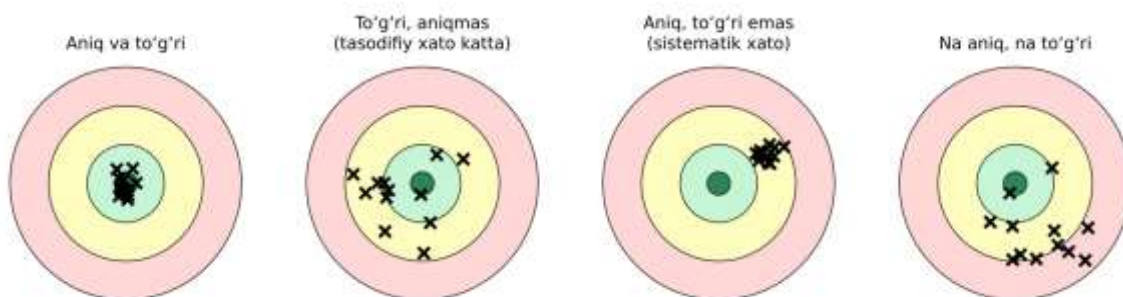
3-rasm. Mikrometr shkalasi bo'yicha o'qish

1.5. O'lchash xatoliklari va noaniqlik

Hech bir o'lchash mutlaq aniq bo'lmaydi. **O'lchash xatoligi** – o'lchash natijasining kattalikning haqiqiy qiymatidan farqi: $\Delta = x - Q$. Xatoliklar kelib chiqishi va xarakteriga ko'ra:

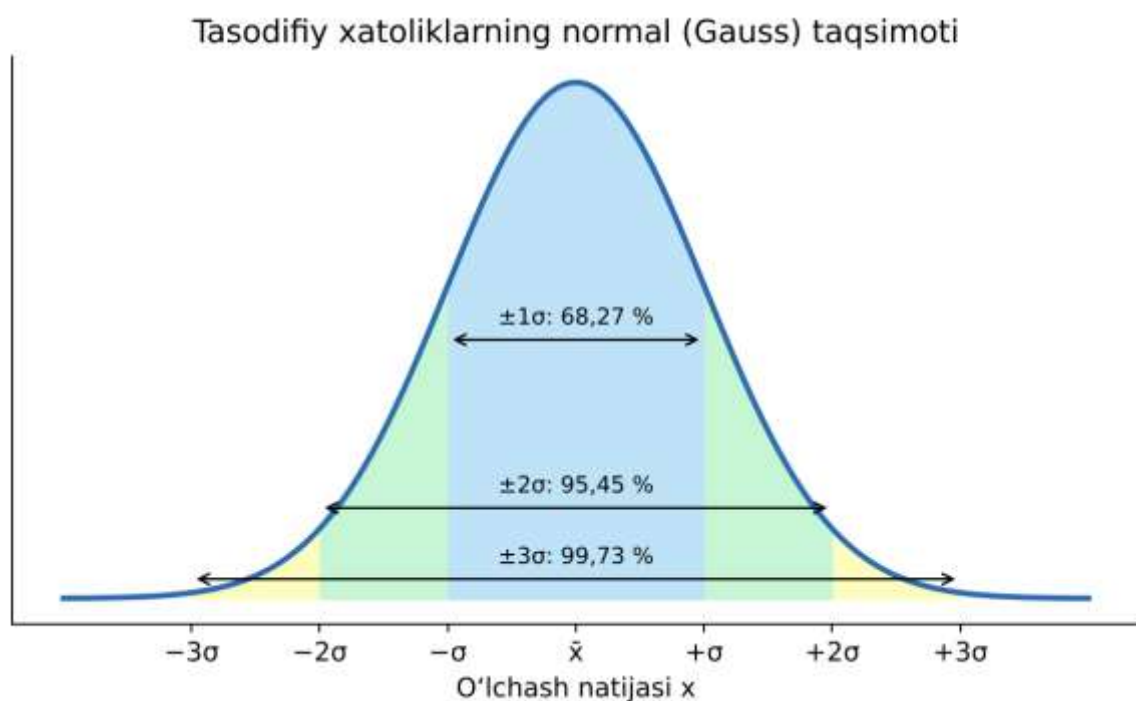
- **sistematik xatolik** – takroriy o'lchashlarda o'zgarmas qoladi yoki qonuniy o'zgaradi (asbob nolining siljishi, harorat ta'siri); uni aniqlab, tuzatma kiritish mumkin;
- **tasodifiy xatolik** – oldindan aytib bo'lmaydigan tarzda o'zgaradi (o'lchash kuchining tebranishi, kuzatuvchining ko'zi); uni ko'p marta o'lchab, statistik usullar bilan kamaytirish mumkin;
- **qo'pol xatolik (xato)** – keskin farq qiluvchi natija (noto'g'ri o'qish, detal noto'g'ri qo'yilgan); natijalardan chiqarib tashlanadi.

To'g'rilik sistematik xatolikning kichikligini, **aniqlik (pretsizionlik)** tasodifiy xatolikning kichikligini ifodalaydi (4-rasm). Yaxshi o'lchash ham to'g'ri, ham aniq bo'lishi kerak.



4-rasm. O'lchashning to'g'riligi va aniqligi (nishon misolida)

Tasodifiy xatoliklar ko‘pincha **normal (Gauss) taqsimot** qonuniga bo‘ysunadi (5-rasm): natijalarning 68,27 % i o‘rtacha qiymatdan $\pm\sigma$, 95,45 % i $\pm2\sigma$, 99,73 % i $\pm3\sigma$ oralig‘ida yotadi. Shuning uchun $\pm3\sigma$ amalda tasodifiy xatolikning chegarasi sifatida qabul qilinadi (“uch sigma qoidasi”).



5-rasm. Tasodifiy xatoliklarning normal taqsimoti

n ta takroriy o‘lchash natijalari quyidagicha qayta ishlanadi:

$$\bar{x} = \Sigma x_i / n; \quad s = \sqrt{[\Sigma (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)]}; \quad s(\bar{x}) = s / \sqrt{n}$$

Zamonaviy metrologiyada natija **o‘lchash noaniqligi** bilan beriladi (xalqaro GUM qo‘llanmasi). A turdagi noaniqlik statistik usulda ($u_A = s/\sqrt{n}$), B turdagi noaniqlik boshqa ma’lumotlar asosida (asbob pasportidagi chegaraviy xatolik $\pm a$ bo‘lsa, $u_B = a/\sqrt{3}$) baholanadi. Yig‘indi standart noaniqlik va kengaytirilgan noaniqlik:

$$u_c = \sqrt{(u_A^2 + u_B^2)}; \quad U = k \cdot u_c \quad (k = 2 \text{ da ishonch ehtimolligi } \approx 95 \%)$$

Natija: $x = \bar{x} \pm U$ shaklida yoziladi. To‘liq ishlangan misol 1-amaliy mashg‘ulotda keltirilgan.

O‘lchash vositasini tanlash qoidasi. O‘lchashning yo‘l qo‘yiladigan xatoligi δ nazorat qilinayotgan o‘lcham dopuskinging taxminan 20–35 % idan oshmasligi kerak. Masalan, Ø40H7 teshik uchun (dopusk 25 mkm) $\delta \approx 7$ mkm; bunga

shtangensirkul (± 50 mkm) to'g'ri kelmaydi, indikatorli nutromer (± 8 mkm) chegarada, richagli nutromer yoki pnevmatik asbob ($\pm 2-3$ mkm) mos keladi.

1.6. Universal va avtomatlashtirilgan o'lchash usullari

Universal vositalar – keng diapazondagi turli o'lchamlarni o'lchaydi: shtangen-asboblar (shtangensirkul, shtangenreysmas, shtangenchuqurlik o'lchagich), mikrometrik asboblar (mikrometr, mikrometrik nutromer, chuqurlik o'lchagich), indikatorli va richagli-mexanik asboblar, optik-mexanik asboblar (optimetr, uzunlik o'lchagich, asbobsozlik mikroskopi). Ular yakka va kichik seriyali ishlab chiqarishda, ta'mirlashda va o'quv ustaxonalarida asosiy hisoblanadi.

Avtomatlashtirilgan vositalar – ommaviy ishlab chiqarishda inson ishtirokisiz yoki minimal ishtirok bilan o'lchaydi: pnevmatik asboblar (havo sarfi yoki bosimi orqali, aniqligi $0,5-2$ mkm), induktiv va sig'imli datchiklar, lazerli skanerlar va interferometrlar, **koordinata o'lchash mashinalari (KO'M)**, nazorat-saralash avtomatlari, dastgohdagi faol nazorat qurilmalari (masalan, jilvirlashda o'lcham yetganda dastgohni avtomatik to'xtatadi). Raqamli vositalar natijani kompyuterga uzatadi va jarayonni statistik boshqarishga (SPC) imkon beradi.

1.7. Davlat standartlashtirish tizimi

Standartlashtirish ishlab chiqarishda takrorlanuvchi masalalarni bir marta, eng yaxshi tarzda hal qilib, natijani hammaga majburiy yoki tavsiyaviy qilib belgilaydi. Uning maqsadlari: mahsulot xavfsizligi, sifati, o'zaro almashinuvchanligi va mosligini ta'minlash; resurslarni tejash; savdodagi texnik to'siqlarni bartaraf etish.

O'zbekistonda milliy standartlashtirish tizimini Investitsiyalar, sanoat va savdo vazirligi huzuridagi Texnik jihatdan tartibga solish agentligi boshqaradi; tizimga O'zbekiston standartlar instituti, texnik qo'mitalar, davlat va xo'jalik boshqaruvi organlari kiradi (6-rasm).



6-rasm. O'zbekiston milliy standartlashtirish tizimining tuzilishi

Standartlashtirish bo'yicha hujjatlar:

- **milliy standartlar** (O'z MSt) – avval qabul qilingan O'z DSt standartlari ham milliy standart hisoblanadi;
- **davlatlararo standartlar** (GOST) – MDH mamlakatlarida qo'llaniladi;
- **xalqaro va mintaqaviy standartlar** (ISO, IEC va boshqalar) – milliy standart sifatida qabul qilinadi (masalan, O'z MSt ISO 9001);
- **tashkilot standartlari** va **texnik shartlar** (Ts) – korxona o'z mahsuloti uchun ishlab chiqadi;
- klassifikatorlar, qoidalar, tavsiyalar.

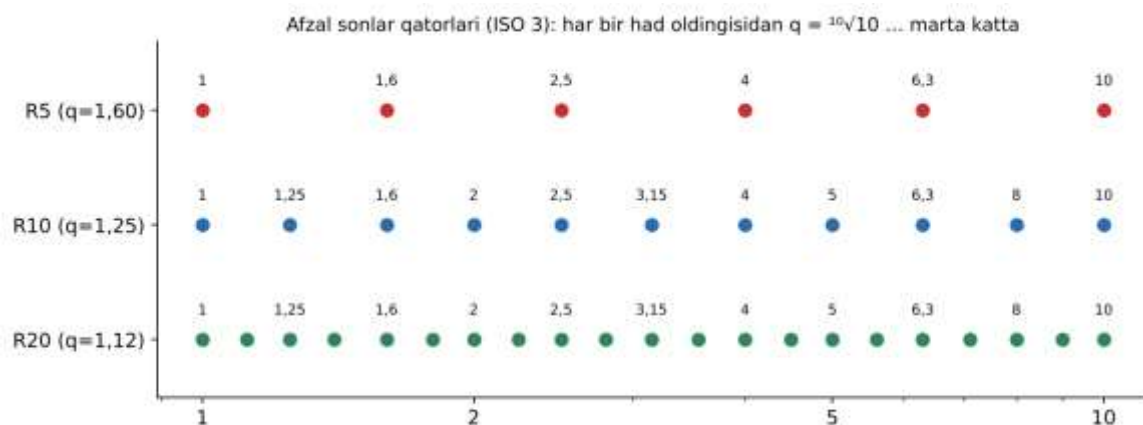
Standartlar ob'ektiga ko'ra turlarga bo'linadi: **asosiy** (atamalar, belgilar, umumiy qoidalar), **mahsulotga** (texnik talablar), **jarayonga** (texnologiya), **sinov va nazorat usullariga**, **xizmatlarga** oid standartlar.

Standartlashtirish va iqtisod. Standartlashtirish samarasi detallar nomenklaturasining qisqarishi, ishlab chiqarish seriyasining o'sishi, maxsus asbob va moslamalarga xarajatning kamayishi hisobiga yuzaga keladi. Seriya 10 marta oshganda bitta detal tannarxi odatda 2–4 marta kamayadi.

1.8. Standartlashtirish usullari

Afzal sonlar – parametr qiymatlarini tartibga solishning asosi (7-rasm). Ular geometrik progressiya bo'yicha tuzilgan Renar qatorlaridir (ISO 3): R5 qatorida maxraj $q = \sqrt[5]{10} \approx 1,6$, R10 da $\sqrt[10]{10} \approx 1,25$, R20 da $\sqrt[20]{10} \approx 1,12$, R40 da $\sqrt[40]{10} \approx$

1,06. Parametrlar (diametrlar, quvvatlar, sigʻimlar) shu qatorlardan tanlansa, ular oʻzaro muvofiqlashadi va tiplar soni minimal boʻladi.



7-rasm. Afzal sonlar qatorlari R5, R10, R20

- **Unifikatsiya** – bir xil vazifadagi buyumlar turlarini asoslangan holda kamaytirish (masalan, zavodda 46 xil bolt oʻrniga 18 xil boltni qoldirish).
- **Agregatlash** – mashinalarni standart, oʻzaro almashinuvchan uzellar (agregatlar) dan yigʻish (agregat stanoklar, modulli mebel).
- **Tipizatsiyalash** – eng koʻp uchraydigan konstruksiya yoki texnologik jarayon uchun namunaviy (tipaviy) yechimni ishlab chiqish (tipaviy texnologik jarayonlar, guruhli ishlov berish).
- **Simplifikatsiya** – ortiqcha turlarni oddiygina chiqarib tashlash; **kompleks va ilgʻorlovchi** standartlashtirish.

Bu usullar 3-amaliy mashgʻulotda batafsil koʻrib chiqiladi.

1.9. Ishlangan misollar

1-misol. Shtangensirkul boʻyicha oʻqish. Nonius noli asosiy shkalaning 37 va 38 mm belgilari orasida, noniusning 6-belgisi asosiy shkala belgisi bilan mos tushgan. Natija: $37 + 6 \cdot 0,1 = 37,6$ mm.

2-misol. Mikrometr boʻyicha oʻqish. Stebelda 18 mm belgisi va undan keyingi pastki (yarim millimetr) belgisi koʻrinib turibdi, baraban 32-boʻlinmada. Natija: $18 + 0,5 + 32 \cdot 0,01 = 18,82$ mm.

3-misol. Oʻlchash vositasini tanlash. Ø25h8 val (dopusk 33 mkm) nazorat qilinadi. Ruxsat etilgan xatolik $\delta \approx 0,3 \cdot 33 \approx 10$ mkm. Shtangensirkul ShTs-I (± 50

mkm) – yaroqsiz; mikrometr MK 0–25 (± 4 mkm) – mos keladi; richagli skoba (± 2 mkm) – ortiqcha aniq, lekin ommaviy nazoratda unumli.

4-misol. Afzal sonlar. Nasoslar qatori unumdorligini R10 qatorida 10 dan 100 l/min gacha tanlash: 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100 l/min – 11 ta tip. Agar R5 qatori olinsa: 10; 16; 25; 40; 63; 100 – 6 ta tip; bunda nomenklatura qisqaradi, ammo iste'molchi ehtiyojiga moslik pasayadi (qo'shni tiplar orasidagi farq 60 %).

Nazorat savollari

1. Metrologiya, standartlashtirish va o'zaro almashinuvchanlik qanday o'zaro bog'langan?
2. SI tizimining asosiy birliklarini sanang. O'lchashlar yagonaligi qanday ta'minlanadi?
3. Bevosita va bilvosita, absolyut va nisbiy o'lchash usullariga misollar keltiring.
4. Sistematik, tasodifiy va qo'pol xatoliklarning farqi nimada? "Uch sigma qoidasi"ni tushuntiring.
5. O'zbekistonda standartlashtirish bo'yicha hujjatlarning qanday toifalari mavjud?

Test topshiriqlari

1. Mikrometr barabanining bitta bo'linmasi qiymati qancha?
A) 0,1 mm
B) 0,05 mm
C) 0,01 mm
D) 0,001 mm
2. Etalon detal bo'yicha nolga sozlangan indikator bilan o'lchash qaysi usulga kiradi?
A) absolyut
B) nisbiy (taqqoslash)
C) bilvosita
D) kontaktsiz
3. Normal taqsimotda natijalarning qancha qismi $\pm 3\sigma$ oralig'ida yotadi?

- A) 68,27 %
- B) 95,45 %
- C) 99,73 %
- D) 100 %

4. R10 afzal sonlar qatorining maxraji taxminan qancha?

- A) 1,06
- B) 1,12
- C) 1,25
- D) 1,6

5. Mavjud tiplar sonini asoslangan holda kamaytirish qanday ataladi?

- A) unifikatsiya
- B) agregatlash
- C) sertifikatlash
- D) kalibrlash

KALIT: 1–C; 2–B; 3–C; 4–C; 5–A

Mustaqil topshiriqlar

1. Ustaxonadagi shtangensirkul va mikrometr bilan bitta detalning (masalan, Ø20 mm atrofidagi val) diametrini 5 martadan oʻlchang. Ikkala asbob natijalarining oʻrtacha qiymati va s ni hisoblab, qaysi asbob qaysi dopuskdagi oʻlchamlarni nazorat qilishga yaroqli ekanini asoslang.

2. Uyingizdagi 5 ta buyum (lampochka cokoli, batareya, qogʻoz formati, quvur rezbasi, USB ulagich) qaysi standartlar bilan meʼyorlanganini aniqlang va standartlashtirish boʻlmaganda qanday muammolar kelib chiqishini qisqacha yozing.

2-MA'RUZA. STANDARTLASHTIRISHDA DAVLAT NAZORATI. O'ZARO ALMASHINUVCHANLIK. DOPUSK VA O'TQAZISHLAR TIZIMI

Reja:

- Standartlashtirishda davlat nazorati. Korxonalarda standartlashtirish ishlari. Kompleks va ilg'orlovchi standartlashtirish.
- O'zaro almashinuvchanlik tushunchasi, turlari va vazifalari.
- O'lchamlar, chetlanishlar va dopusklar. Dopusk maydoni va uning chizmada belgilanishi.
- Dopusk birligi va kvalitetlar. Xalqaro dopusk tizimi (ISO 286).
- Teshik va val sistemalari. O'tqazish turlari.

Tayanch tushunchalar: davlat nazorati, o'zaro almashinuvchanlik, nominal o'lcham, haqiqiy o'lcham, chekli o'lchamlar, yuqori va pastki chetlanish, dopusk, dopusk maydoni, nol chizig'i, asosiy chetlanish, kvalitet, dopusk birligi, teshik sistemasi, val sistemasi, zazor, natyag, o'tqazish.

2.1. Standartlashtirishda davlat nazorati

Davlat nazorati standartlar va texnik reglamentlarning majburiy talablariga rioya etilishini ta'minlaydi. U mahsulotni ishlab chiqarish, sotish va import qilish bosqichlarida amalga oshiriladi va asosan **inson hayoti va sog'lig'i, mol-mulk, atrof-muhit xavfsizligi**, iste'molchilarni chalg'itishning oldini olishga qaratilgan. "Standartlashtirish to'g'risida"gi qonunga ko'ra majburiy talablarni buzgan ishlab chiqaruvchi va import qiluvchilarga sotilgan mahsulot qiymatining 50 % igacha, takroriy holatda 100 % igacha jarima qo'llanilishi mumkin.

Korxonalarda standartlashtirish ishlari. Korxona standartlashtirish bo'limi (yoki mas'ul xodimi) mahsulot uchun texnik shartlar va tashkilot standartlarini ishlab chiqadi, chizmalar va texnologik hujjatlarni standartlarga muvofiqligini tekshiradi (**normativ nazorat**), standart va unifikatsiyalangan detallarni qo'llashni tashkil qiladi, standartlar fondini yuritadi.

Yondashuvlar:

- **sohalararo standartlashtirish** – bir necha tarmoqda qo‘llaniladigan ob‘ektlar uchun yagona talablar (mahkamlash detallari, podshipniklar, rezbalar);
- **kompleks standartlashtirish** – tayyor mahsulot, uning qismlari, materiallari, xom ashyosi va jarayonlariga o‘zaro bog‘langan talablarni bir vaqtda belgilash (masalan, avtomobil + shina + g‘ildirak gardishi + ventil standartlari bir tizim sifatida);
- **ilg‘orlovchi (ketma-ket) standartlashtirish** – talablarni hozirgi emas, balki istiqboldagi texnika darajasiga moslab, bosqichma-bosqich oshirib borish.

2.2. O‘zaro almashinuvchanlik

O‘zaro almashinuvchanlik ommaviy va seriyali ishlab chiqarishning, kooperatsiyaning va ta‘mirlashning asosidir. Uning vazifalari: detallarni yig‘ishni moslashsiz va tez bajarish; ehtiyot qismlar bilan ta‘mirlash; turli korxonalar o‘rtasida kooperatsiya; yig‘ishni avtomatlashtirish.

Turlari (batafsil – 4- va 5-amaliy mashg‘ulotlarda):

- **to‘liq** – har qanday detal tanlovsiz va moslashsiz yig‘iladi;
- **to‘liqmas (cheklangan)** – guruhlariga ajratish (selektiv yig‘ish), rostlash yoki moslash talab etiladi;
- **tashqi** – uzelnining chiqish (ulanish) o‘lchamlari bo‘yicha (podshipnikning tashqi diametri va teshigi);
- **ichki** – uzul ichidagi detallar bo‘yicha (podshipnik sharchalari va halqalari);
- **funksional** – ekspluatatsion ko‘rsatkichlar bo‘yicha (quvvat, unumdorlik, chidamlilik).

Detal o‘lchamini mutlaq aniq tayyorlab bo‘lmaydi, buning ustiga bunga ehtiyoj ham yo‘q. Shuning uchun o‘zaro almashinuvchanlik detal o‘lchamlariga **dopusk** – ruxsat etilgan farq belgilash orqali ta‘minlanadi.

2.3. O'lchamlar, chetlanishlar va dopusklar

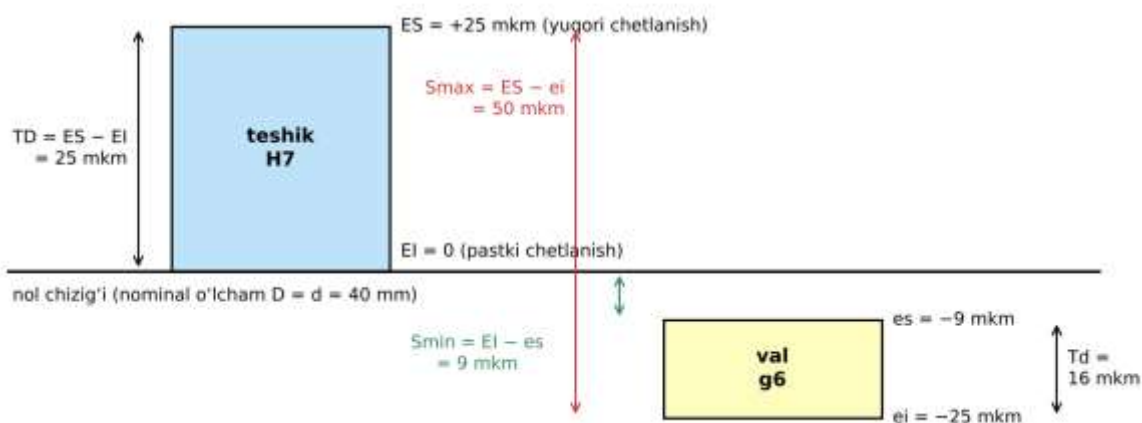
Asosiy atamalar (8-rasm):

- **nominal o'lcham** (D – teshik, d – val) – konstruktor hisob yoki tanlov asosida belgilagan, chetlanishlar hisoblanadigan o'lcham;
- **haqiqiy o'lcham** – yo'l qo'yiladigan xatolik bilan o'lchab topilgan o'lcham;
- **chekli o'lchamlar** – haqiqiy o'lcham yotishi mumkin bo'lgan eng katta (D_{max} , d_{max}) va eng kichik (D_{min} , d_{min}) o'lchamlar;
- **yuqori chetlanish** (ES – teshik, es – val) va **pastki chetlanish** (EI , ei) – chekli o'lcham va nominal o'lcham ayirmasi;
- **dopusk** – eng katta va eng kichik chekli o'lchamlar ayirmasi (har doim musbat):

$$TD = D_{max} - D_{min} = ES - EI; \quad Td = d_{max} - d_{min} = es - ei$$

- **nol chizig'i** – nominal o'lchamga mos keluvchi chiziq; dopusk maydonlari sxemasida undan yuqorida musbat, pastda manfiy chetlanishlar qo'yiladi;
- **dopusk maydoni** – yuqori va pastki chetlanishlar bilan chegaralangan soha.

Ø40 H7/g6 o'tqazishning dopusk maydonlari sxemasi (+ yuqoriga, – pastga, mkm)



8-rasm. Ø40 H7/g6 o'tqazishning dopusk maydonlari sxemasi va asosiy atamalar

Chetlanishlar chizmada nominal o'lchamdan keyin yoziladi: Ø40 (+0,025) (yuqori chetlanish +0,025, pastki 0), Ø40 (−0,009/−0,025) yoki shartli belgi bilan Ø40H7, Ø40g6. Belgilash usullari 6-amaliy mashg'ulotda ko'riladi.

2.4. Dopusk birligi va kvalitetlar

Bir xil aniqlik bilan tayyorlashda kattaroq detalga kattaroq xatolik to'g'ri keladi. Bu bog'lanish **dopusk birligi** i bilan ifodalanadi (500 mm gacha o'lchamlar uchun):

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D, \text{ mkm}$$

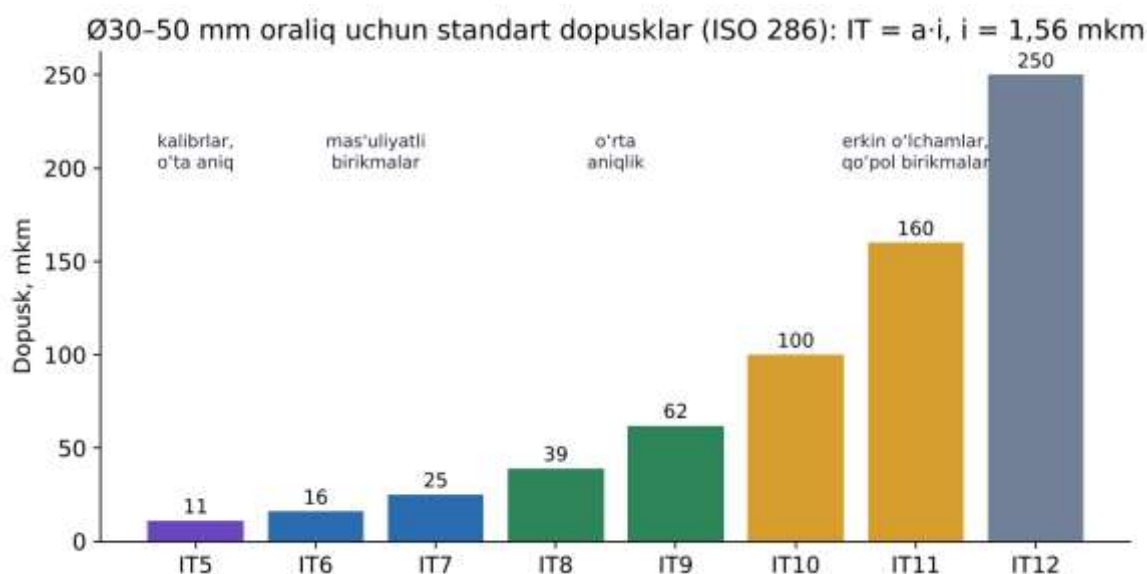
bu yerda D – o'lchamlar intervali chegaralarining o'rta geometrik qiymati, mm. **Kvalitet** – barcha nominal o'lchamlar uchun bir xil aniqlik darajasiga mos keluvchi dopusklar to'plami. ISO 286 da 20 ta kvalitet bor: IT01, IT0, IT1, ..., IT18. Dopusk IT = a · i, bu yerda a – kvalitet koeffitsiyenti: IT5 – 7, IT6 – 10, IT7 – 16, IT8 – 25, IT9 – 40, IT10 – 64, IT11 – 100, IT12 – 160 (IT5 dan boshlab har 5 kvalitetda 10 marta oshadi – R5 qatori).

Misol. 30–50 mm oralig'i uchun $D = \sqrt{(30 \cdot 50)} = 38,73 \text{ mm}$:

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{38,73} + 0,001 \cdot 38,73 = 0,45 \cdot 3,383 + 0,039 = 1,522 + 0,039 = 1,561 \text{ mkm}$$

$$IT7 = 16 \cdot 1,561 = 25 \text{ mkm}; \quad IT6 = 10 \cdot 1,561 = 15,6 \approx 16 \text{ mkm}; \quad IT11 = 100 \cdot 1,561 = 156 \approx 160 \text{ mkm}$$

Standart jadvaldagi qiymatlar yaxlitlangan (9-rasm).

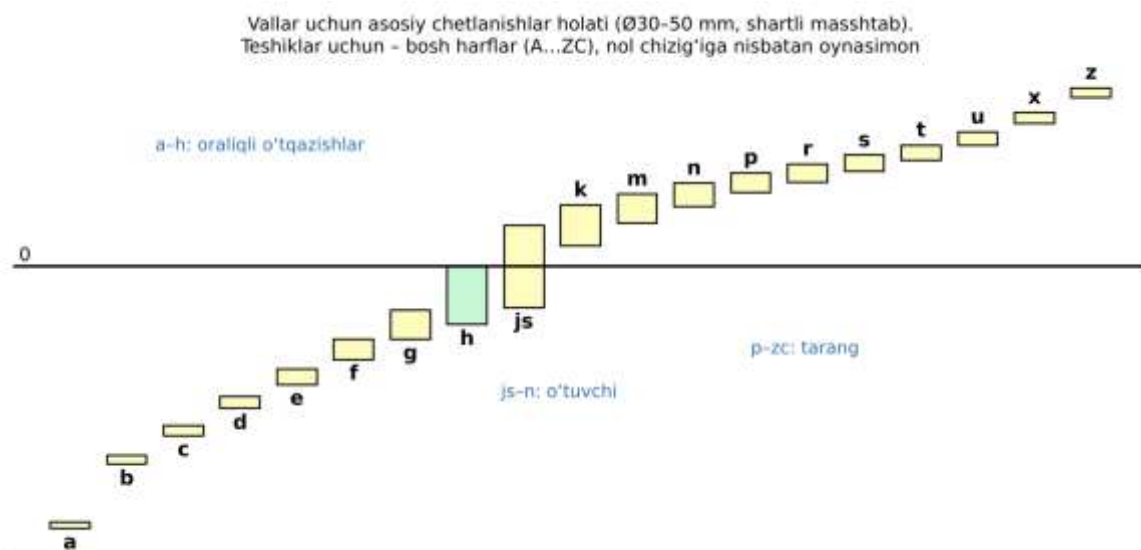


9-rasm. Ø30–50 mm oraliq uchun standart dopusklar va kvalitetlarning qo'llanilishi

Kvalitetlarning qo'llanilishi: IT01–IT4 – o'lchov plitkalari va kalibrlar; IT5–IT7 – mas'uliyatli birikmalar (podshipnik o'rinlari, dvigatel porshen barmog'i); IT8–IT10 – o'rta aniqlikdagi birikmalar; IT11–IT13 – qo'pol birikmalar va erkin o'lchamlar; IT14–IT18 – birikmaga kirmaydigan o'lchamlar, quyma va shtampovkalar.

2.5. Asosiy chetlanishlar, teshik va val sistemalari

Dopusk maydonining nol chizig'iga nisbatan holati **asosiy chetlanish** bilan belgilanadi – nol chizig'iga eng yaqin chetlanish. Teshiklar uchun bosh harflar (A, B, C, ..., H, JS, K, M, N, P, ..., ZC), vallar uchun kichik harflar (a, ..., h, js, k, ..., zc) ishlatiladi (10-rasm). H teshikning pastki chetlanishi $EI = 0$, h valning yuqori chetlanishi $es = 0$.



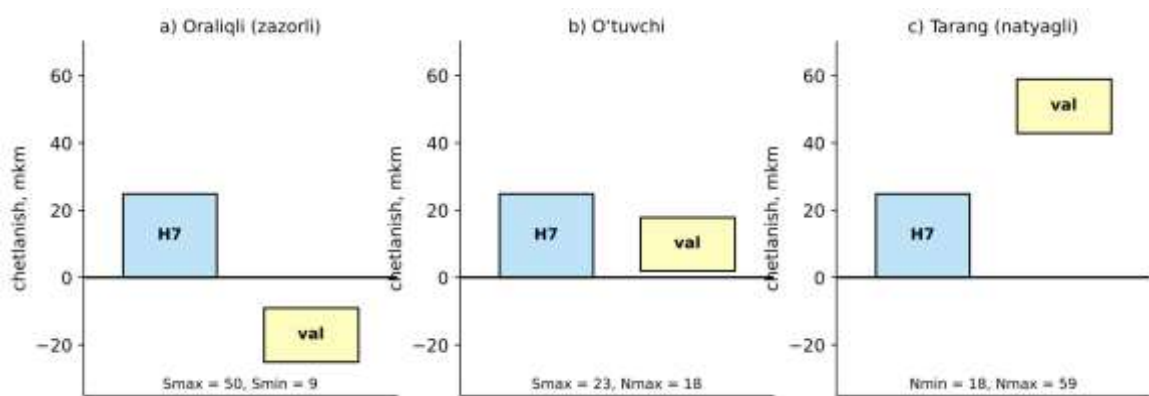
10-rasm. Vallar uchun asosiy chetlanishlarning joylashuvi

Dopusk maydoni asosiy chetlanish harfi va kvalitet raqami bilan belgilanadi: H7, g6, k6, s7.

Teshik sistemasi – barcha o'tqazishlarda teshik dopusk maydoni o'zgaras (H), turli o'tqazishlar valning dopusk maydonini o'zgartirish bilan olinadi. **Val sistemasi** – val o'zgaras (h), teshik o'zgaradi. Mashinasozlikda asosan **teshik sistemasi** qo'llaniladi, chunki teshikka ishlov berish uchun o'lchamli asboblari (razvertka, protyajka) va kalibrlar kerak – teshik o'lchamlari qancha kam bo'lsa, asboblari soni shuncha kam. Val sistemasi kalibrlangan prokatdan detal tayyorlashda, podshipnik tashqi halqasi bilan korpus birikmasida, bitta valga turli o'tqazishdagi bir nechta detal o'rnatilganda qo'llaniladi.

2.6. O'tqazish turlari

O'tqazish – yig'ishgacha bo'lgan o'lchamlari farqi bilan aniqlanadigan detallar birikish xarakteri. Uch turi mavjud (11-rasm):



11-rasm. O'tqazish turlari: a – oraliqli; b – o'tuvchi; c – tarang (Ø40 teshik sistemasida)

- **Oraliqli (zazorli)** – birikmada har doim zazor (S) bo'ladi, teshik dopusk maydoni val maydonidan yuqorida joylashadi:

$$S_{max} = ES - ei; \quad S_{min} = EI - es; \quad TS = S_{max} - S_{min} = TD + Td$$

- **Tarang (natyagli)** – har doim natyag (N) bo'ladi, val maydoni teshik maydonidan yuqorida:

$$N_{max} = es - EI; \quad N_{min} = ei - ES; \quad TN = N_{max} - N_{min} = TD + Td$$

- **O'tuvchi** – maydonlar qisman qoplanadi, birikmada ham zazor, ham natyag bo'lishi mumkin:

$$S_{max} = ES - ei; \quad N_{max} = es - EI$$

O'tqazish chizmada kasr ko'rinishida yoziladi: Ø40 H7/g6 (surati – teshik, maxraji – val).

Afzal o'tqazishlar (teshik sistemasida): H7/f7 – erkin aylanuvchi (sirpanish podshipniklari); H7/g6 – aniq siljuvchi (tishli g'ildiraklar, shpindel vtulkalari); H7/h6 – siljuvchi, markazlashtiruvchi; H7/js6 va H7/k6 – o'tuvchi, aniq markazlashgan, ajratiladigan (shkivlar, g'ildiraklar shponka bilan); H7/n6 – zich o'tuvchi; H7/p6 – yengil presslangan; H7/r6, H7/s6 – presslangan, momentni natyag hisobiga uzatadi (vtulkalar, tishli g'ildirak gardishi).

2.7. Ishlangan misollar

1-misol. Ø40 H7/g6 o'tqazishni hisoblash. ISO 286 jadvallaridan: H7 – ES = +25, EI = 0 mkm; g6 – es = -9, ei = -25 mkm.

$$D_{max} = 40,025 \text{ mm}; \quad D_{min} = 40,000 \text{ mm}; \quad TD = 25 \text{ mkm}$$

$$d_{max} = 39,991 \text{ mm}; d_{min} = 39,975 \text{ mm}; Td = 16 \text{ mkm}$$

$$S_{max} = ES - ei = 25 - (-25) = 50 \text{ mkm}; S_{min} = EI - es = 0 - (-9) = 9 \text{ mkm}$$

$$TS = 50 - 9 = 41 \text{ mkm} = TD + Td = 25 + 16 \checkmark$$

Xulosa: oraliqli o'tqazish, kafolatlangan minimal zazor 9 mkm.

2-misol. Ø40 H7/k6. k6: es = +18, ei = +2 mkm.

$$S_{max} = 25 - 2 = 23 \text{ mkm}; N_{max} = 18 - 0 = 18 \text{ mkm}$$

O'tuvchi o'tqazish: detallar juftiga qarab zazor (23 mkm gacha) yoki natyag (18 mkm gacha) bo'ladi.

3-misol. Ø40 H7/s6. s6: es = +59, ei = +43 mkm.

$$N_{max} = 59 - 0 = 59 \text{ mkm}; N_{min} = 43 - 25 = 18 \text{ mkm}$$

Tarang o'tqazish: har qanday juftida kamida 18 mkm natyag kafolatlangan.

Nazorat savollari

1. Standartlashtirishda davlat nazorati nimaga qaratilgan? Korxonada normativ nazorat qanday o'tkaziladi?
2. Kompleks va ilg'orlovchi standartlashtirishga misollar keltiring.
3. Nominal, haqiqiy va chekli o'lchamlar, chetlanishlar va dopusk tushunchalarini ta'riflang.
4. Kvalitet va dopusk birligi nima? Nima uchun dopusk o'lcham oshishi bilan ortadi?
5. Teshik sistemasining val sistemasiga nisbatan afzalligi nimada? Val sistemasi qachon qo'llaniladi?

Test topshiriqlari

1. Dopusk qanday aniqlanadi?
 - A) $TD = ES + EI$
 - B) $TD = ES - EI$
 - C) $TD = D_{max} + D_{min}$
 - D) $TD = D - D_{min}$
2. Teshik sistemasida qaysi dopusk maydoni o'zgaras bo'ladi?
 - A) h
 - B) H

C) js

D) k

3. $\varnothing 40$ H7 (0...+25) va f7 (−25...−50) uchun S_{max} qancha?

A) 25 mkm

B) 50 mkm

C) 75 mkm

D) 0

4. Qaysi oʻtqazish tarang oʻtqazishga kiradi?

A) H7/g6

B) H7/h6

C) H7/k6

D) H7/s6

5. IT7 kvalitet koeffitsiyenti a qancha?

A) 10

B) 16

C) 25

D) 40

KALIT: 1–B; 2–B; 3–C; 4–D; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. $\varnothing 25$ mm (18–30 mm oraliq, $i = 1,31$ mkm) uchun IT6, IT7, IT8, IT9 dopusklarini formuladan hisoblang va ISO 286 jadvalidagi qiymatlar (13, 21, 33, 52 mkm) bilan taqqoslang.

2. $\varnothing 50$ H7/g6, $\varnothing 50$ H7/k6, $\varnothing 50$ H7/p6 oʻtqazishlari uchun (H7: 0...+25; g6: −9...−25; k6: +2...+18; p6: +26...+42 mkm) chekli oʻlchamlar, zazor va natyaglarni hisoblang, dopusk maydonlari sxemasini chizing va har bir oʻtqazishga amaliy misol keltiring.

3-MA'RUZA. MASHINA DETALLARINING SHAKL VA JOYLASHUV OG'ISHLARI. SIRT G'ADIR-BUDURLIGI

Reja:

- Geometrik parametrlar aniqligi: o'lcham, shakl, joylashuv, to'liqinsimonlik, g'adir-budurlik.
- Shakldan og'ishlar va ularning dopusklari.
- Sirtlar va o'qlar joylashuvidan og'ishlar. Yig'indi og'ishlar.
- Shakl va joylashuv dopusklarining chizmada belgilanishi (ISO 1101).
- Sirt g'adir-budurligi, uning parametrlari, o'lchash usullari va chizmada belgilanishi.

Tayanch tushunchalar: nominal va real sirt, qo'shni sirt, shakl og'ishi, joylashuv og'ishi, baza, tekislik, to'g'ri chiziqlilik, doiraviylik, silindrilik, parallellik, perpendikulyarlik, soosnoslik, tepish, g'adir-budurlik, Ra, Rz, baza uzunligi, profilometr.

3.1. Geometrik aniqlik tarkibi

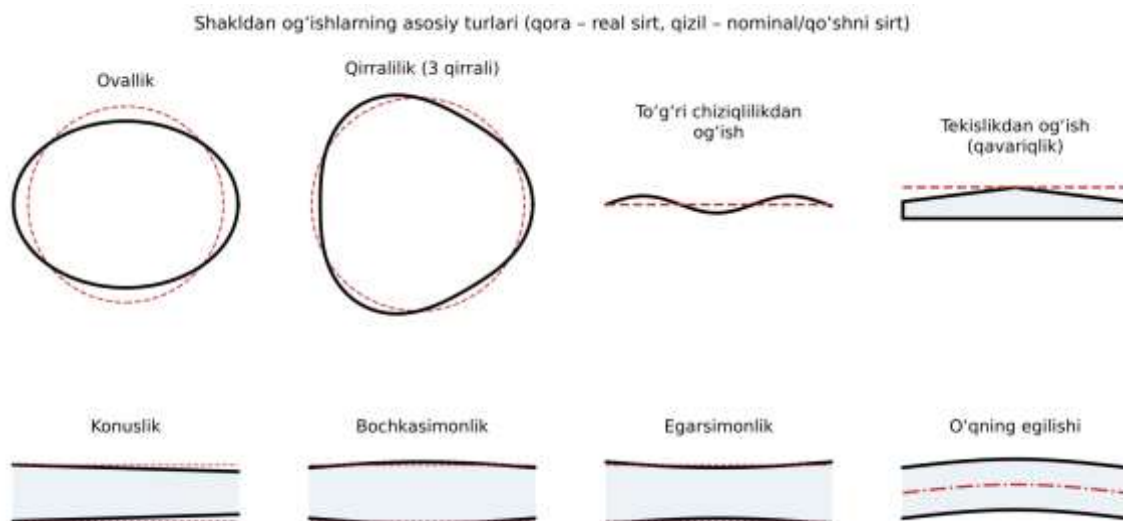
Detalning haqiqiy sirti nominal (chizmadagi) sirtidan nafaqat o'lcham, balki shakl va joylashuv bo'yicha ham farq qiladi. Geometrik og'ishlarni ularning "to'liq uzunligi" bo'yicha ajratish mumkin: **makrog'ishlar** (shakl va joylashuv – butun sirt uzunligida), **to'liqinsimonlik** (davriy notekisliklar, qadami 1–10 mm), **mikronotekisliklar** (g'adir-budurlik, qadami 1 mm dan kichik). Ularning har biri birikma sifatiga ta'sir qiladi: masalan, val oval bo'lsa, o'lchami dopusk ichida bo'lsa ham podshipnik halqasi deformatsiyalanadi, shovqin va qizish paydo bo'ladi.

Og'ishlar **qo'shni sirt** (real sirtga tegib turuvchi va material tashqarisida joylashgan nominal shakldagi sirt) ga nisbatan o'lchanadi: val uchun – real sirtni o'rab olgan eng kichik silindr, teshik uchun – real sirtga ichkaridan sig'adigan eng katta silindr.

3.2. Shakldan og'ishlar

Asosiy turlari (12-rasm):

- **to‘g‘ri chiziqlilikdan og‘ish** – tekislikdagi chiziqlik yoki o‘qning to‘g‘ri chiziqlikdan eng katta masofasi;
- **tekislikdan og‘ish** – real sirt nuqtalaridan qo‘shni tekislikkacha eng katta masofa (qavariqlik, botiqlik);
- **doiraviylikdan og‘ish** – ko‘ndalang kesimdagi og‘ish; xususiy turlari: **ovallik** (eng katta va eng kichik diametrlar o‘zaro perpendikulyar) va **qirralilik** (toq sonli qirralar, masalan, markazsiz jilvirlashda 3 qirrali kesim – uni ikki nuqtali mikrometr bilan aniqlab bo‘lmaydi!);
- **silindrlilikdan og‘ish** – butun silindrik sirt bo‘yicha; bo‘ylama kesimdagi xususiy turlari: **konuslik**, **bochkasimonlik**, **egarsimonlik**, **o‘qning egilishi**.



12-rasm. Shakldan og‘ishlarning asosiy turlari

Doiraviy kesimdagi ovallik va konuslik amalda diametrlar farqining yarmi sifatida aniqlanadi: $\Delta_{\text{oval}} = (d_{\text{max}} - d_{\text{min}})/2$.

3.3. Joylashuvdan og‘ishlar va yig‘indi og‘ishlar

Joylashuv og‘ishi – element (sirt, o‘q, tekislik) ning **bazaga** nisbatan nominal joylashuvdan og‘ishi. Baza – detalning boshqa elementlar joylashuvi aniqlanadigan elementi (chizmada qora uchburchak va katakchadagi harf bilan belgilanadi).

- **parallellilikdan og‘ish** – tekisliklar yoki o‘qlar orasidagi masofalarning eng katta va eng kichik qiymatlari ayirmasi;

- **perpendikulyarlikdan og‘ish** va **qiyalikdan og‘ish** – nominal burchakdan og‘ish, chiziqli birlikda (mm) me‘yorlangan uzunlikda;
- **soosnoslikdan (o‘qdoshlikdan) og‘ish** – ko‘rilayotgan sirt o‘qining bazaviy o‘qdan eng katta masofasi;
- **simmetriklilikdan og‘ish** – elementning simmetriya tekisligi va bazaviy tekislik orasidagi eng katta masofa (shponka ariqchasi uchun muhim);
- **pozitsion og‘ish** – element (masalan, teshik o‘qi) ning nominal joyidan eng katta masofasi; flanets teshiklari uchun.

Yig‘indi og‘ishlar shakl va joylashuvni birga ifodalaydi; eng ko‘p qo‘llaniladigani – **radial tepish**: detal bazaviy o‘q atrofida aylantirilganda sirt nuqtalaridan bazaviy o‘qqacha eng katta va eng kichik masofalar ayirmasi. U ovallik va eksentrisitetni birga o‘z ichiga oladi va oddiy indikator bilan oson o‘lchanadi. Torets tepishi, to‘liq radial tepish ham shunday aniqlanadi.

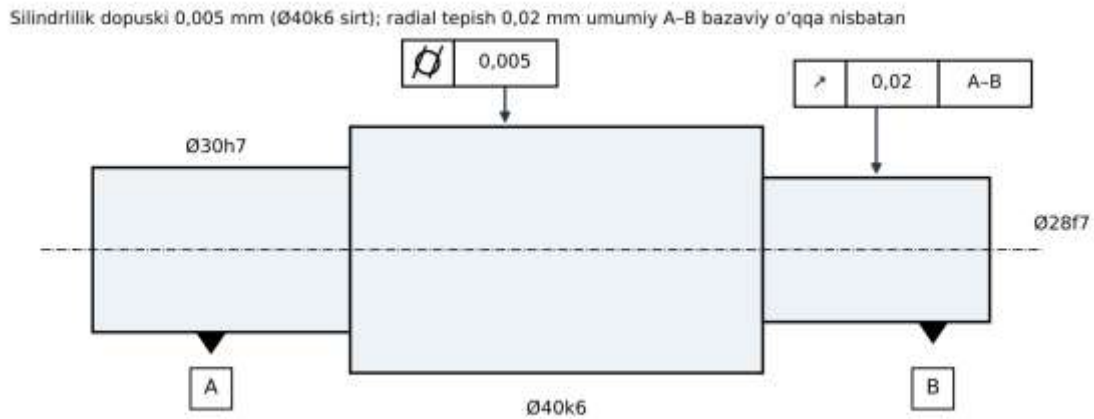
3.4. Chizmada belgilanishi

Shakl va joylashuv dopusklari chizmada to‘rtburchak **ramka** ichida beriladi: 1-katakda – dopusk turining belgisi, 2-katakda – dopusk qiymati (mm), 3- va keyingi kataklarda – baza(lar) harfi. Ramka ko‘rsatkich chiziq bilan me‘yorlanadigan elementga ulanadi. ISO 1101 da 14 ta asosiy belgi bor (13-rasm).

Shakl dopusklari		To‘g‘ri chiziqlik	Yig‘indi dopusklar		Qiyalik
		Tekislik			Soosnoslik (o‘qdoshlik)
		Doiraviylik			Simmetriklilik
		Silindrilik			Pozitsion dopusk
		Bo‘ylama kesim profili			Radial / torets tepish
Joylashuv dopusklari		Parallellik			To‘liq tepish
		Perpendikulyarlik			Berilgan sirt shakli

13-rasm. Shakl va joylashuv dopusklarining shartli belgilari (ISO 1101)

14-rasmda pog‘onali valning chizmasida silindrilik va radial tepish dopusklarining belgilanishi ko‘rsatilgan.



14-rasm. *Shakl va joylashuv dopusklarini chizmada belgilash misoli*

Ko'rsatkich strelka o'lchov chizig'i davomida bo'lsa, dopusk element o'qiga (yoki simmetriya tekisligiga), o'lcham chizig'idan siljigan bo'lsa – sirtning o'ziga tegishli bo'ladi. Dopusk qiymati diametral ($\varnothing 0,02$) yoki radius bo'yicha (R yoki $T/2$) berilishi mumkin.

Dopusk qiymatini tanlash. Agar alohida ko'rsatilmagan bo'lsa, shakl og'ishi o'lcham dopuski bilan cheklanadi. Mas'uliyatli sirtlar uchun shakl dopuski o'lcham dopuskingin ma'lum qismi sifatida olinadi (nisbiy geometrik aniqlik darajalari): silindrik sirtlar uchun A daraja – $\approx 30\%$, B – $\approx 20\%$, C – $\approx 12\%$; tekis sirtlar uchun A – 60% , B – 40% , C – 25% . Masalan, $\varnothing 40k6$ ($T_d = 16$ mkm) podshipnik o'rni uchun A darajada silindrililik dopuski $0,3 \cdot 16 \approx 5$ mkm.

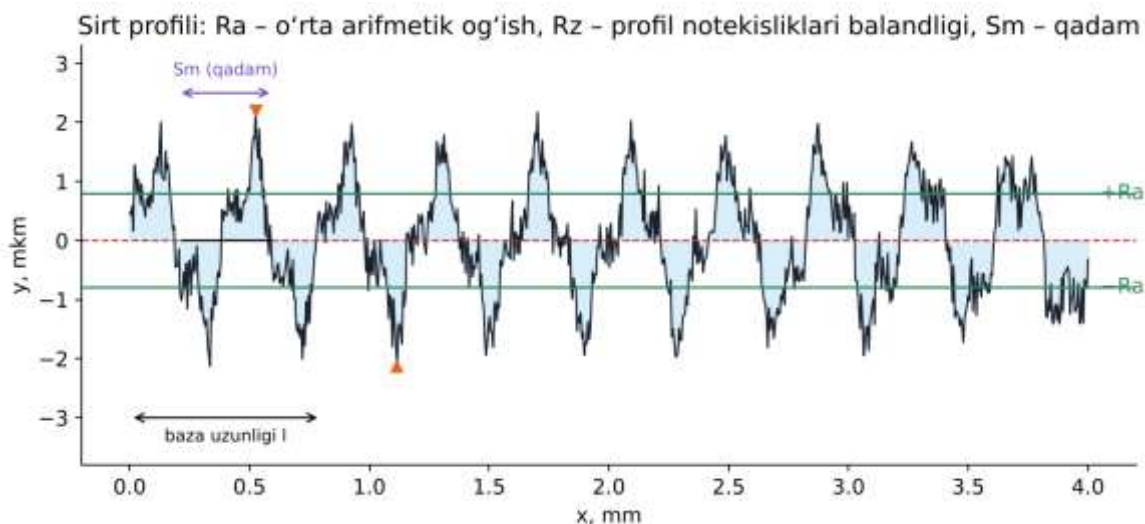
3.5. Sirt g'adir-budurligi

G'adir-budurlik – sirtning nisbatan kichik qadamli notekisliklari majmuasi; u kesuvchi asbob izlari, qirindi ajralishi, plastik deformatsiya va titrash natijasida hosil bo'ladi. U ishqalanish va yeyilishga, birikmalarning (ayniqsa presslangan) mustahkamligiga, charchoq mustahkamligiga, korroziyaga, germetiklikka va hatto tashqi ko'rinishga ta'sir qiladi.

G'adir-budurlik **baza uzunligi** l doirasida, **o'rta chiziq** m ga nisbatan baholanadi (15-rasm). Asosiy parametrlar (ISO 21920, avval ISO 4287):

- **Ra** – profilning o'rta arifmetik og'ishi: $R_a = (1/l) \cdot \int |y(x)| dx \approx (1/n) \cdot \sum |y_i|$;

- **Rz** – profil notekisliklarining eng katta balandligi (eng baland cho‘qqi va eng chuqur botiq orasidagi masofa baza uzunligida);
- **Rsm (Sm)** – notekisliklarning o‘rtacha qadami;
- **Rmr(c)** – profilning tayanch uzunligi nisbati (yeyilishga chidamlilik uchun muhim).



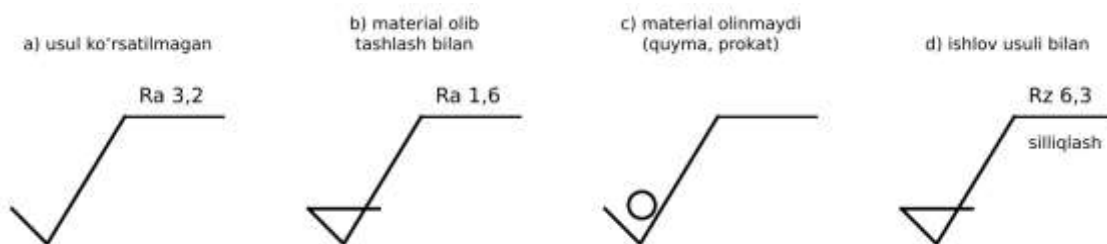
15-rasm. Sirt profili va g‘adir-budurlik parametrlari

Ra ning afzal qiymatlari: 0,012; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25; 50; 100 mkm (har biri oldingisidan 2 marta katta). Taxminiy bog‘lanish: $Rz \approx (4 \dots 6) \cdot Ra$. Odatda g‘adir-budurlik o‘lcham dopuskiga moslab tanlanadi: normal aniqlikda $Ra \approx (0,025 \dots 0,05) \cdot T$. Masalan, Ø40k6 ($T = 16$ mkm) uchun $Ra \leq 0,4-0,8$ mkm $\rightarrow Ra$ 0,8 tanlanadi.

O‘lchash usullari: vizual-taktil taqqoslash (g‘adir-budurlik namunalari bilan, $Ra \geq 0,8$ mkm uchun); **profilometr** (olmos igna sirt bo‘ylab suriladi, Ra ni raqamli ko‘rsatadi) va **profilograf** (profil yozuvini chizadi); optik usullar – qo‘sh mikroskop (yorug‘lik kesimi), interferension mikroskop, konfokal va lazerli skanerlar (kontaktsiz).

Chizmada belgilash (ISO 1302, 16-rasm): asosiy belgi – “√” shaklidagi belgi; gorizontaal chiziqcha qo‘shilsa – material olib tashlash bilan ishlov (yo‘nish, frezalash, jilvirlash), aylana qo‘shilsa – material olib tashlanmaydi (quyma, prokat, shtampovka holatida qoldiriladi). Belgining tokchasida parametr va qiymat (Ra 1,6),

kerak bo'lsa ishlov usuli yoziladi. Bir xil g'adir-budurlikdagi sirtlar uchun belgi chizmaning o'ng yuqori burchagiga qo'yiladi.



16-rasm. G'adir-budurlikni chizmada belgilash

3.6. Ishlangan misollar

1-misol. Ovallik va konuslik. Valning ikki kesimida (A va B) ikki o'zaro perpendikulyar yo'nalishda mikrometr bilan o'lchandi: A kesim – 40,012 va 40,004 mm; B kesim – 40,010 va 40,002 mm.

$$\Delta_{ovalA} = (40,012 - 40,004)/2 = 0,004 \text{ mm}; \Delta_{ovalB} = (40,010 - 40,002)/2 = 0,004 \text{ mm}$$

$$\Delta_{konus} = (d_{max,A} - d_{max,B})/2 = (40,012 - 40,010)/2 = 0,001 \text{ mm}$$

Agar silindrililik dopuski 0,005 mm bo'lsa, val shakl bo'yicha yaroqli (ovallik 4 mkm < 5 mkm).

2-misol. Radial tepish. Valni markazlarda aylantirganda indikator ko'rsatishlari +0,006 dan -0,011 mm gacha o'zgardi.

$$\Delta r = 0,006 - (-0,011) = 0,017 \text{ mm}$$

Dopusk 0,02 mm bo'lsa – yaroqli. Agar ovallik hisobga olinmasa, eksentrisitet $e \approx \Delta r/2 = 0,0085 \text{ mm}$.

3-misol. Ra ni taxminiy hisoblash. Profil 10 nuqtada o'lchandi (mkm): +1,2; -0,8; +0,6; -1,4; +0,9; -0,5; +1,1; -1,0; +0,3; -0,4.

$$Ra = (1,2 + 0,8 + 0,6 + 1,4 + 0,9 + 0,5 + 1,1 + 1,0 + 0,3 + 0,4)/10 = 8,2/10 = 0,82 \text{ mkm}$$

Afzal qatordan eng yaqin katta qiymat – Ra 1,6; agar chizmada Ra 0,8 talab qilingan bo'lsa, sirt talabga javob bermaydi.

Nazorat savollari

1. Qo'shni sirt nima va nima uchun og'ishlar unga nisbatan o'lchanadi?

2. Doiraviylik va silindrlilikdan og'ishlarning xususiy turlarini sanang.
3. Radial tepish qanday o'lchanadi va u qaysi og'ishlarni o'z ichiga oladi?
4. Chizmada shakl va joylashuv dopuskleri ramkasi qanday tuzilgan?
5. Ra va Rz parametrlarini ta'riflang. G'adir-budurlik birikma sifatiga qanday ta'sir qiladi?

Test topshiriqlari

1. Markazsiz jilvirlangan valdagi uch qirrali kesimni qaysi asbob aniqlay olmaydi?
 - A) ikki nuqtali mikrometr
 - B) prizmadagi indikator
 - C) doiraviylik o'lchagich
 - D) KO'M
2. Detal bazaviy o'q atrofida aylantirilganda aniqlanadigan og'ish qaysi?
 - A) tekislik
 - B) radial tepish
 - C) parallellik
 - D) qiyalik
3. 10 nuqtadagi $|y_i|$ yig'indisi 6 mkm bo'lsa Ra qancha?
 - A) 6 mkm
 - B) 0,6 mkm
 - C) 0,06 mkm
 - D) 60 mkm
4. Aylana qo'shilgan g'adir-budurlik belgisi nimani bildiradi?
 - A) jilvirlash
 - B) material olinmasdan qoldiriladi
 - C) polirlash
 - D) har qanday usul
5. Ovallik qanday hisoblanadi?
 - A) $d_{\max} + d_{\min}$
 - B) $(d_{\max} - d_{\min})/2$
 - C) $d_{\max} \cdot d_{\min}$
 - D) $d_{\max}/d_{\min}$

KALIT: 1–A; 2–B; 3–B; 4–B; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Mashg'ulot ustaxonasidagi biror valning (yoki tokarlik stanogida yo'nilgan namuna) ikki kesimida ovallik va konuslikni mikrometr bilan aniqlang, natijalarni jadvalga yozib, shakl dopuskiga moslik xulosasini bering.

2. Shponkali val chizmasini chizing va unga: $\varnothing 35k6$ sirt uchun silindrlilik (0,004), radial tepish (0,016 A–B ga nisbatan), shponka ariqchasi uchun simmetriklik (0,02), sirtlar uchun Ra 0,8 va Ra 3,2 belgilarini qo'ying.

4-MA'RUZA. SILLIQ SILINDRIK, PODSHIPNIK, KONUS VA REZBALI BIRIKMALAR DOPUSKLARI

Reja:

- Silliq silindrik birikmalar uchun dopusk va o'tqazishlar (1–500 mm). O'tqazish tanlash.
- Dumalash podshipniklari: aniqlik sinflari, yuklanish turlari, o'tqazishlar.
- Burchak o'lchamlari va konusli birikmalar dopusklari. Burchak va konuslarni nazorat qilish.
- Rezballi birikmalar: metrik rezba profili, dopusklar, o'zaro almashinuvchanlik, nazorat.

Tayanch tushunchalar: afzal o'tqazish, podshipnik aniqlik sinfi, mahalliy, sirkulyatsion va tebranuvchi yuklanish, konuslik, konus burchagi, bazaviy masofa, sinus-chizg'ich, rezba qadami, o'rta diametr, keltirilgan o'rta diametr, rezba kalibri, uch sim usuli.

4.1. Silliq silindrik birikmalar

1 dan 500 mm gacha o'lchamlar uchun ISO 286 tizimi o'lchamlarni intervallarga ajratadi (... , 18–30, 30–50, 50–80, 80–120 mm ...); har bir interval ichida dopusk va chetlanishlar bir xil. Shuning uchun Ø32 va Ø48 bir xil H7 (0...+25 mkm) dopuskiga ega.

Barcha mumkin bo'lgan kombinatsiyalardan amalda **afzal dopusk maydonlari** va **afzal o'tqazishlar** ishlatiladi – bu asbob va kalibrlar nomenklaturasini qisqartiradi. O'tqazish uch usulda tanlanadi: **o'xshashlik** (shu kabi ishonchli ishlayotgan birikmalar asosida), **taqriban hisoblash** (tavsiyalar asosida), **hisoblash** (zazor uchun – suyuqlik ishqalanishi gidrodinamik nazariyasi, natyag uchun – Lyame formulalari asosida mustahkamlik va uzatiladigan moment bo'yicha).

O'tqazish tanlash bo'yicha amaliy tavsiyalar:

O'tqazish	Xarakteri	Qo'llanilishi
H7/f7, H8/f8	kafolatlangan o'rtacha zazor	sirpanish podshipniklari, aylanuvchi vallar

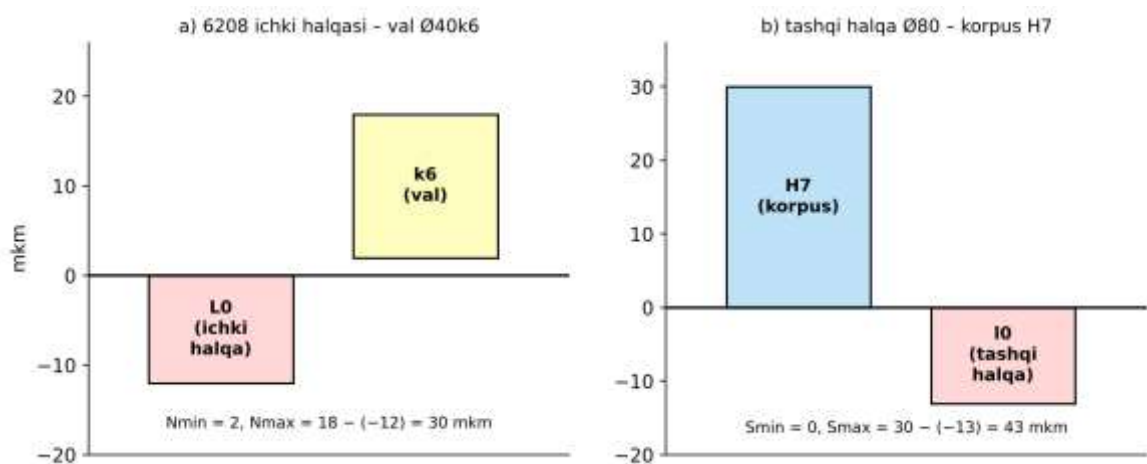
O'tqazish	Xarakteri	Qo'llanilishi
H7/g6	kichik zazor, aniq yo'naltirish	shpindel vtulkalari, plunjerlar, siljuvchi g'ildiraklar
H7/h6	zazor 0 dan boshlab	markazlashtiruvchi siljuvchi birikmalar, almashtiriladigan detallar
H7/js6, H7/k6	o'tuvchi, kichik zazor yoki natyag	shkivlar, tishli g'ildiraklar (shponka bilan), podshipnik o'rinlari
H7/n6	zich o'tuvchi	kamdan-kam ajratiladigan, zarba yuki
H7/p6, H7/r6	yengil presslangan	vtulkalarni korpusga, markazlovchi halqalar
H7/s6, H8/u8	presslangan	moment natyag hisobiga uzatiladi: tishli g'ildirak gardishi, vagon g'ildiraklari

4.2. Dumalash podshipniklari

Dumalash podshipniklari – to'liq **tashqi** va to'liqmas **ichki** almashinuvchanlikka ega standart uzellar. Ular ixtisoslashgan zavodlarda ichki halqa teshigi d va tashqi halqa diametri D bo'yicha yakuniy tayyor holda chiqariladi, shuning uchun mashinasozda o'tqazish **val va korpus dopusk maydonlarini tanlash** orqali amalga oshiriladi.

Aniqlik sinflari (o'sib boruvchi aniqlik bo'yicha): normal – 0 (ISO bo'yicha Normal, P0), 6 (P6), 5 (P5), 4 (P4), 2 (P2). Umumiy mashinasozlikda 0 va 6 sinflar, shpindel uzellarida 5 va 4 sinflar ishlatiladi.

Muhim xususiyat: podshipnik ichki halqasi teshigining dopusk maydoni **nol chizig'idan pastda** joylashgan (masalan, 0 sinf, $d = 30\text{--}50$ mm uchun $0\text{--}12$ mkm). Shuning uchun oddiy o'tuvchi k6 vali podshipnik bilan **kafolatlangan natyag** hosil qiladi (17-rasm). Tashqi halqa diametri dopuski ham nol chizig'idan pastda ($0\text{--}13$ mkm, $D = 50\text{--}80$ mm uchun) – xuddi h val kabi.



17-rasm. 6208 podshipnik halqalarining o'tqazishlari: a – ichki halqa va val; b – tashqi halqa va korpus

O'tqazish yuklanish turiga qarab tanlanadi:

- **sirkulyatsion (aylanuvchi) yuklanish** – radial yuk halqaga nisbatan aylanadi va halqaning butun aylanasi bo'ylab navbatma-navbat ta'sir qiladi; bunday halqa **natyag bilan** o'tqaziladi (aylanuvchi valdagi ichki halqa: k6, m6, n6);
- **mahalliy yuklanish** – yuk halqaning bitta chegaralangan qismiga ta'sir qiladi; halqa **kichik zazor bilan** o'tqaziladi, shunda u vaqti-vaqti bilan buriladi va bir tekis yeyiladi (qo'zg'almas korpusdagi tashqi halqa: H7, G7);
- **tebranuvchi yuklanish** – yo'nalishi chegaralangan burchakda o'zgaradi; js6, JS7.

Chizmada podshipnik o'rinlari uchun faqat val va korpus maydoni ko'rsatiladi: Ø40k6, Ø80H7.

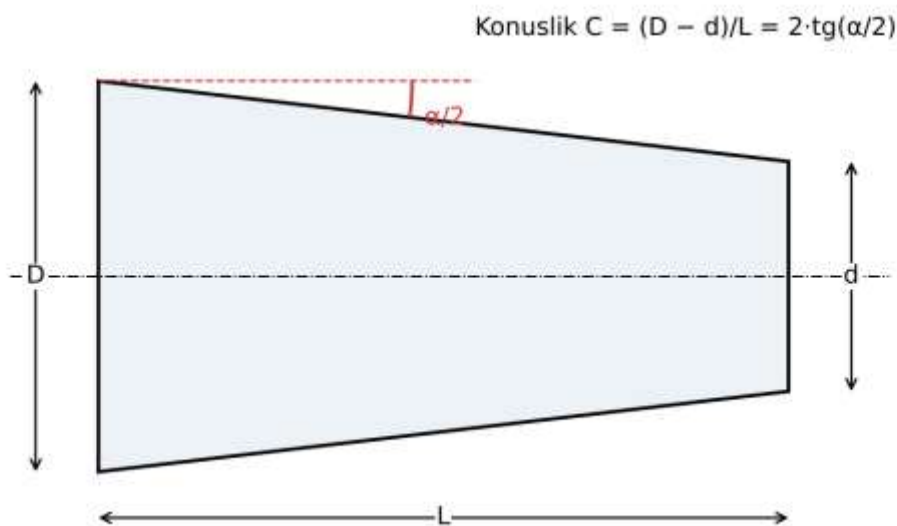
4.3. Burchaklar va konusli birikmalar

Burchak dopusklari 17 ta daraja (AT1...AT17) bo'yicha beriladi va radian, gradus yoki burchak tomonining uzunligiga nisbatan chiziqli kattalikda (A_{Th}, mkm) ifodalanadi; bitta daraja uchun burchak tomoni uzunligi oshishi bilan burchak dopuski kamayadi (chunki uzun tomonda burchakni aniqroq tayyorlash mumkin).

Konusli birikmalar – o'zaro almashinuvchan, o'z-o'zidan markazlashadigan, germetik va zazorni rostlash mumkin bo'lgan birikmalar

(dastgoh shpindellari va asbob dumlari – Morze konuslari, kranlar, klapanlar).
Konus parametrlari (18-rasm): katta diametr D , kichik diametr d , uzunlik L , konus burchagi α , **konuslik** C :

$$C = (D - d)/L = 2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2)$$



18-rasm. *Konusning asosiy parametrlari*

Masalan, Morze konuslari uchun $C \approx 1:20$ (Morze 3: 1:19,922), instrumental metrik konuslar uchun 1:20, 7:24 konusi esa frezalash stanoklari shpindellarida (oʻz-oʻzidan tormozlanmaydigan) ishlatiladi.

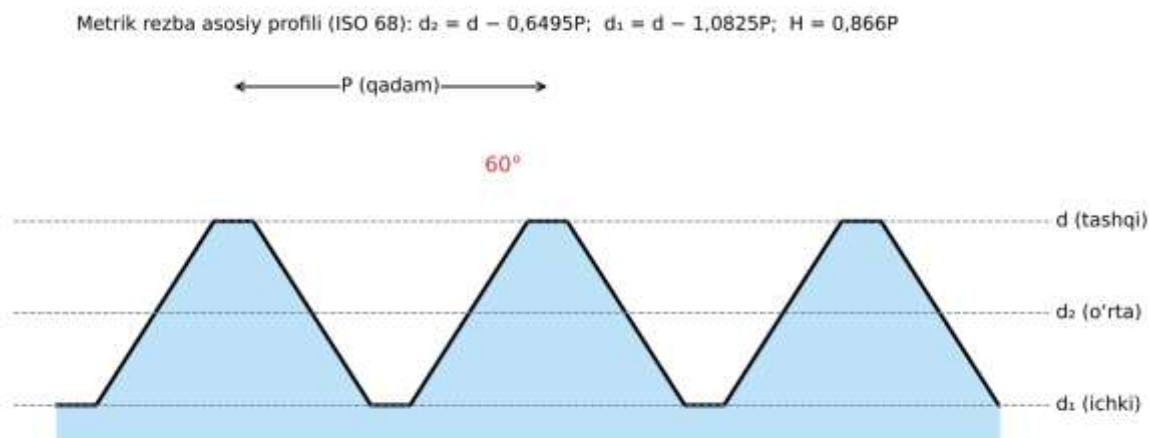
Konusli birikmada diametr xatoligi **bazaviy masofaning** (konuslarning oʻq boʻyicha oʻzaro holati) oʻzgarishiga olib keladi: $\Delta Z = \Delta D/C$. Konuslik 1:20 boʻlsa, diametrdagi 0,02 mm xato konusni oʻq boʻyicha 0,4 mm siljitadi – shuning uchun konuslar odatda **kalibrlar bilan kompleks** nazorat qilinadi (11-amaliy mashgʻulot).

Burchaklarni nazorat qilish: burchak oʻlchovlari (prizma-plitkalar), shablonlar va burchakliklar (90°), universal goniometr ($2'$ aniqlikda), sinus-chizgʻich (bilvosita, eng aniq usullardan biri), optik boʻlish boshchasi, avtokollimator, sath (uroven) – 10-amaliy mashgʻulot.

4.4. Rezkali birikmalar

Rezkali birikmalar mashinalardagi barcha birikmalarning 60 % idan koʻprogʻini tashkil etadi. Eng keng tarqalgani – **metrik rezba** (ISO 68, profil burchagi 60°). Asosiy parametrlari (19-rasm): tashqi diametr d (D), oʻrta diametr d_2

(D_2), ichki diametr d_1 (D_1), qadam P , profil burchagi $\alpha = 60^\circ$, nazariy profil balandligi $H = 0,866P$.



19-rasm. Metrik rezbaning asosiy profili va parametrlari

$$d_2 = d - 0,6495 \cdot P; \quad d_1 = d - 1,0825 \cdot P$$

Masalan, M12 (yirik qadam $P = 1,75$ mm): $d_2 = 12 - 1,137 = 10,863$ mm; $d_1 = 12 - 1,894 = 10,106$ mm.

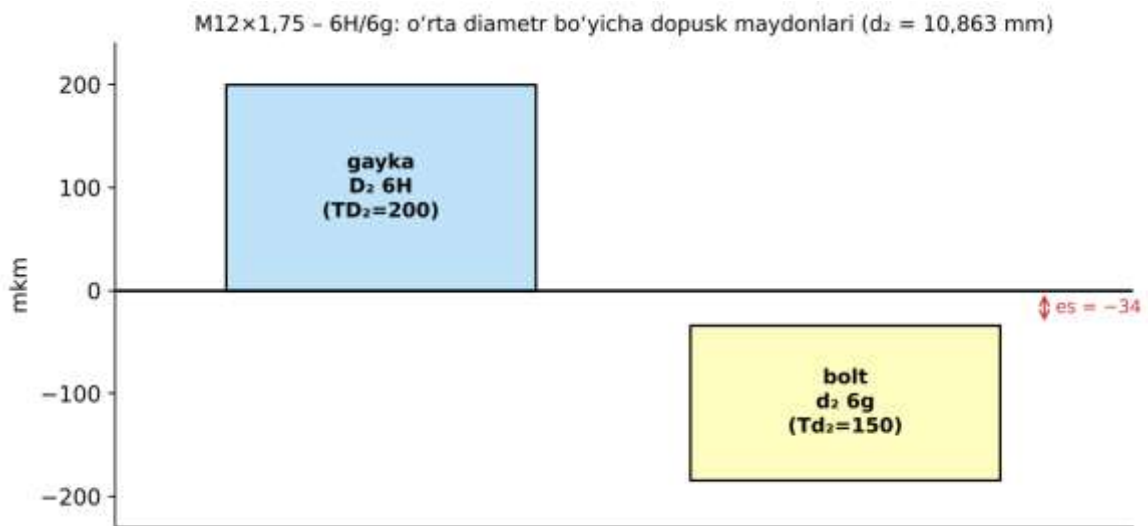
Rezbaning o‘zaro almashinuvchanligi. Burama birikmaning yig‘ilishi va mustahkamligi asosan **o‘rta diametr** bilan belgilanadi. Qadam xatoligi ΔP va profil yarim burchagi xatoligi $\Delta\alpha/2$ o‘rta diametrni “ko‘paytirgandek” ta’sir qiladi va diametr bo‘yicha kompensatsiyaga ega:

$$f_P = 1,732 \cdot |\Delta P_n|; \quad f_\alpha = 0,36 \cdot P \cdot |\Delta\alpha/2| \quad (mkm, \Delta\alpha/2 - minutlarda)$$

$$d_{2kelt} = d_{2haq} + f_P + f_\alpha \quad (bolt uchun)$$

Shuning uchun standart qadam va burchakka alohida dopusk bermaydi – faqat o‘rta diametrning **yig‘indi dopuski** beriladi. Yaroqlilik sharti (bolt uchun): $d_{2kelt} \leq d_{2max}$ va $d_{2haq} \geq d_{2min}$.

Dopusklar. Dopusk maydoni daraja raqami (aniqlik darajasi, 3...9) va asosiy chetlanish harfidan iborat: boltlar uchun 6g, 6h, 8g (e, f, g, h); gaykalar uchun 6H, 7H, 5H (G, H). Eng ko‘p qo‘llaniladigan o‘tqazish – **6H/6g** (20-rasm). M12×1,75–6g bolt uchun: $es = -34$ mkm, $Td_2 = 150$ mkm; 6H gayka uchun $EI = 0$, $TD_2 = 200$ mkm. Chizmada: M12–6g (bolt), M12–6H (gayka), M12×1,25–6H/6g (mayda qadamli birikma).



20-rasm. *M12×1,75–6H/6g birikmasining o'rta diametr bo'yicha dopusk maydonlari*

Nazorat: kompleks – rezbali kalibrlar (o'tadi PR va o'tmaydi NE tiqinlar va halqalar); element bo'yicha – rezba mikrometri (d_2 uchun almashinadigan uchliklar bilan), uch sim usuli, rezba shablonlari (qadam uchun), asbobsozlik mikroskopi (P, $\alpha/2$, d_2) – 12-amaliy mashg'ulot.

4.5. Ishlangan misollar

1-misol. 6208 podshipnik o'tqazishlari ($d = 40 \text{ mm}$, $D = 80 \text{ mm}$, 0 sinf, val aylanadi). Ichki halqa – sirkulyatsion yuklanish → val Ø40k6 (+2...+18 mkm); halqa teshigi 0...–12 mkm:

$$N_{min} = 2 - 0 = 2 \text{ mkm}; \quad N_{max} = 18 - (-12) = 30 \text{ mkm}$$

Tashqi halqa – mahalliy yuklanish → korpus Ø80H7 (0...+30 mkm); halqa 0...–13 mkm:

$$S_{min} = 0 - 0 = 0; \quad S_{max} = 30 - (-13) = 43 \text{ mkm}$$

2-misol. Konus parametrlari. $D = 30 \text{ mm}$, $d = 26 \text{ mm}$, $L = 80 \text{ mm}$:

$$C = (30 - 26)/80 = 0,05 = 1:20; \quad \operatorname{tg}(\alpha/2) = C/2 = 0,025 \rightarrow \alpha/2 = 1,432^\circ = 1^\circ 25' 56''; \quad \alpha = 2^\circ 51' 51''$$

3-misol. Rezbaning keltirilgan o'rta diametri. M12×1,75–6g boltda o'lchandi: $d_{zhaq} = 10,790 \text{ mm}$, 10 qadam uzunligida qadam xatoligi $\Delta P_n = +0,012 \text{ mm}$, profil yarim burchagi xatoligi $\Delta \alpha/2 = -20'$.

$$f_P = 1,732 \cdot 12 = 20,8 \text{ mkm}; \quad f_\alpha = 0,36 \cdot 1,75 \cdot 20 = 12,6 \text{ mkm}$$

$$d_{kelt} = 10,790 + 0,021 + 0,013 = 10,824 \text{ mm}$$

6g uchun $d_{2\max} = 10,863 - 0,034 = 10,829$ mm, $d_{2\min} = 10,829 - 0,150 = 10,679$ mm. Shartlar: $10,824 \leq 10,829 \checkmark$ va $10,790 \geq 10,679 \checkmark$ – bolt yaroqli, ammo zaxira atigi 5 mkm.

Nazorat savollari

1. O'tqazish tanlashning uch usulini tushuntiring. Presslangan o'tqazish qanday hollarda hisoblanadi?
2. Nima uchun podshipnik ichki halqasi teshigining dopusk maydoni nol chizig'idan pastda joylashgan va bu o'tqazishga qanday ta'sir qiladi?
3. Sirkulyatsion va mahalliy yuklanishda halqalar qanday o'tqaziladi? Sababini izohlang.
4. Konuslik nima? Diametr xatoligi bazaviy masofaga qanday ta'sir qiladi?
5. Rezbaning keltirilgan o'rta diametri nima va nima uchun qadam va burchakka alohida dopusk berilmaydi?

Test topshiriqlari

1. Aylanuvchi valdagi podshipnik ichki halqasi qaysi yuklanish turida ishlaydi?
 - A) mahalliy
 - B) sirkulyatsion
 - C) tebranuvchi
 - D) yuklanmagan
2. $D = 40$, $d = 36$, $L = 80$ mm konusning konusligi qancha?
 - A) 1:10
 - B) 1:20
 - C) 1:40
 - D) 1:80
3. M16 ($P = 2$ mm) rezbaning o'rta diametri qancha?
 - A) 14,701 mm
 - B) 13,835 mm
 - C) 15,350 mm
 - D) 16,000 mm
4. Metrik rezba profil burchagi necha gradus?
 - A) 55°

- B) 60°
- C) 30°
- D) 29°

5. Bolt rezbasining eng ko‘p ishlatiladigan dopusk maydoni qaysi?

- A) 6H
- B) 6g
- C) 7H
- D) H7

KALIT: 1–B; 2–B; 3–A; 4–B; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. 6205 podshipnik ($d = 25$ mm, $D = 52$ mm, 0 sinf; ichki halqa $0...-10$ mkm, tashqi $0...-13$ mkm) uchun val aylanadigan holatda val ($k6: +2...+15$ mkm) va korpus ($H7: 0...+30$ mkm) o‘tqazishlarini hisoblang, dopusk maydonlari sxemasini chizing.

2. $M20 \times 2,5-6g$ bolt uchun d_2 , d_1 ni hisoblang. ISO 965 jadvallaridan (yoki ma’lumotnomadan) es va Td_2 ni topib, d_2 ning chekli o‘lchamlarini aniqlang.

5-MA'RUZA. TISHLI, SHPONKALI VA SHLITSLI BIRIKMALAR DOPUSKLARI. O'LCAMLAR ZANJIRI. MAHSULOT SIFATI VA UNI BOSHQARISH

Reja:

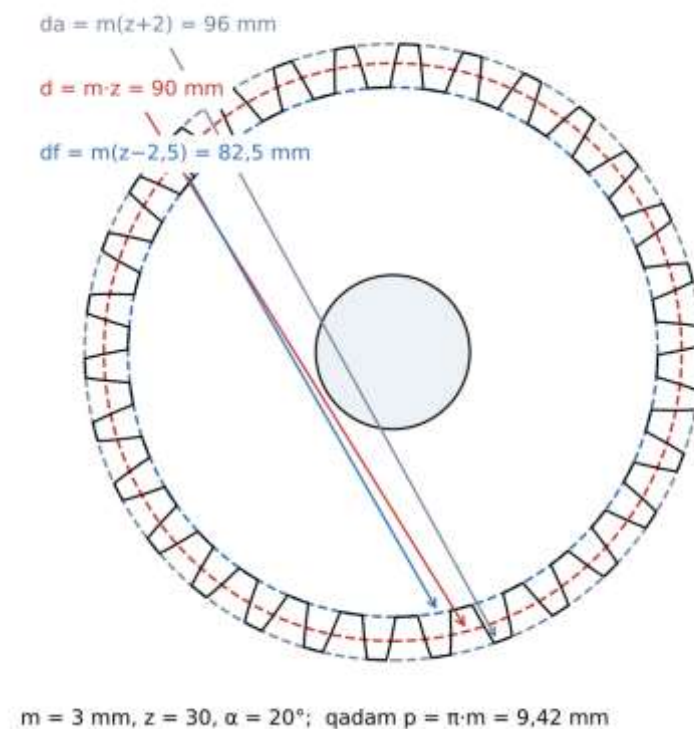
- Tishli g'ildiraklar va uzatmalar: asosiy elementlar, aniqlik darajalari, me'yorlar, nazorat vositalari.
- Shponkali birikmalar: dopusk va o'tqazishlar.
- Shlitsli birikmalar: markazlash usullari, dopusklar, kalibrlar.
- O'lchamlar zanjiri: tushunchasi, hisoblash usullari.
- Mahsulot sifati, unga ta'sir qiluvchi omillar va sifatni boshqarish. Xalqaro tashkilotlar.

Tayanch tushunchalar: modul, bo'lish aylanasi, kinematik aniqlik, ravonlik, kontakt, yon zazor, umumiy normal uzunligi, shponka, shlits, markazlash, tashkil etuvchi va yopuvchi zveno, kattalashtiruvchi va kichiklashtiruvchi zveno, sifat, PDCA, ISO 9001, sertifikatlash.

5.1. Tishli g'ildiraklar va uzatmalar

Tishli uzatmalar aylanma harakat va momentni aniq uzatadi. Silindrik tishli g'ildirakning asosiy parametrlari (21-rasm): **modul** m (standart qator: 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10 mm), tishlar soni z , profil burchagi $\alpha = 20^\circ$.

$$d = m \cdot z; \quad da = m \cdot (z + 2); \quad df = m \cdot (z - 2,5); \quad p = \pi \cdot m$$



21-rasm. Silindrik tishli g'ildirakning asosiy aylanalari

Tishli g'ildiraklar va uzatmalar uchun 12 ta aniqlik darajasi belgilangan (1 – eng aniq, 12 – eng qo‘pol; amalda 5–9 darajalar ko‘p ishlatiladi). Har bir darajada uch guruh me‘yor bor:

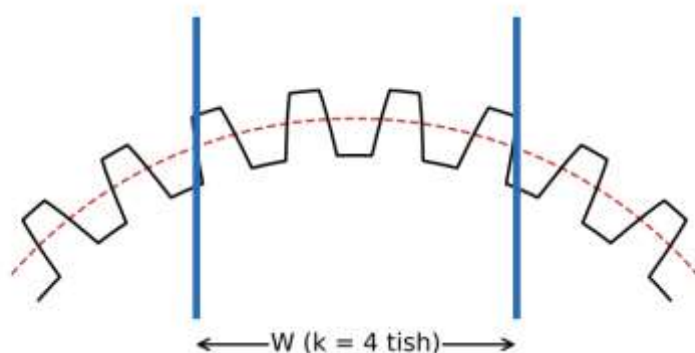
- **kinematik aniqlik me‘yorlari** – g'ildirakning bir aylanishidagi burilish burchagi xatoligi (aniq bo‘lish va hisoblash mexanizmlari uchun muhim);
- **ishlash ravonligi me‘yorlari** – bir aylanishda ko‘p marta takrorlanadigan kichik xatoliklar; shovqin va titrashni belgilaydi (tez yuradigan uzatmalar uchun);
- **tishlar kontakti me‘yorlari** – tishlar sirtining kontakt dog‘i o‘lchamlari (eni va balandligi bo‘yicha %); yuk ko‘tarish qobiliyatini belgilaydi (og‘ir yuklangan sekin uzatmalar uchun).

Bundan tashqari **yon zazor** turlari (A, B, C, D, E, H; A – eng katta, H – nol) belgilanadi – u moylash, issiqlikdan kengayish va reverslashda zarba bo‘lmasligi uchun kerak. Belgilash misoli: 7–B (barcha me‘yorlar 7-darajada, B tipidagi zazor) yoki 8–7–7–B (kinematik – 8, ravonlik – 7, kontakt – 7).

Nazorat vositalari: tish o'lchagichlar (tish qalinligini o'lchash uchun), normal o'lchagich mikrometr (umumiy normal uzunligi W), kinematomerlar, ikki profilli ilashish asbobi (o'q oralig'ining o'zgarishi), evolventomerlar, qadam o'lchagichlar, kontakt dog'ini bo'yoq bo'yicha tekshirish, zamonaviy tishli g'ildiraklar uchun KO'M.

Ishlab chiqarishda tish qalinligi ko'pincha **umumiy normal uzunligi** W bo'yicha nazorat qilinadi (22-rasm): normal o'lchagich mikrometr k ta tishni qamrab, ularning qarama-qarshi yon sirtlariga tegadi. U o'lchash bazasiga (tashqi diametrga) bog'liq emasligi bilan qulay:

$$W = m \cdot \cos \alpha \cdot [(k - 0,5) \cdot \pi + z \cdot \text{inv } \alpha]; \quad k \approx z \cdot \alpha / 180^\circ + 0,5; \quad \text{inv } 20^\circ = 0,014904$$



$$W = m \cdot \cos \alpha \cdot [(k - 0,5) \cdot \pi + z \cdot \text{inv } \alpha]$$

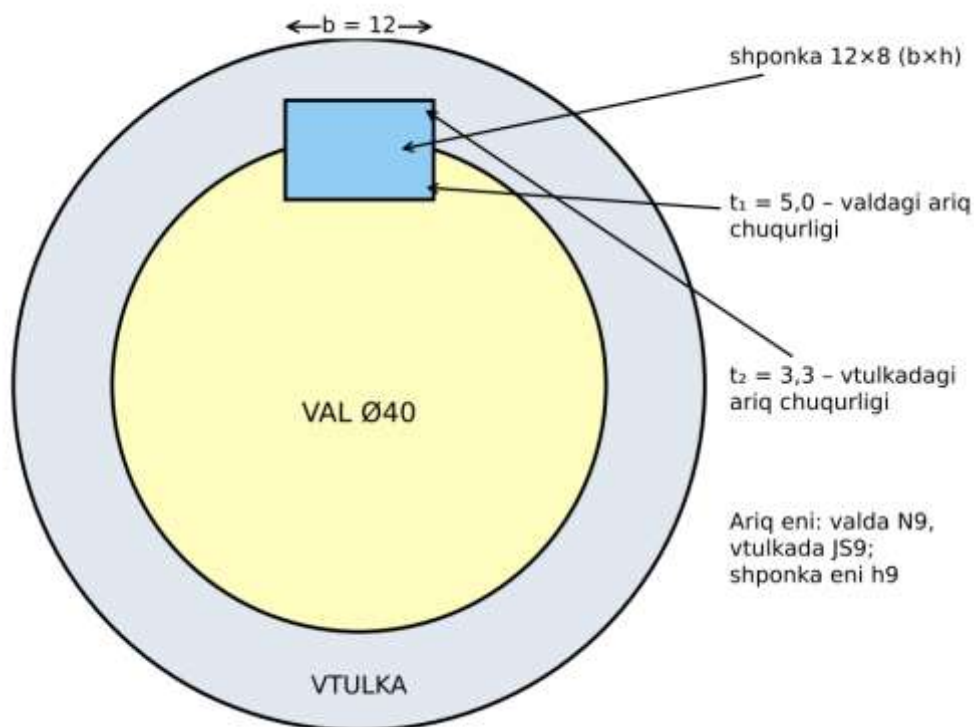
$m = 3, z = 30, k = 4 \rightarrow W = 32,258 \text{ mm}$

22-rasm. Tishli g'ildirakning umumiy normal uzunligini o'lchash

Masalan, $m = 3 \text{ mm}$, $z = 30$: $k = 30 \cdot 20 / 180 + 0,5 = 3,83 \rightarrow 4$; $W = 3 \cdot 0,93969 \cdot (3,5 \cdot 3,1416 + 30 \cdot 0,014904) = 2,8191 \cdot (10,9956 + 0,4471) = 32,258 \text{ mm}$. Haqiqiy W ning bu qiymatdan kichikligi tishlarning yupqalanganini, ya'ni yon zazorni ko'rsatadi.

5.2. Shponkali birikmalar

Prizmatik shponkalar eng keng tarqalgan (23-rasm). Shponka o'lchamlari ($b \times h$) val diametriga qarab standartdan tanlanadi: masalan, $d = 38\text{--}44\text{ mm}$ uchun $b \times h = 12 \times 8\text{ mm}$, valdagi ariq chuqurligi $t_1 = 5,0\text{ mm}$, vtulkadagi $t_2 = 3,3\text{ mm}$.



23-rasm. *Prizmatik shponkali birikma kesimi*

Birikma xarakteri shponka eni b bo'yicha belgilanadi; shponka eni har doim **h9** (val sistemasi kabi – chunki bitta shponka ikki detal bilan birikadi). Uch turdagi birikma bor:

Birikma turi	Valdagi ariq	Vtulkadagi ariq	Qo'llanilishi
Erkin	H9	D10	yo'naltiruvchi shponkalar, vtulka val bo'ylab siljiydi
Normal	N9	JS9	ko'pchilik qo'zg'almas birikmalar, seriyali ishlab chiqarish
Zich	P9	P9	zarbali va reversiv yuk, yakka ishlab chiqarish

Balandlik h bo'yicha h11, uzunlik bo'yicha h14 (ariq uzunligi H15), ariq chuqurliklari t_1, t_2 uchun dopusk $+0,1\text{...}+0,2\text{ mm}$.

5.3. Shlitsli birikmalar

Shlitsli (tishli) birikmalar shponkalilarga nisbatan katta momentni uzatadi, yaxshi markazlashadi va vtulkaning val bo'ylab siljishiga imkon beradi. To'g'ri yonli shlitslar uch seriyada (yengil, o'rta, og'ir) chiqariladi; masalan, $8 \times 36 \times 40$ ($z \times d \times D$), $b = 7$ mm – yengil seriya.

Markazlash usullari (24-rasm):

- **tashqi diametr D bo'yicha** – vtulka termik ishlov berilmaganda (protyajka bilan tayyorlanadi), val esa jilvirlanadi; eng texnologik;
- **ichki diametr d bo'yicha** – vtulka qattiqligi yuqori (toblangan) bo'lganda; teshik ichki jilvirlanadi; eng aniq markazlash;
- **yon tomonlar b bo'yicha** – markazlash aniqligi past, ammo yuk tishlarga teng taqsimlanadi; reversiv va zarbali yuklarda (avtomobil kardan vallari).



To'g'ri yonli shlitsli birikma $8 \times 36 \times 40$, $b = 7$ mm: sariq – val, qizil – vtulka konturi; markazlovchi sirtida tirqish minimal

24-rasm. To'g'ri yonli shlitsli birikmalarni markazlash usullari

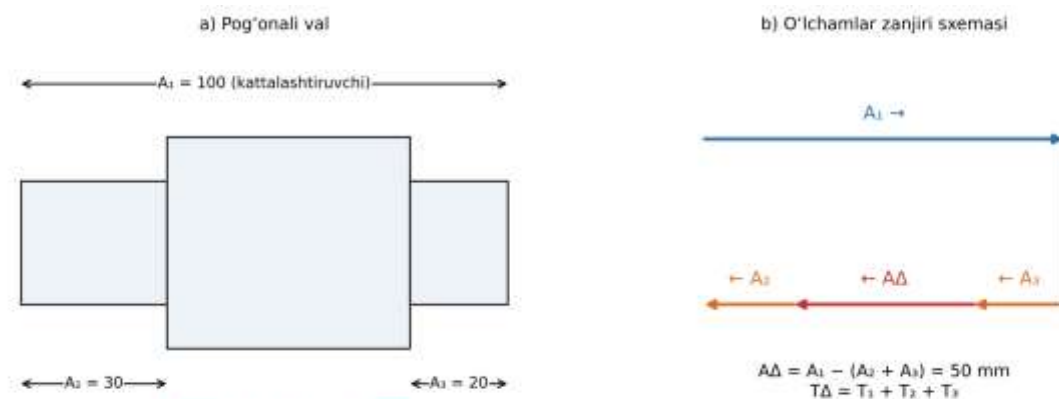
Belgilash misoli: $D - 8 \times 36 \times 40 H7/f7 \times 7 F8/f7$ – D bo'yicha markazlash, $z = 8$, $d = 36$, $D = 40$ ($H7/f7$), $b = 7$ ($F8/f7$). Markazlanmaydigan diametr uchun katta zazorli maydonlar olinadi. Evolventli shlitslar ham keng qo'llaniladi (ISO 4156).

Shlitsli detallar **kompleks o'tadi kalibri** va har bir element bo'yicha **o'tmaydi kalibrlari** bilan nazorat qilinadi (14-amaliy mashg'ulot).

5.4. O'lchamlar zanjiri

O'lchamlar zanjiri – berk konturni tashkil etuvchi va masalani hal qilishda bevosita ishtirok etuvchi o'zaro bog'langan o'lchamlar majmuasi (25-rasm). Uning

elementlari – **zvenolar**: **yopuvchi zveno** $A\Delta$ – ishlov yoki yig‘ishda oxirgi hosil bo‘ladigan (bevosita bajarilmaydigan) o‘lcham; **tashkil etuvchi zvenolar** – qolgan o‘lchamlar. Ular **kattalashtiruvchi** (oshganda $A\Delta$ oshadi) va **kichiklashtiruvchi** (oshganda $A\Delta$ kamayadi) zvenolarga bo‘linadi.



25-rasm. Pog‘onali valning o‘lchamlar zanjiri

Maksimum–minimum usuli (to‘liq almashinuvchanlik):

$$A\Delta = \sum A_{\text{katt}} - \sum A_{\text{kich}}; \quad T\Delta = \sum T_i$$

$$ES\Delta = \sum ES_{\text{katt}} - \sum EI_{\text{kich}}; \quad EI\Delta = \sum EI_{\text{katt}} - \sum ES_{\text{kich}}$$

Ehtimollik usuli (tavakkalchilik 0,27 %, normal taqsimot):

$$T\Delta = \sqrt{(\sum T_i^2)}$$

Ehtimollik usuli bir xil $T\Delta$ da tashkil etuvchi zvenolarga kattaroq dopusk berishga imkon beradi – ishlab chiqarish arzonlashadi.

Misol. $A_1 = 100 \pm 0,1$ (kattalashtiruvchi), $A_2 = 30_{-0,1}$ va $A_3 = 20_{-0,084}$ (kichiklashtiruvchi):

$$A\Delta = 100 - (30 + 20) = 50 \text{ mm}; \quad T\Delta = 0,2 + 0,1 + 0,084 = 0,384 \text{ mm}$$

$$ES\Delta = 0,1 - (-0,1 - 0,084) = +0,284 \text{ mm}; \quad EI\Delta = -0,1 - (0 + 0) = -0,1 \text{ mm}$$

Demak $A\Delta = 50 (+0,284/-0,100) \text{ mm}$, ya’ni 49,900...50,284 mm. Ehtimollik usuli bilan: $T\Delta = \sqrt{(0,04 + 0,01 + 0,00706)} = \sqrt{0,05706} = 0,239 \text{ mm}$ – maksimum–minimum usuliga nisbatan 38 % kichik.

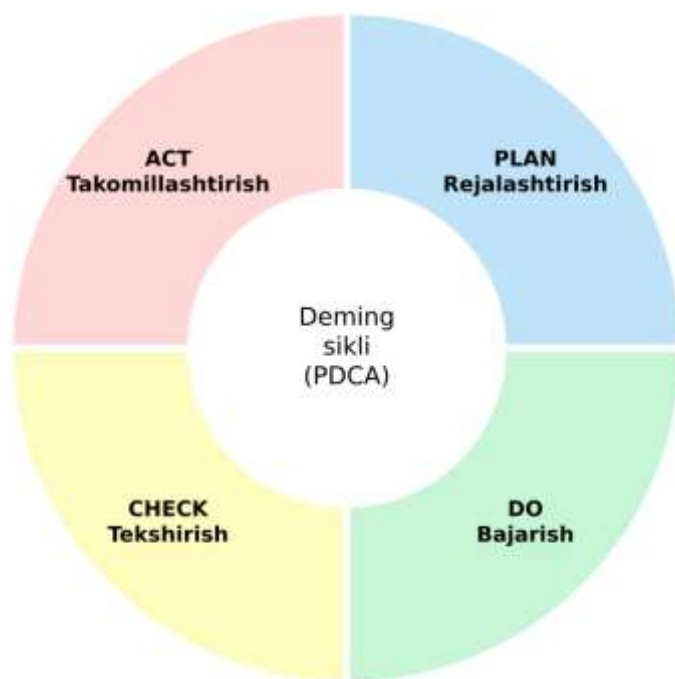
5.5. Mahsulot sifati va uni boshqarish

Sifat (ISO 9000) – ob’ektga xos xususiyatlar majmuasining talablarga muvofiqlik darajasi. Mahsulot sifati ko‘rsatkichlari: vazifaviy, ishonchlilik

(buzilmaslik, chidamlilik, ta'mirbopligi, saqlanuvchanlik), ergonomik, estetik, texnologiklik, standartlashtirish va unifikatsiya darajasi, ekologik, xavfsizlik, patent-huquqiy, iqtisodiy.

Sifatga ta'sir qiluvchi omillar: texnik (konstruksiya, texnologiya, jihozlar, o'lchash vositalari, materiallar), tashkiliy (mehnat va ishlab chiqarishni tashkil etish, ta'minot), iqtisodiy (narx, rag'batlantirish), ijtimoiy (malaka, motivatsiya, korporativ madaniyat).

Bozor iqtisodiyotida sifatni boshqarish iste'molchi talabidan boshlanadi: **marketing xizmati** bozorni o'rganadi, iste'molchi ehtiyojini konstruktorlik talablariga aylantiradi va mahsulotdan foydalanish natijalari bo'yicha qaytar aloqani ta'minlaydi. Sifatni boshqarishning universal modeli – **Deming sikli (PDCA)** (26-rasm): rejalashtirish → bajarish → tekshirish → takomillashtirish.



26-rasm. Uzluksiz takomillashtirish sikli (PDCA)

Zamonaviy yondashuv – **sifat menejmenti tizimi** (SMT) ni ISO 9001 standarti asosida joriy etish. Uning 7 tamoyili (ISO 9000:2015): iste'molchiga yo'naltirilganlik; yetakchilik; xodimlarni jalb etish; jarayonli yondashuv; takomillashtirish; dalillarga asoslangan qarorlar; o'zaro munosabatlarni boshqarish.

Mahsulot sifatini attestatsiyalash va sertifikatlash. Sertifikatlash – vakolatli organ tomonidan mahsulot, jarayon yoki tizimning belgilangan talablarga muvofiqligini tasdiqlash. U majburiy (xavfsizlik talablari bo'yicha) va ixtiyoriy bo'ladi; muvofiqlik **sertifikat** yoki **deklaratsiya** bilan tasdiqlanadi. Sinovlar akkreditlangan laboratoriyalarda o'tkaziladi.

Xalqaro tashkilotlar (27-rasm): ISO (Xalqaro standartlashtirish tashkiloti, 1947-yil, Jeneva) – elektrotexnikadan boshqa barcha sohalarda; IEC (Xalqaro elektrotexnika komissiyasi, 1906-yil); ITU (Xalqaro elektraloqa ittifoqi); OIML (Xalqaro qonuniy metrologiya tashkiloti); EOQ (Sifat bo'yicha Evropa tashkiloti), ASQ (Amerika sifat jamiyati); IAF va ILAC (akkreditatsiya bo'yicha xalqaro forumlar). Ularning faoliyati 15-amaliy mashg'ulotda batafsil ko'riladi.



27-rasm. Standartlashtirish va sifat bo'yicha xalqaro tashkilotlar

5.6. Ishlangan misollar

1-misol. Tishli g'ildirak o'lchamlari. $m = 3 \text{ mm}$, $z = 30$:

$$d = 3 \cdot 30 = 90 \text{ mm}; \quad da = 3 \cdot 32 = 96 \text{ mm}; \quad df = 3 \cdot 27,5 = 82,5 \text{ mm}; \quad p = 3,1416 \cdot 3 = 9,42 \text{ mm}$$

2-misol. Shponkali birikma (normal), $d = 40 \text{ mm}$, $b = 12 \text{ mm}$. Shponka h9: 0...–43 mkm; valdagi ariq N9: 0...–43 mkm; vtulkadagi ariq JS9: $\pm 21,5 \text{ mkm}$.

$$\text{Val bilan: } S_{\max} = ES - ei = 0 - (-43) = 43 \text{ mkm}; \quad N_{\max} = es - EI = 0 - (-43) = 43 \text{ mkm}$$

$$\text{Vtulka bilan: } S_{\max} = 21,5 - (-43) = 64,5 \text{ mkm}; \quad N_{\max} = 0 - (-21,5) = 21,5 \text{ mkm}$$

Ikkala birikma ham o'tuvchi; vtulka bilan birikma "erkinroq" – yig'ish oson.

3-misol. Ehtimollik usulida dopusklarni taqsimlash. $T\Delta = 0,3$ mm bo'lsin, uchta zveno uchun teng dopusk: maksimum–minimum usulida $T = 0,3/3 = 0,1$ mm; ehtimollik usulida $T = 0,3/\sqrt{3} = 0,173$ mm – ya'ni har bir detalni 1,7 marta kamroq aniqlik bilan tayyorlash mumkin.

Nazorat savollari

1. Tishli g'ildiraklar aniqligining uch guruh me'yorlarini va ularning ahamiyatini tushuntiring.
2. Nima uchun shponka eni val sistemasi (h9) bo'yicha tayyorlanadi? Uch turdagi shponkali birikmani taqqoslang.
3. Shlitsli birikmalarni markazlash usullari qanday tanlanadi?
4. O'lchamlar zanjiri nima? Yopuvchi, kattalashtiruvchi va kichiklashtiruvchi zvenolarni ta'riflang.
5. Sifat menejmenti tizimining tamoyillarini va PDCA siklini tushuntiring.

Test topshiriqlari

1. $m = 4$ mm, $z = 25$ bo'lsa bo'lish aylanasi diametri qancha?
A) 100 mm
B) 108 mm
C) 90 mm
D) 29 mm
2. Normal shponkali birikmada vtulkadagi ariq qaysi maydon bo'yicha tayyorlanadi?
A) H9
B) N9
C) JS9
D) D10
3. Maksimum–minimum usulida yopuvchi zveno dopuski qanday aniqlanadi?
A) $T\Delta = \Sigma T_i$
B) $T\Delta = \sqrt{(\Sigma T_i^2)}$
C) $T\Delta = T_{\max}$
D) $T\Delta = \Sigma T_i/n$
4. Vtulka toblangan bo'lsa shlitsli birikma qaysi diametr bo'yicha markazlanadi?

- A) D
- B) d
- C) b
- D) markazlanmaydi

5. ISO tashkiloti qachon tashkil topgan?

- A) 1906
- B) 1947
- C) 1987
- D) 2015

KALIT: 1–A; 2–C; 3–A; 4–B; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Uchta zvenoli o'lchamlar zanjiri uchun ($A_1 = 80 \pm 0,1$ – kattalashtiruvchi; $A_2 = 25_{-0,052}$; $A_3 = 30_{-0,052}$ – kichiklashtiruvchi) yopuvchi zvenoning nominal qiymati, dopuski va chetlanishlarini ikki usulda hisoblang.

2. O'zingiz ishlaydigan ta'lim muassasasi yoki tanish korxona misolida mahsulot (xizmat) sifatiga ta'sir qiluvchi omillarni tahlil qiling va PDCA sikli asosida takomillashtirish rejasini tuzing.

1-AMALIY MASHG'ULOT. O'LCHASH VOSITALARI VA USULLARI, O'LCHASHDAGI NOANIQLIK VA XATOLIKLAR

Ishning maqsadi

Shtangensirkul va mikrometr bilan o'lchash ko'nikmasini mustahkamlash, takroriy o'lchash natijalarini statistik qayta ishlash, qo'pol xatoliklarni aniqlash, A va B turdagi noaniqliklarni baholash va natijani xalqaro qabul qilingan shaklda yozish.

Jihozlar va materiallar

Shtangensirkul ShTs-I (0–125 mm, 0,1 mm), mikrometr MK 0–25 (0,01 mm), o'lchanadigan val namunalari (Ø20–25 mm), o'lchov plitkasi (yoki sozlash etaloni) 25 mm, kalkulyator yoki elektron jadval.

Nazariy ma'lumot

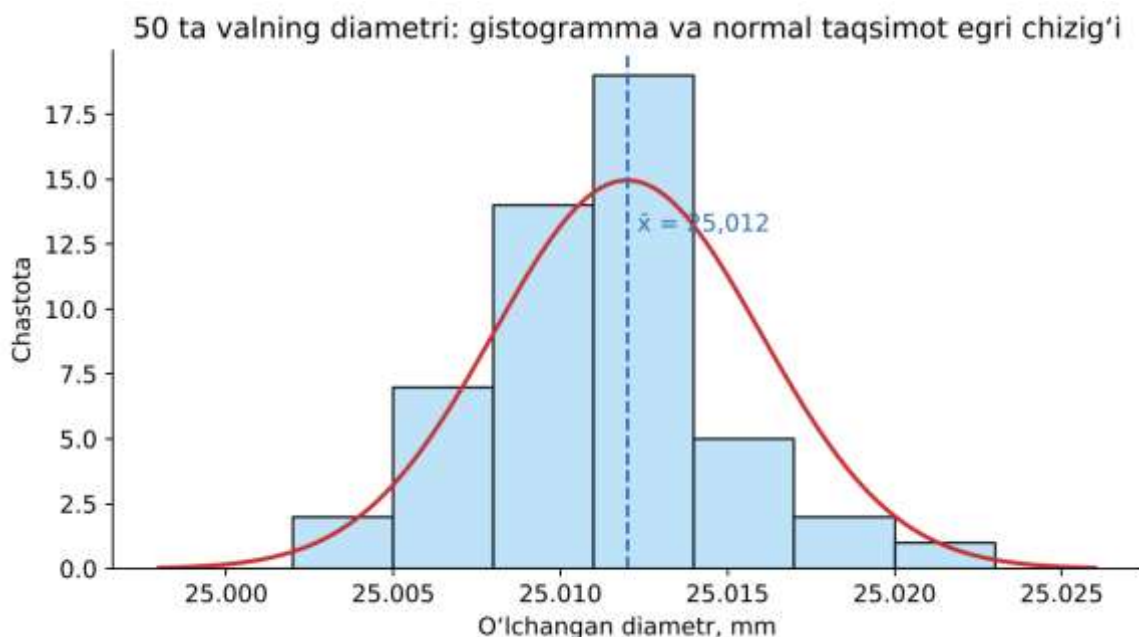
Takroriy o'lchashlar natijalarini qayta ishlash tartibi:

- o'rtacha arifmetik qiymat: $\bar{x} = \sum x_i / n$;
- har bir natijaning o'rtachadan og'ishi: $v_i = x_i - \bar{x}$ ($\sum v_i = 0$ – hisob to'g'riligini tekshirish);
- o'rtacha kvadratik og'ish (standart og'ish): $s = \sqrt{[\sum v_i^2 / (n - 1)]}$;
- qo'pol xatolikni tekshirish: $|v_i| > 3s$ bo'lsa natija chiqarib tashlanadi ($n \geq 10$ da; kichik n uchun Grubbs mezon);
- o'rtachaning standart og'ishi (A turdagi noaniqlik): $u_A = s / \sqrt{n}$;
- B turdagi noaniqlik (asbob xatoligi $\pm \Delta_{asb}$, tekis taqsimot): $u_B = \Delta_{asb} / \sqrt{3}$;
- yig'indi standart noaniqlik: $u_c = \sqrt{(u_A^2 + u_B^2)}$;
- kengaytirilgan noaniqlik: $U = k \cdot u_c$ ($k = 2$, $P \approx 95\%$).

Klassik yondashuvda tasodifiy xatolik chegarasi Styudent koeffitsiyenti bilan topiladi: $\varepsilon = t(P, n-1) \cdot s / \sqrt{n}$. $P = 0,95$ uchun t qiymatlari: $n = 5 - 2,776$; $n = 10 - 2,262$; $n = 20 - 2,093$; $n \rightarrow \infty - 1,96$.

O'lchash vositalarining chegaraviy xatoliklari (taxminiy): shtangensirkul ShTs-I (0,1 mm) – $\pm 0,05 \dots 0,10$ mm; ShTs-II (0,05 mm) – $\pm 0,05$ mm; mikrometr

MK (1-sinf) – $\pm 2 \dots 4$ mkm; indikator ICh-10 – $\pm 10 \dots 16$ mkm (to‘liq diapazonda);
richagli skoba – ± 2 mkm.



28-rasm. Takroriy o‘lchash natijalarining gistogrammasi va normal taqsimot

Namunaviy hisob

Topshiriq. Valning diametri mikrometr MK 0–25 bilan 10 marta o‘lchandi (mm): 25,012; 25,015; 25,010; 25,013; 25,011; 25,014; 25,012; 25,016; 25,009; 25,013. Mikrometrning chegaraviy xatoligi ± 4 mkm. Natijani noaniqlik bilan ifodalang.

1-qadam. O‘rtacha qiymat.

$$\bar{x} = 250,125/10 = 25,0125 \text{ mm}$$

2-qadam. Og‘ishlar va standart og‘ish (mkm hisobida):

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
v_i , mkm	–0,5	+2,5	–2,5	+0,5	–1,5	+1,5	–0,5	+3,5	–3,5	+0,5
v_i^2	0,25	6,25	6,25	0,25	2,25	2,25	0,25	12,25	12,25	0,25

$$\Sigma v_i = 0 \checkmark; \Sigma v_i^2 = 42,5 \text{ mkm}^2; s = \sqrt{(42,5/9)} = \sqrt{4,722} = 2,17 \text{ mkm}$$

3-qadam. Qo‘pol xatolik. $3s = 6,5$ mkm; eng katta $|v_i| = 3,5$ mkm $< 6,5$ – qo‘pol xatolik yo‘q.

4-qadam. A turdagi noaniqlik. $u_A = 2,17/\sqrt{10} = 0,69$ mkm.

5-qadam. B turdagi noaniqlik. $u_B = 4/\sqrt{3} = 2,31$ mkm.

6-qadam. Yig'indi va kengaytirilgan noaniqlik.

$$uc = \sqrt{(0,69^2 + 2,31^2)} = \sqrt{(0,476 + 5,336)} = \sqrt{5,812} = 2,41 \text{ mkm}; \quad U = 2 \cdot 2,41 = 4,8 \text{ mkm}$$

Natija: $d = (25,0125 \pm 0,0048) \text{ mm}$, $k = 2$, $P \approx 95 \%$. Yaxlitlab: $d = (25,012 \pm 0,005) \text{ mm}$.

Xulosa. Asosiy noaniqlik manbai – asbob (B turi), tasodifiy tarqoqlik esa kichik. Demak o'lchashlar sonini oshirish natijani deyarli yaxshilamaydi; aniqlikni oshirish uchun aniqroq asbob (richagli mikrometr, $\pm 1-2 \text{ mkm}$) kerak. Agar val chizmada $\varnothing 25h6 (24,987 \dots 25,000)$ bo'lsa, natija (25,012) dopuskdan tashqarida – val yaroqsiz (qayta ishlov bilan tuzatiladigan brak).

Ishni bajarish tartibi

1. Asboblarni tekshiring: shtangensirkul jag'lari yopilganda nolni ko'rsatishi, mikrometr 0 yoki etalon bo'yicha sozlanganligi.
2. Bitta valni shtangensirkul bilan 10 marta (turli kesim va yo'nalishlarda) o'lchang.
3. Xuddi shu valni mikrometr bilan 10 marta o'lchang.
4. Har bir seriya uchun $\bar{x}$, s , uA , uB , uc , U ni hisoblang.
5. Natijalarni $d = \bar{x} \pm U$ shaklida yozing va ikki asbobni taqqoslang.
6. Valning chizmadagi o'lchami bilan solishtirib, yaroqlilik xulosasini bering.

Nazorat savollari

1. O'rtacha kvadratik og'ish va o'rtachaning standart og'ishi orasidagi farq nimada?
2. Qo'pol xatolik qanday aniqlanadi va nima uchun natijalardan chiqarib tashlanadi?
3. A va B turdagi noaniqlik qanday baholanadi?
4. Nima uchun asbob xatoligi tekis taqsimlangan deb qabul qilinadi va $\sqrt{3}$ ga bo'linadi?
5. O'lchashlar sonini oshirish qachon natija aniqligini oshiradi, qachon oshirmaydi?

Test topshiriqlari

1. 5 ta o'lchash natijasi: 10,02; 10,04; 10,03; 10,05; 10,01 mm. O'rtacha qiymat qancha?
 - A) 10,02 mm
 - B) 10,04 mm
 - C) 10,03 mm
 - D) 10,05 mm
2. $s = 3$ mkm, $n = 9$ bo'lsa u_A qancha?
 - A) 1 mkm
 - B) 3 mkm
 - C) 0,33 mkm
 - D) 9 mkm
3. Asbob chegaraviy xatoligi $\pm 3,46$ mkm bo'lsa u_B taxminan qancha?
 - A) 3,46 mkm
 - B) 2 mkm
 - C) 1,15 mkm
 - D) 6 mkm
4. $u_A = 3$, $u_B = 4$ mkm bo'lsa u_C qancha?
 - A) 7 mkm
 - B) 1 mkm
 - C) 12 mkm
 - D) 5 mkm
5. $k = 2$ kengaytirish koeffitsiyenti qaysi ishonch ehtimolligiga mos keladi?
 - A) ≈ 68 %
 - B) ≈ 95 %
 - C) $\approx 99,7$ %
 - D) 100 %

KALIT: 1–C; 2–A; 3–B; 4–D; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Bitta detal qalinligini guruhdagi 5 ta tinglovchi bir xil shtangensirkul bilan o'lchasin (har biri 4 martadan). Natijalarni statistik qayta ishlang va kuzatuvchilar orasidagi farq (sub'ektiv xatolik) mavjudligini tahlil qiling.

2. Noaniqlik budjeti jadvalini tuzing: mikrometr bilan o'lchashda qanday manbalar (asbob, harorat, o'lchash kuchi, kuzatuvchi, takroriylik) bor va har biri qanday baholanadi?

2-AMALIY MASHG‘ULOT. UNIVERSAL HAMDA AVTOMATLASHTIRILGAN O‘LCHASH USULLARI

Ishning maqsadi

O‘lchov plitkalari to‘plamidan kerakli o‘lchamni tuzish, indikator bilan nisbiy (taqqoslash) usulda o‘lchash, bilvosita o‘lchash natijasining xatoligini hisoblash hamda avtomatlashtirilgan o‘lchash vositalari (pnevmatik asbob, KO‘M) ishlash tamoyili bilan tanishish.

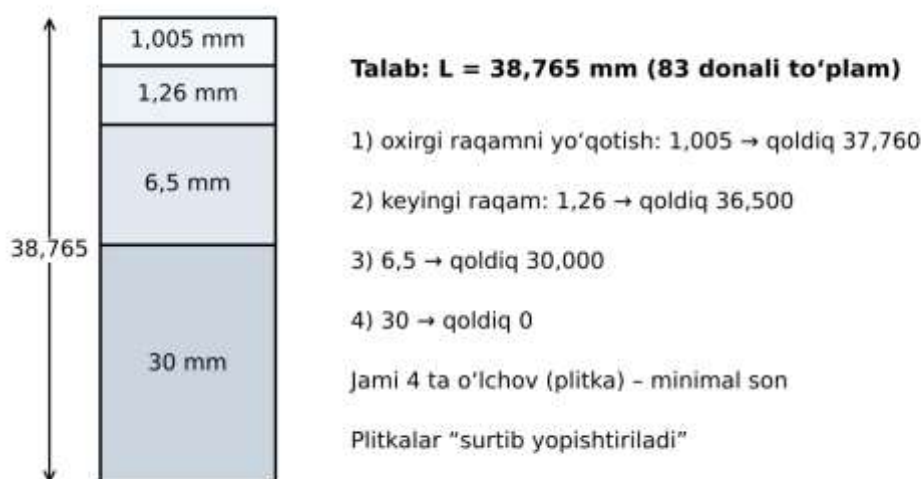
Jihozlar va materiallar

O‘lchov plitkalari to‘plami (83 dona, 1-sinf), indikator ICh-10 shtativ bilan, o‘lchov stoli, val namunalari, shtangensirkul, KO‘M yoki uning videoroliki, kalkulyator.

Nazariy ma’lumot

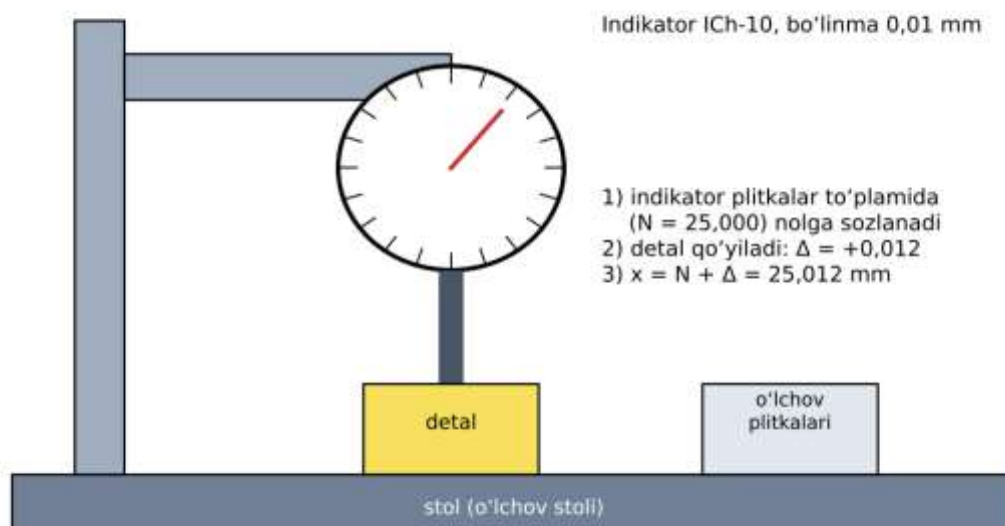
O‘lchov plitkalari – qarama-qarshi ikki o‘lchash yuzasi orasidagi masofa yuqori aniqlikda (1-sinfda $\pm 0,2 \dots 0,5$ mkm) tayyorlangan po‘lat yoki qattiq qotishma parallelepipedlar. Ular o‘lcham birligini etalondan ishchi o‘lchash vositalariga uzatadi va nisbiy o‘lchashlarda sozlash o‘lchovi sifatida ishlatiladi. Plitkalar silliq yuzalari bilan bir-biriga surtib yopishtiriladi (adgeziya hisobiga) va istalgan o‘lchamdagi blok hosil qiladi.

Blok tuzish qoidasi: minimal sonli plitkadan foydalanish (xatoliklar yig‘ilmasligi uchun); avval o‘lchamning oxirgi raqamini (mkm ulushini) yo‘qotadigan plitka, keyin keyingi raqamni yo‘qotadigani tanlanadi (29-rasm).



29-rasm. 83 donali to'plamdan 38,765 mm blokni tuzish

Nisbiy usulda o'lchash (30-rasm): indikator plitkalar bloki (N) bo'yicha nolga sozlanadi; so'ng detal qo'yilib, nominaldan og'ish Δ o'lqiladi; o'lcham $x = N + \Delta$. Asbob kichik diapazonda ishlagani uchun xatolik keskin kamayadi.



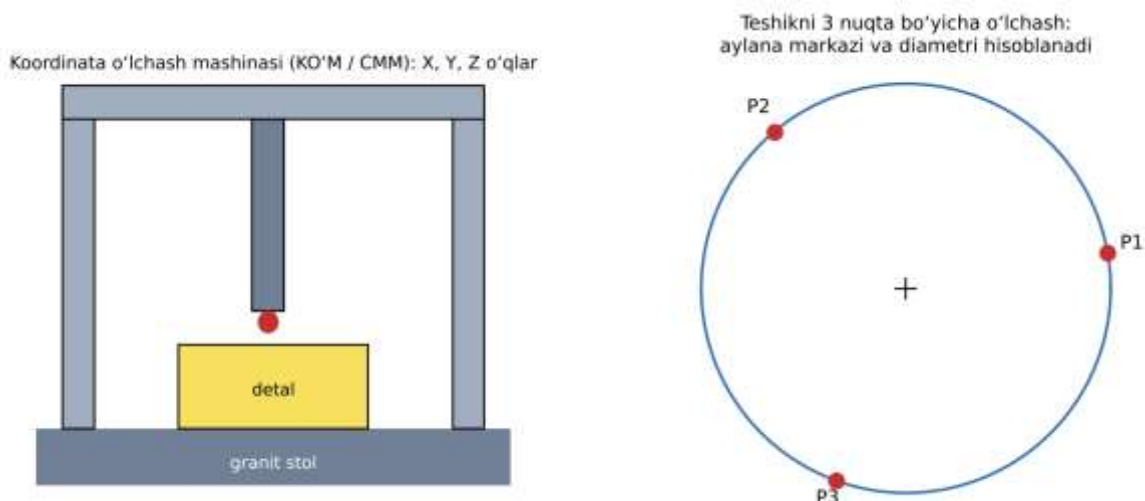
30-rasm. Indikator bilan nisbiy usulda o'lchash

Bilvosita o'lchash xatoligi. Agar $y = f(x_1, x_2, \dots)$ bo'lsa, y ning xatoligi:

$$\Delta y = \sqrt{(\partial f / \partial x_1 \cdot \Delta x_1)^2 + (\partial f / \partial x_2 \cdot \Delta x_2)^2 + \dots}$$

Avtomatlashtirilgan vositalar. Pnevmatik asboblari – siqilgan havo soplodan detal sirtiga chiqadi; tirqish o'zgarishi havo sarfi yoki bosimini o'zgartiradi (rotametr yoki manometr bilan o'lchanadi); kontaktsiz, 0,5–1 mkm aniqlik, teshiklar

va ichki sirtlar uchun qulay. **Induktiv datchiklar** elektr signal beradi va nazorat-saralash avtomatlarida ishlatiladi. **Koordinata o'lchash mashinalari (KO'M)** (31-rasm) – uch o'q bo'yicha harakatlanuvchi zond detal sirtidagi nuqtalar koordinatalarini qayd etadi, dastur esa ulardan diametr, markaz, masofa, shakl va joylashuv og'ishlarini hisoblaydi; aniqligi 1–5 mkm.



31-rasm. Koordinata o'lchash mashinasi va teshikni uch nuqta bo'yicha o'lchash

Namunaviy hisob

1-masala. Plitkalar bloki. 83 donali to'plam tarkibi: 1,005; 1,01...1,49 (qadam 0,01, 49 dona); 1,5...9,5 (qadam 0,5, 17 dona); 10...100 (qadam 10, 10 dona) va boshqalar. 38,765 mm uchun:

$$38,765 - 1,005 = 37,760; \quad 37,760 - 1,26 = 36,500; \quad 36,500 - 6,5 = 30,000; \quad 30 - 30 = 0$$

Blok: $1,005 + 1,26 + 6,5 + 30 = 38,765$ mm (4 ta plitka).

2-masala. Nisbiy o'lchash. Indikator 25,000 mm blok bo'yicha nolga sozlangan. Uchta val uchun ko'rsatishlar: +0,012; -0,004; +0,021 mm. O'lchamlar: 25,012; 24,996; 25,021 mm. Chizmada Ø25 (+0,021/+0,008) (m6) bo'lsa: 1-val – yaroqli; 2-val – kichik (tuzatib bo'lmaydigan brak); 3-val – yuqori chegarada, yaroqli.

3-masala. Bilvosita o'lchash. Yoy radiusi vatar s va segment balandligi h orqali topiladi: $R = s^2/(8h) + h/2$. O'lchandi: $s = 60,00 \pm 0,02$ mm, $h = 5,00 \pm 0,02$ mm.

$$R = 3600/40 + 2,5 = 92,5 \text{ mm}$$

$$\partial R/\partial s = s/(4h) = 3,0; \quad \partial R/\partial h = -s^2/(8h^2) + 1/2 = -18 + 0,5 = -17,5$$

$$\Delta R = \sqrt{[(3,0 \cdot 0,02)^2 + (17,5 \cdot 0,02)^2]} = \sqrt{(0,0036 + 0,1225)} = 0,355 \text{ mm}$$

Xulosa: natijaga asosan h ning xatoligi ta'sir qiladi (koeffitsiyent 17,5); aniqlikni oshirish uchun h ni aniqroq (indikator bilan) o'lchash kerak.

4-masala. KO'M da teshik. Teshik sirtida uch nuqta olindi: $P_1(20,003; 0,000)$, $P_2(-9,998; 17,325)$, $P_3(-10,004; -17,322)$ mm. Dastur ularning aylanma markazini $(0,000; 0,001)$ va radiusini 20,003 mm deb hisobladi $\rightarrow$ diametr 40,006 mm. Uch nuqta faqat "aylana" beradi; shakl og'ishini aniqlash uchun kamida 7–8 nuqta (yoki skanerlash) olinadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Variant bo'yicha (quyidagi jadval) plitkalar blokini tuzing va tarkibini yozing.
2. Indikatorni blok bo'yicha nolga sozlang, 3 ta detalni o'lchang, yaroqlilik xulosasini bering.
3. Bilvosita o'lchash masalasini (variant bo'yicha) yeching.
4. KO'M yoki pnevmatik asbobning ishlash tamoyilini sxema bilan tavsiflang.

Variant	Blok o'lchami, mm	Detal chizmasi	s, mm	h, mm
1	27,435	Ø28 (+0,015/+0,002)	50	4
2	43,875	Ø44 (−0,025/−0,050)	80	6
3	19,285	Ø20 (+0,028/+0,015)	40	3
4	56,345	Ø56 (0/−0,019)	100	8
5	32,505	Ø32 (+0,018/+0,002)	70	5

Nazorat savollari

1. O'lchov plitkalari nima uchun ishlatiladi? Blok tuzish qoidasini tushuntiring.
2. Nisbiy usul absolyut usulga nisbatan nima uchun aniqroq?
3. Bilvosita o'lchash xatoligi qanday hisoblanadi?
4. Pnevmatik o'lchash asbobining ishlash tamoyili qanday?
5. KO'M qanday parametrlarni o'lchay oladi? Uning afzalliklari nimada?

Test topshiriqlari

1. 83 donali to'plamdan 24,365 mm blok tuzishda birinchi tanlanadigan plitka qaysi?

- A) 20
- B) 1,365
- C) 1,005
- D) 4

2. Indikator 30,000 mm blok bo'yicha sozlangan, ko'rsatish $-0,008$ mm.

O'lcham qancha?

- A) 30,008 mm
- B) 29,992 mm
- C) 29,920 mm
- D) 30,080 mm

3. Kontaktsiz o'lchash vositasi qaysi?

- A) mikrometr
- B) pnevmatik asbob
- C) shtangensirkul
- D) indikator

4. $y = x_1 + x_2$, $\Delta x_1 = 3$, $\Delta x_2 = 4$ mkm bo'lsa Δy (kvadratik yig'indi) qancha?

- A) 7 mkm
- B) 5 mkm
- C) 1 mkm
- D) 12 mkm

5. KO'M ning asosiy vazifasi nima?

- A) detalga ishlov berish
- B) sirt nuqtalari koordinatalari bo'yicha o'lcham va og'ishlarni hisoblash
- C) detalni toblash
- D) faqat g'adir-budurlikni o'lchash

KALIT: 1–C; 2–B; 3–B; 4–B; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. 87 donali to'plam tarkibini ma'lumotnomadan toping va 47,893 hamda 62,017 mm bloklarni tuzing.

2. Tsilindrning hajmi $V = \pi \cdot d^2 \cdot h / 4$ bilvosita o'lchanadi: $d = 20,00 \pm 0,01$ mm, $h = 50,00 \pm 0,05$ mm. V va uning xatoligini hisoblang, qaysi o'lchamni aniqroq o'lchash kerakligini asoslang.

3-AMALIY MASHG‘ULOT. STANDARTLASHTIRISHDA QO‘LLANILADIGAN UNIFIKATSIYA, AGREGATLASH VA TIPIZATSIYALASH USULLARI

Ishning maqsadi

Afzal sonlar qatorlari asosida parametrik qatorlarni tuzish, unifikatsiya va standartlashtirish darajasi ko‘rsatkichlarini hisoblash, agregatlash va tipizatsiyalashning iqtisodiy samarasini baholash.

Jihozlar va materiallar

Afzal sonlar jadvali (ISO 3), buyum spetsifikatsiyasi namunasi (detallar ro‘yxati), kalkulyator yoki elektron jadval.

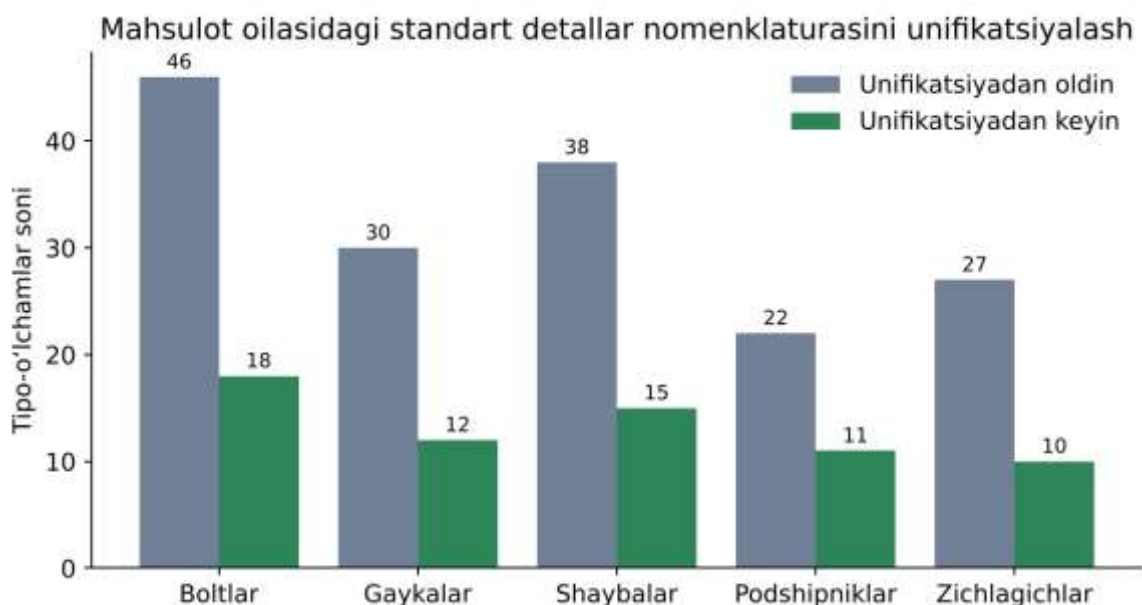
Nazariy ma’lumot

Parametrik qator – bir xil vazifadagi buyumlarning asosiy parametri bo‘yicha qonuniy tuzilgan qatori (elektr dvigatellar quvvati, nasos unumdorligi, valning diametrlari). Afzal sonlar asosida tuzilgan qatorlarning afzalligi – ular ko‘paytirish va bo‘lishda yana shu qator sonlarini beradi, qo‘shni parametrlar o‘zaro muvofiqlashadi.

Unifikatsiya (32-rasm) – bir xil vazifadagi buyumlar, detallar, uzellarning turlarini asoslangan holda qisqartirish. Unifikatsiya darajasi ko‘rsatkichlari:

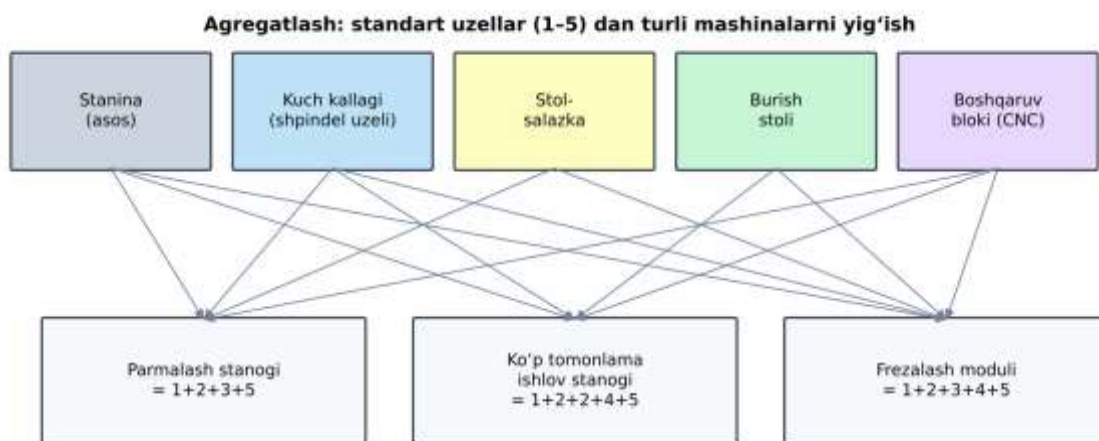
$$Kq = (n - n_o)/n \cdot 100 \% \quad (qo'llanuvchanlik\ ko'effitsiyenti)$$

bu yerda n – buyumdagi detallar turlarining umumiy soni, n_o – original (faqat shu buyum uchun ishlab chiqilgan) detallar turlari soni. Shuningdek **standartlashtirish ko'effitsiyenti** $Kst = n_{st}/n \cdot 100 \%$ (n_{st} – standart detallar turlari soni).



32-rasm. Standart detallar nomenklaturasini unifikatsiyalash natijasi

Agregatlash (33-rasm) – mashinalarni geometrik va funksional jihatdan o‘zaro almashinuvchan standart uzellardan yig‘ish. Agregat stanoklar, modulli konveyerlar, kompyuterlar (blokklar), modulli mebel – yorqin misollar. Agregatlash yangi mashinani loyihalash muddatini 2–3 marta qisqartiradi, ta‘mirlashni soddalashtiradi.



33-rasm. Agregatlash: standart uzellardan turli stanoklarni yig‘ish

Tipizatsiyalash – eng xarakterli ob‘ekt asosida namunaviy (tipaviy) konstruktiv yoki texnologik yechim ishlab chiqish. Mashinasozlikda **tipaviy texnologik jarayonlar** (o‘xshash detallar sinfi uchun yagona marshrut: vallar, vtulkalar, diskalar) va **guruhli texnologiya** (S.P. Mitrofanov) – bir xil jihoz va moslamada o‘xshash detallar guruhiga ishlov berish – keng qo‘llaniladi.

Iqtisodiy samara. Yillik iqtisodiy samara taxminan:

$$E = (C_1 - C_2) \cdot N - E_n \cdot K$$

bu yerda C_1 , C_2 – standartlashtirishgacha va keyin bitta buyum tannarxi, N – yillik dastur, K – qo‘shimcha kapital xarajat, E_n – samaradorlik normativ koeffitsiyenti (0,15).

Namunaviy hisob

1-masala. Parametrik qator. Val diametrlari 20 dan 50 mm gacha R20 qatoridan: 20; 22,4; 25; 28; 31,5; 35,5; 40; 45; 50 mm (yaxlitlangan R'20: 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50). Agar R10 olinsa: 20; 25; 31,5; 40; 50 – atigi 5 ta o‘lcham, ya’ni asbob (razvertka, kalibr) soni 9 dan 5 ga kamayadi.

2-masala. Unifikatsiya darajasi. Uyda ishlatiladigan elektr go’sht qiymalagich 64 xil detaldan iborat: 20 tasi standart (vintlar, gaykalar, podshipniklar), 18 tasi boshqa buyumlardan olingan (unifikatsiyalangan – dvigatel, kalit), 26 tasi original.

$$Kq = (64 - 26)/64 \cdot 100 = 59,4 \%; \quad Kst = 20/64 \cdot 100 = 31,3 \%$$

Agar konstruktor 6 ta original detalni standart yoki unifikatsiyalangan bilan almashtirsa, $Kq = (64 - 20)/64 = 68,8 \%$ gacha oshadi.

3-masala. Iqtisodiy samara. Zavod bolt turlarini 46 dan 18 ga qisqartirdi. Natijada har bir tur seriyasi oshib, bitta boltning tannarxi 850 so‘mdan 620 so‘mgacha kamaydi. Yillik ehtiyoj $N = 400\,000$ dona, qo‘shimcha xarajat (yangi asboblarni, hujjatlar) $K = 20\,000\,000$ so‘m.

$$E = (850 - 620) \cdot 400\,000 - 0,15 \cdot 20\,000\,000 = 92\,000\,000 - 3\,000\,000 = 89\,000\,000 \text{ so‘m/yil}$$

Ishni bajarish tartibi

1. Variant bo‘yicha parametrik qatorni R5, R10, R20 qatorlarida tuzing va tiplar sonini taqqoslang.
2. Berilgan buyum spetsifikatsiyasi bo‘yicha Kq va Kst ni hisoblang.
3. Unifikatsiya taklifini bering va ko‘rsatkichlarni qayta hisoblang.
4. Iqtisodiy samarani hisoblang.

5. Agregatlash yoki tipizatsiyalashga 2 ta misolni sxema bilan tavsiflang.

Variant	Parametrik qator	Detallar: jami / standart / unifik. / original	$C_1 \rightarrow C_2$, so'm; N; K, mln so'm
1	Dvigatel quvvati 1–10 kVt	52 / 15 / 12 / 25	1200 → 950; 200 000; 15
2	Nasos unumdorligi 10–100 l/min	80 / 30 / 20 / 30	5400 → 4700; 50 000; 25
3	Shkiv diametri 50–200 mm	45 / 12 / 8 / 25	3100 → 2600; 80 000; 12
4	Bak sig'imi 25–250 l	38 / 10 / 10 / 18	9500 → 8200; 20 000; 18
5	Vint diametri 4–24 mm	70 / 28 / 17 / 25	300 → 210; 1 000 000; 30

Nazorat savollari

1. Afzal sonlar nima uchun geometrik progressiya asosida tuzilgan?
2. Unifikatsiya va simplifikatsiya orasidagi farq nima?
3. Qo'llanuvchanlik koeffitsiyenti qanday hisoblanadi va nimani ko'rsatadi?
4. Agregatlashning afzalliklarini misollar bilan tushuntiring.
5. Tipaviy texnologik jarayon va guruhli texnologiya nima?

Test topshiriqlari

1. R5 qatorining 1 dan 10 gacha bo'lgan hadlari qaysi?
 - A) 1; 2; 4; 6; 8; 10
 - B) 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10
 - C) 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5
 - D) 1; 3; 5; 7; 10
2. $n = 50$, $n_o = 20$ bo'lsa Kq qancha?
 - A) 40 %
 - B) 60 %
 - C) 20 %
 - D) 70 %
3. Stanokni standart kuch kallaklari va stollardan yig'ish qaysi usul?
 - A) tipizatsiyalash
 - B) agregatlash
 - C) simplifikatsiya
 - D) sertifikatlash

4. O'xshash detallar guruhiga bir xil moslamada ishlov berish qanday ataladi?
- A) guruhli texnologiya
 - B) agregatlash
 - C) kalibrlash
 - D) unifikatsiya koeffitsiyenti
5. R10 qatorida 4 dan keyingi had qaysi?
- A) 4,5
 - B) 5
 - C) 6,3
 - D) 8

KALIT: 1–B; 2–B; 3–B; 4–A; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Maktab ustaxonasidagi asboblarni (parmalar, kalitlar, vintlar) to'plamini tahlil qiling: qanday o'lchamlar qatori ishlatilgan, ular afzal sonlarga mosmi? Unifikatsiya bo'yicha taklif tayyorlang.

2. Velosiped misolida standart, unifikatsiyalangan va original detallar ro'yxatini tuzing va K_q , K_{st} ni taxminiy hisoblang.

4-AMALIY MASHG'ULOT. O'ZARO ALMASHINUVCHANLIK TUSHUNCHASI, UNING ASOSLARI VA VAZIFALARI

Ishning maqsadi

Detallar o'lchamlarining tarqoqligi va o'zaro almashinuvchanlik orasidagi bog'lanishni tahlil qilish; zazor va natyagning ehtimoliy taqsimotini hisoblash; birikmada brak (talab qilinmagan zazor yoki natyag) ehtimolligini aniqlash.

Jihozlar va materiallar

Teshik va val o'lchamlari bo'yicha statistik ma'lumotlar, ISO 286 jadvallari, normal taqsimot funksiyasi (Laplas) jadvali yoki elektron jadval.

Nazariy ma'lumot

O'zaro almashinuvchanlikning asoslari: (1) **parametrlarni me'yorlash** – o'lchamlar, shakl, g'adir-budurlik, mexanik xossalarga dopusklar; (2) **standartlashtirish** – yagona dopusk tizimi; (3) **texnologik ta'minot** – dopuskni ushlab turishga qodir jihozlar; (4) **metrologik ta'minot** – ishonchli nazorat.

Ommaviy ishlab chiqarishda detal o'lchamlari tasodifiy kattalik bo'lib, ko'pincha normal qonun bo'yicha taqsimlanadi; dopusk T va o'rtacha kvadratik og'ish σ orasida $T = 6\sigma$ deb qabul qilinadi (jarayon “uch sigma” bilan sozlangan). Birikmada zazor $S = D - d$ ham tasodifiy kattalik bo'ladi:

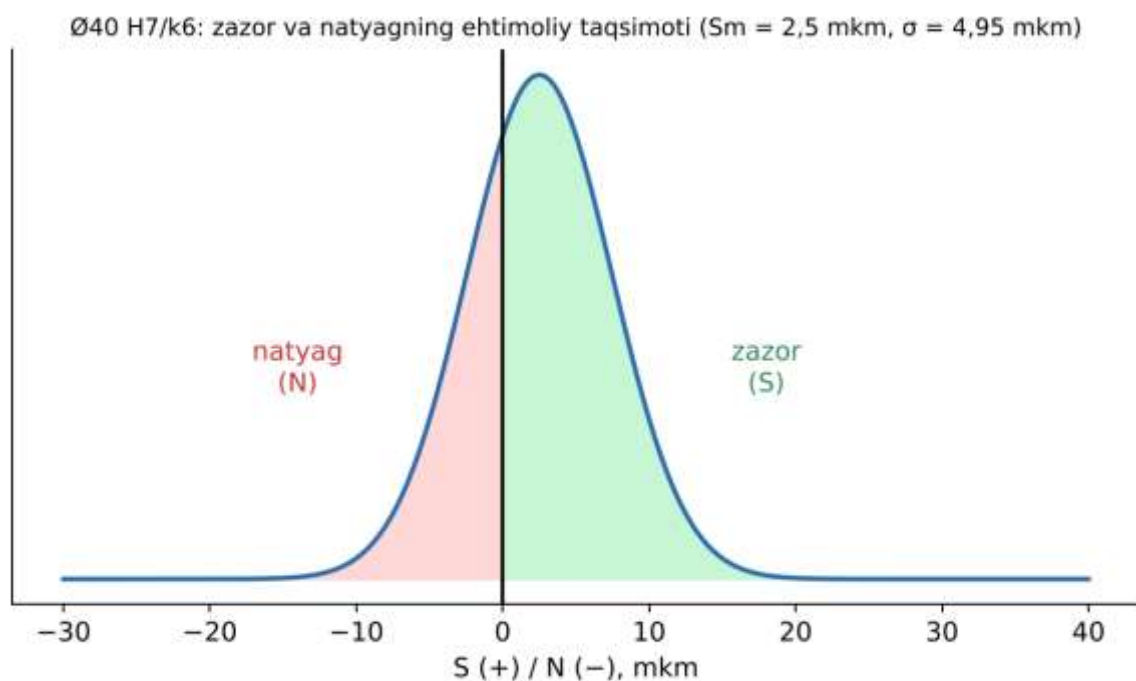
$$S_m = D_m - d_m; \quad \sigma_S = \sqrt{(\sigma_D^2 + \sigma_d^2)}; \quad \sigma_D = TD/6, \quad \sigma_d = Td/6$$

Ehtimoliy chekli zazorlar: $S_{\max, \text{eht}} = S_m + 3\sigma_S$, $S_{\min, \text{eht}} = S_m - 3\sigma_S$. Ular maksimum–minimum qiymatlaridan sezilarli kichik – chunki eng katta teshik bilan eng kichik valning uchrashishi juda kam ehtimolli.

O'tuvchi o'tqazishda natyag ehtimolligi:

$$P(N) = P(S < 0) = 0,5 - \Phi(S_m/\sigma_S)$$

bu yerda $\Phi(z)$ – Laplas funksiyasi: $\Phi(0,5) = 0,1915$; $\Phi(1,0) = 0,3413$; $\Phi(1,5) = 0,4332$; $\Phi(2,0) = 0,4772$; $\Phi(3,0) = 0,49865$.



34-rasm. Ø40 H7/k6 o'tqazishda zazor va natyagning ehtimoliy taqsimoti

Namunaviy hisob

Topshiriq. Ø40 H7/k6 o'tqazish (H7: 0...+25; k6: +2...+18 mkm) uchun ehtimoliy zazor va natyaglarni hamda natyagli birikmalar ulushini aniqlang.

1-qadam. O'rta chetlanishlar. Teshik: $E_m = (25 + 0)/2 = 12,5$ mkm; val: $e_m = (18 + 2)/2 = 10$ mkm.

$$S_m = 12,5 - 10 = 2,5 \text{ mkm}$$

2-qadam. Standart og'ishlar.

$$\sigma_D = 25/6 = 4,17 \text{ mkm}; \quad \sigma_d = 16/6 = 2,67 \text{ mkm}; \quad \sigma_S = \sqrt{(4,17^2 + 2,67^2)} = \sqrt{(17,36 + 7,11)} = 4,95 \text{ mkm}$$

3-qadam. Ehtimoliy chegaralar.

$$S_{\max, \text{eht}} = 2,5 + 3 \cdot 4,95 = 17,3 \text{ mkm}; \quad N_{\max, \text{eht}} = 3 \cdot 4,95 - 2,5 = 12,4 \text{ mkm}$$

Maksimum–minimum usulida esa $S_{\max} = 23$ mkm, $N_{\max} = 18$ mkm edi (11-rasm, b).

4-qadam. Natyag ehtimolligi. $z = S_m/\sigma_S = 2,5/4,95 = 0,505 \rightarrow \Phi(0,505) \approx 0,193$.

$$P(N) = 0,5 - 0,193 = 0,307 \approx 31 \%$$

Demak yig'ilgan birikmalarning taxminan 31 % ida natyag, 69 % ida zazor bo'ladi (34-rasm). Bu natija podshipnik yoki shkiv uchun o'tqazish tanlashda muhim: masalan, zich markazlash talab etilsa, H7/m6 yoki H7/n6 tanlanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Variant bo'yicha o'tqazishni yozib oling, ISO 286 dan chetlanishlarni toping.
2. Maksimum–minimum usulida zazor (natyag) larni hisoblang.
3. Ehtimoliy usulda S_m , σ_S , ehtimoliy chegaralarni hisoblang.
4. O'tuvchi o'tqazish bo'lsa, natyag va zazor ehtimolligini toping.
5. Taqsimot egri chizig'ini chizing, natijalarni taqqoslang.

Variant	O'tqazish	Teshik chetlanishlari, mkm	Val chetlanishlari, mkm
1	Ø30 H7/js6	0...+21	-6,5...+6,5
2	Ø50 H7/m6	0...+25	+9...+25
3	Ø25 H7/n6	0...+21	+15...+28
4	Ø60 H7/k6	0...+30	+2...+21
5	Ø40 H8/h7	0...+39	-25...0

Nazorat savollari

1. O'zaro almashinuvchanlikning to'rt asosini tushuntiring.
2. Nima uchun dopusk $T = 6\sigma$ deb qabul qilinadi?
3. Zazorning o'rtacha kvadratik og'ishi qanday hisoblanadi?
4. Ehtimoliy chekli zazorlar maksimum–minimum qiymatlaridan nima uchun kichik?
5. O'tuvchi o'tqazishda natyag ehtimolligi qanday aniqlanadi?

Test topshiriqlari

1. $TD = 30$ mkm bo'lsa σ_D qancha?
 - A) 30 mkm
 - B) 10 mkm
 - C) 5 mkm
 - D) 3 mkm
2. $\sigma_D = 3$, $\sigma_d = 4$ mkm bo'lsa σ_S qancha?

- A) 7 mkm
 - B) 5 mkm
 - C) 1 mkm
 - D) 12 mkm
3. $S_m = 0$ bo'lgan o'tuvchi o'tqazishda natyag ehtimolligi qancha?
- A) 0
 - B) 50 %
 - C) 100 %
 - D) 31 %
4. O'zaro almashinuvchanlikning metrologik ta'minoti nimani bildiradi?
- A) ishonchli o'lchash va nazoratni
 - B) detal narxini
 - C) materialni tanlashni
 - D) yig'ish tezligini
5. $\varnothing 40$ H7/k6 da S_m qancha?
- A) 12,5 mkm
 - B) 10 mkm
 - C) 2,5 mkm
 - D) 0

KALIT: 1–C; 2–B; 3–B; 4–A; 5–C

Mustaqil topshiriqlar

1. $\varnothing 50$ H7/n6 (n_6 : +17...+33 mkm) o'tqazish uchun natyag ehtimolligini hisoblang va uning "zich o'tuvchi" deb atalishini asoslang.
2. Agar texnologik jarayon "to'rt sigma" bilan sozlansa ($T = 8\sigma$), 4-amaliy mashg'ulot misolidagi ehtimoliy chegaralar qanday o'zgaradi? Hisoblab, xulosa yozing.

5-AMALIY MASHG‘ULOT. O‘ZARO ALMASHINUVCHANLIK TURLARI, ZAMONAVIY HOLATI VA ISTIQBOLLARI

Ishning maqsadi

O‘zaro almashinuvchanlik turlarini tahlil qilish, to‘liqmas almashinuvchanlik usuli sifatida selektiv yig‘ishni hisoblash (guruhlar soni, guruh dopuski, guruh chegaralari) va zamonaviy ishlab chiqarishdagi tendensiyalarni o‘rganish.

Jihozlar va materiallar

ISO 286 jadvallari, kalkulyator, mashinalardan uzal namunalari (podshipnik, porshen–barmoq juftligi rasmlari).

Nazariy ma’lumot

O‘zaro almashinuvchanlik turlari 35-rasmda keltirilgan.

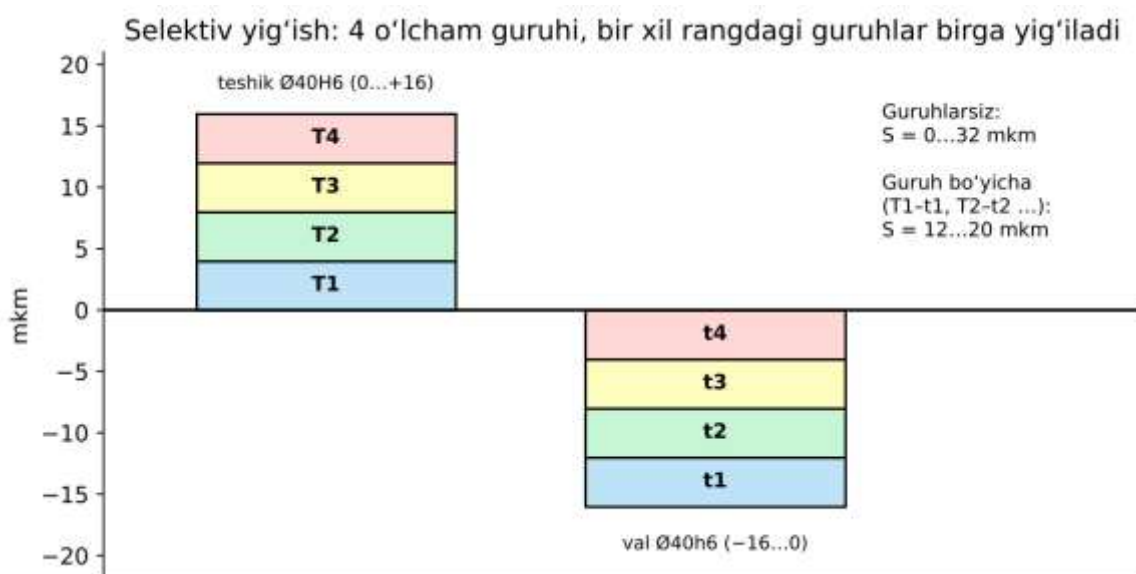


35-rasm. O‘zaro almashinuvchanlik turlari

To‘liq almashinuvchanlik iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlaydi, agar talab etilgan dopusk mavjud texnologiya bilan arzon ta’minlansa. Agar birikmaga juda tor zazor (natyag) talab etilsa, detallarni shunchalik aniq tayyorlash juda qimmatlashadi. Bunday hollarda **to‘liqmas almashinuvchanlik** usullari qo‘llaniladi:

- **selektiv (guruhli) yig‘ish** – detallar o‘lchami bo‘yicha n ta guruhga saralanadi va bir xil guruhdagi detallar yig‘iladi (36-rasm); detallar kengaytirilgan (iqtisodiy) dopusk bilan tayyorlanadi, birikma esa tor zazor diapazoniga ega bo‘ladi. Dvigatel porsheni–barmoq–shatun, podshipnik halqalari–sharchalar, plunjer juftliklarida qo‘llaniladi;

- **rostlash** – kompensator (qistirma, rostlash vinti) yordamida yopuvchi zveno aniqligiga erishish;
- **moslash (prigonka)** – yig‘ishda bitta detalga qo‘shimcha ishlov berish (yakka ishlab chiqarish va ta‘mirda).



36-rasm. Selektiv yig‘ish sxemasi (Ø40 H6/h6, 4 guruh)

Selektiv yig‘ish hisobi. Guruh dopusklari: $TD_{gr} = TD/n$, $Td_{gr} = Td/n$. Guruhdagi zazorlar barcha guruhlarda bir xil bo‘lishi uchun $TD = Td$ bo‘lishi kerak. Guruhlar soni talab etilgan zazor diapazonidan aniqlanadi:

$$n = (TD + Td)/(TS_{gr})$$

bu yerda $TS_{gr} = S_{max,gr} - S_{min,gr}$ – talab qilingan guruh zazor dopuski.

Zamonaviy holat va istiqbollar: geometrik mahsulot spetsifikatsiyasi (GPS, ISO 14638) tizimi – o‘lcham, shakl, joylashuv va g‘adir-budurlik talablarining yagona “tili”; 3D modelga asoslangan aniqlash (MBD, ISO 16792) – dopusklar chizmada emas, raqamli modelda beriladi; raqamli egizaklar va avtomatik o‘lchash; additiv texnologiyalarda (3D bosma) almashinuvchanlik muammolari; xalqaro kooperatsiya va global ta‘minot zanjirlari uchun ISO standartlari bilan uyg‘unlashuv.

Namunaviy hisob

Topshiriq. Plunjer juftligida Ø40 mm birikmada zazor 12...20 mkm bo‘lishi talab qilinadi ($TS_{gr} = 8$ mkm). To‘liq almashinuvchanlik uchun teshik va val

dopusklari $TD + Td = 8 \text{ mkm}$, ya'ni har biri 4 mkm – bu IT3 dan ham aniq va juda qimmat. Selektiv yig'ishni qo'llang.

1-qadam. Detallarni iqtisodiy aniqlikda tayyorlaymiz: teshik $\varnothing 40H6$ ($0...+16$), val $\varnothing 40h6$ ($-16...0$) mkm; $TD = Td = 16 \text{ mkm}$.

2-qadam. Guruhlar soni.

$$n = (16 + 16)/8 = 4$$

3-qadam. Guruh chegaralari (guruh dopuski $16/4 = 4 \text{ mkm}$):

Guruh	Teshik, mm	Val, mm	Smin, mkm	Smax, mkm
1	40,000...40,004	39,984...39,988	12	20
2	40,004...40,008	39,988...39,992	12	20
3	40,008...40,012	39,992...39,996	12	20
4	40,012...40,016	39,996...40,000	12	20

Masalan, 1-guruh: $S_{min} = 40,000 - 39,988 = 0,012 \text{ mm}$; $S_{max} = 40,004 - 39,984 = 0,020 \text{ mm}$.

Xulosa. Saralashsiz H6/h6 birikmasida zazor $0...32 \text{ mkm}$ bo'lardi; selektiv yig'ish 4 marta tor ($12...20 \text{ mkm}$) zazorni detallarni 4 marta arzonroq aniqlik bilan tayyorlab ta'minlaydi. Kamchiliklari: saralash uchun qo'shimcha nazorat, guruhlarda detallar sonining tengsizligi (tugallanmagan ishlab chiqarish), ehtiyot qism faqat guruh bo'yicha almashtiriladi.

Ishni bajarish tartibi

1. O'zaro almashinuvchanlik turlarining har biriga real mashina misolini keltiring (jadval shaklida).
2. Variant bo'yicha selektiv yig'ish hisobini bajaring: n , guruh dopusklari, guruh chegaralari jadvali.
3. Saralashsiz va saralangan holat uchun zazor diapazonlarini taqqoslang.
4. Zamonaviy tendensiyalardan biri bo'yicha qisqa ma'ruza (3–4 daqiqa) tayyorlang.

Variant	Birikma	Teshik	Val	Talab qilingan S yoki N, mkm
1	porshen–barmoq $\varnothing 25$	$\varnothing 25 H6$ ($0...+13$)	$\varnothing 25 h6$ ($-13...0$)	$S = 6,5...13$

Variant	Birikma	Teshik	Val	Talab qilingan S yoki N, mkm
2	plunjer Ø16	Ø16 H6 (0...+11)	Ø16 h6 (-11...0)	S = 5,5...11
3	vtulka–val Ø50	Ø50 H7 (0...+25)	Ø50 h7 (-25...0)	S = 12,5...25
4	podshipnik halqasi Ø60	Ø60 H6 (0...+19)	Ø60 h6 (-19...0)	S = 9,5...19

Nazorat savollari

1. To‘liq va to‘liqmas almashinuvchanlikning farqi nimada? Har biriga misol keltiring.
2. Tashqi va ichki almashinuvchanlik podshipnik misolida qanday namoyon bo‘ladi?
3. Selektiv yig‘ishda nima uchun $TD = Td$ bo‘lishi maqsadga muvofiq?
4. Selektiv yig‘ishning afzallik va kamchiliklarini ayting.
5. GPS va MBD tizimlarining mohiyati nimada?

Test topshiriqlari

1. $TD + Td = 30$ mkm, talab qilingan guruh zazor dopuski 10 mkm bo‘lsa guruhlar soni qancha?
 - A) 2
 - B) 3
 - C) 5
 - D) 10
2. Podshipnikning tashqi diametri va teshigi bo‘yicha almashinuvchanlik qanday ataladi?
 - A) ichki
 - B) funksional
 - C) tashqi
 - D) to‘liqmas
3. Kompensator yordamida yopuvchi zveno aniqligiga erishish qaysi usul?
 - A) rostlash
 - B) moslash
 - C) selektiv yig‘ish
 - D) to‘liq almashinuvchanlik

4. Dvigatel porshen barmog'i juftligida ko'pincha qaysi usul qo'llaniladi?
- A) selektiv yig'ish
 - B) moslash
 - C) payvandlash
 - D) agregatlash
5. $TD = 16 \text{ mkm}$, $n = 4$ bo'lsa guruh dopuski qancha?
- A) 64 mkm
 - B) 4 mkm
 - C) 16 mkm
 - D) 8 mkm

KALIT: 1–B; 2–C; 3–A; 4–A; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Avtomobil dvigatelini ta'mirlashda "ta'mir o'lchamlari" (porshen va gilzaning kattalashtirilgan o'lchamlari) tizimi qanday ishlashini o'rganing va uning o'zaro almashinuvchanlik turlari bilan bog'lanishini tushuntiring.

2. 3D printerda bosilgan ikki detal (masalan, vtulka va val) birikmasida o'lcham tarqoqligi qanday bo'lishini tajribada aniqlang (kamida 5 juft) va o'zaro almashinuvchanlikni ta'minlash bo'yicha tavsiyalar bering.

6-AMALIY MASHG'ULOT. CHEKLI OG'ISHLAR, DOPUSK MAYDONI VA CHIZMALARDA ULARNI BELGILASH USULLARI

Ishning maqsadi

ISO 286 jadvallaridan foydalanib teshik va vallarning chekli chetlanishlarini topish, chekli o'lchamlar va dopuskni hisoblash, dopusk maydonlari sxemasini chizish va chizmada chetlanishlarni uch usulda belgilash ko'nikmasini shakllantirish.

Jihozlar va materiallar

ISO 286-2 jadvallari (yoki ma'lumotnoma), chizmachilik asboblari yoki CAD dasturi, detal chizmalari namunalari.

Nazariy ma'lumot

Dopusk maydoni ikkita ma'lumot bilan aniqlanadi: **asosiy chetlanish** (harf – maydonning nol chizig'iga nisbatan holati) va **kvalitet** (raqam – maydon kengligi). Ikkinchi chetlanish quyidagicha hisoblanadi:

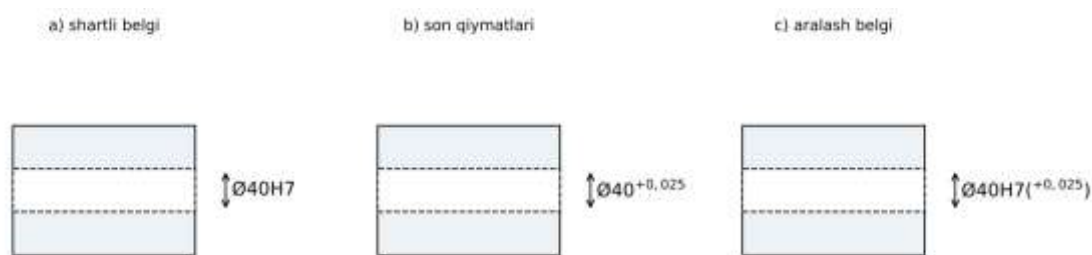
$$\text{teshik: } ES = EI + IT \text{ yoki } EI = ES - IT; \quad \text{val: } es = ei + IT \text{ yoki } ei = es - IT$$

Masalan, Ø40g6: asosiy chetlanish g uchun $es = -9 \text{ mkm}$ (30–50 mm), $IT_6 = 16 \text{ mkm} \rightarrow ei = -9 - 16 = -25 \text{ mkm}$.

Teshiklar uchun asosiy chetlanishlar odatda vallarnikiga oynasimon: $EI(F) = -es(f)$, $ES(K...ZC)$ esa ba'zi hollarda Δ tuzatmasi bilan aniqlanadi: $ES = -ei + \Delta$, bu yerda $\Delta = IT_n - IT_{n-1}$ (masalan, 30–50 mm da K7 uchun $\Delta = 25 - 16 = 9 \text{ mkm}$: $ES = -2 + 9 = +7 \text{ mkm}$, $EI = 7 - 25 = -18 \text{ mkm}$).

Chizmada belgilash usullari (37-rasm):

- **shartli belgi bilan:** Ø40H7 – ommaviy ishlab chiqarishda (kalibr bilan nazorat qilinadi);
- **son qiymatlari bilan:** Ø40 (+0,025) – yakka ishlab chiqarishda (universal asbob bilan nazorat qilinadi);
- **aralash:** Ø40H7 (+0,025) – yangi standart maydonlarni joriy etishda, tavsiya etiladi.



37-rasm. Chetlanishlarni chizmada belgilash usullari

Chetlanishlar millimetrda, nominal o'lchamdan keyin kichikroq shriftida yoziladi: yuqori chetlanish – yuqorida, pastki – pastda; nolga teng chetlanish ko'rsatilmaydi; simmetrik chetlanish $\pm 0,1$ ko'rinishida beriladi. Yig'ish chizmasida o'tqazish kasr bilan: $\varnothing 40 H7/g6$ yoki $\varnothing 40 (H7/g6)$.

Ko'rsatilmagan chekli chetlanishlar (erkin o'lchamlar) uchun texnik talablarda umumiy yozuv beriladi, masalan, ISO 2768-m (o'rta aniqlik): 6–30 mm – $\pm 0,2$; 30–120 mm – $\pm 0,3$; 120–400 mm – $\pm 0,5$ mm.

Namunaviy hisob

1-masala. Quyidagi maydonlar uchun chetlanishlar, chekli o'lchamlar va dopusklarni aniqlang.

Belgi	ES/es, mkm	EI/ei, mkm	Dmax/dmax, mm	Dmin/dmin, mm	T, mkm
$\varnothing 40H7$	+25	0	40,025	40,000	25
$\varnothing 40g6$	–9	–25	39,991	39,975	16
$\varnothing 40K7$	+7	–18	40,007	39,982	25
$\varnothing 25f7$	–20	–41	24,980	24,959	21
$\varnothing 60s6$	+72	+53	60,072	60,053	19
$\varnothing 100h8$	0	–54	100,000	99,946	54

Hisob namunasi ($\varnothing 25f7$, 18–30 mm): f uchun $es = -20$ mkm, $IT7 = 21$ mkm
 $\rightarrow ei = -20 - 21 = -41$ mkm; $d_{max} = 25 - 0,020 = 24,980$; $d_{min} = 25 - 0,041 = 24,959$ mm.

2-masala. Yaroqlilikni baholash. $\varnothing 40g6$ vali mikrometr bilan o'lchanib 39,978 mm chiqdi: $39,975 \leq 39,978 \leq 39,991$ – yaroqli. Agar 39,993 chiqsa – katta (tuzatiladigan brak, qayta yo'nish mumkin); 39,972 – kichik (tuzatib bo'lmaydigan

brak). Teshik uchun aksincha: katta teshik – tuzatib bo‘lmaydigan, kichik – tuzatiladigan brak.

3-masala. Chizmada belgilash. Ø40g6 uchun uch usul: Ø40g6; Ø40 (−0,009/−0,025); Ø40g6 (−0,009/−0,025).

Ishni bajarish tartibi

1. Variant bo‘yicha 4 ta dopusk maydoni uchun ISO 286 jadvallaridan asosiy chetlanish va IT ni toping.
2. Ikkinchi chetlanishni, chekli o‘lchamlarni va dopuskni hisoblang, jadvalni to‘ldiring.
3. Har bir maydon uchun dopusk maydonlari sxemasini (masshtabda) chizing.
4. Berilgan haqiqiy o‘lchamlar bo‘yicha yaroqlilik xulosasini bering.
5. Detal chizmasida chetlanishlarni uch usulda yozing.

Variant	Dopusk maydonlari	Haqiqiy o‘lchamlar, mm
1	Ø30H8; Ø30e8; Ø30m6; Ø30P7	30,020; 29,950; 30,015; 29,985
2	Ø50H9; Ø50d9; Ø50n6; Ø50F8	50,070; 49,900; 50,030; 50,040
3	Ø20H7; Ø20f7; Ø20r6; Ø20JS7	20,015; 19,975; 20,035; 20,005
4	Ø80H7; Ø80g6; Ø80k6; Ø80N7	80,028; 79,985; 80,010; 79,980
5	Ø12H11; Ø12d11; Ø12h9; Ø12E9	12,090; 11,900; 11,970; 12,060

Nazorat savollari

1. Dopusk maydoni qanday ikki ma’lumot bilan aniqlanadi?
2. Asosiy chetlanish va kvalitetdan ikkinchi chetlanish qanday topiladi?
3. Δ tuzatmasi qachon va nima uchun qo‘llaniladi?
4. Chizmada chetlanishlarni belgilashning uch usulini va ularning qo‘llanilish sohalarini ayting.
5. Val va teshik uchun tuzatiladigan va tuzatib bo‘lmaydigan brak qanday aniqlanadi?

Test topshiriqlari

1. Ø40g6 uchun $es = -9$, $IT6 = 16$ mkm bo‘lsa ei qancha?
 - A) +7 mkm
 - B) −25 mkm

- C) -7 mkm
D) -16 mkm
2. $\varnothing 25f7$ valning eng kichik chekli o'lchami qancha ($es = -20$, $ei = -41$)?
A) $24,980 \text{ mm}$
B) $25,041 \text{ mm}$
C) $24,959 \text{ mm}$
D) $25,020 \text{ mm}$
3. Teshik o'lchami eng katta chekli o'lchamdan katta chiqdi. Bu qanday brak?
A) tuzatiladigan
B) tuzatib bo'lmaydigan
C) brak emas
D) shartli yaroqli
4. ISO 2768-m bo'yicha 50 mm erkin o'lcham uchun chekli chetlanish qancha?
A) $\pm 0,1 \text{ mm}$
B) $\pm 0,2 \text{ mm}$
C) $\pm 0,3 \text{ mm}$
D) $\pm 0,5 \text{ mm}$
5. Kalibr bilan nazorat qilinadigan ommaviy ishlab chiqarishda chizmada qaysi belgilash ishlatiladi?
A) shartli belgi ($\varnothing 40H7$)
B) faqat son qiymatlari
C) belgilanmaydi
D) faqat so'z bilan

KALIT: 1–B; 2–C; 3–B; 4–C; 5–A

Mustaqil topshiriqlar

1. Mashg'ulotdagi variantdan tashqari 5 ta ixtiyoriy dopusk maydonini (teshik va val) tanlang, ularning chetlanishlarini ma'lumotnomadan topib, umumiy masshtabli sxemada tasvirlang.
2. Maktab ustaxonasida tayyorlanadigan bitta buyum (masalan, bolg'a dastasi va boshi) chizmasini chizing, birikish sirtlariga o'tqazish tanlang va chetlanishlarni belgilang.

7-AMALIY MASHG'ULOT. O'TQAZISH TURLARI: ORALIQLI, TARANG VA O'TUVCHI O'TQAZISHLAR

Ishning maqsadi

Berilgan o'tqazishlarning turini aniqlash, chekli zazor va natyaglarni, o'tqazish dopuskini hisoblash, dopusk maydonlari sxemasini qurish; presslangan o'tqazishni moment uzatish sharti bo'yicha tekshirish.

Jihozlar va materiallar

ISO 286 jadvallari, kalkulyator, millimetrli qog'oz yoki CAD dasturi.

Nazariy ma'lumot

O'tqazish turi dopusk maydonlarining o'zaro joylashuvidan aniqlanadi:

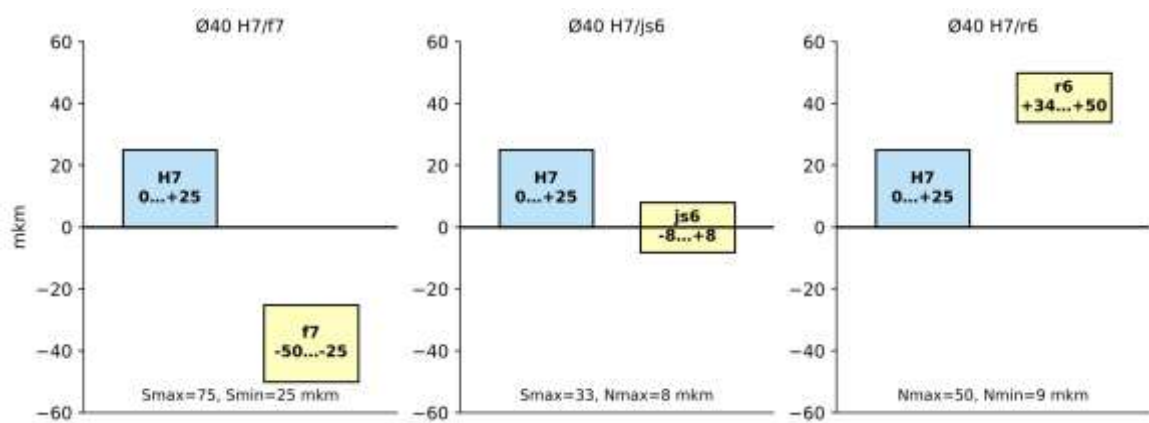
- $EI \geq es \rightarrow$ **oraliqli** ($S_{max} = ES - ei$, $S_{min} = EI - es$);
- $ei \geq ES \rightarrow$ **tarang** ($N_{max} = es - EI$, $N_{min} = ei - ES$);
- maydonlar qisman qoplanadi $\rightarrow$ **o'tuvchi** ($S_{max} = ES - ei$, $N_{max} = es - EI$).

O'tqazish dopuski har doim $TS (TN) = TD + Td$. O'rtacha zazor $S_m = (S_{max} + S_{min})/2$; o'tuvchi o'tqazishda o'rtacha qiymat $S_m = (S_{max} - N_{max})/2$ (musbat – zazor, manfiy – natyag).

Presslangan birikmaning soddalashtirilgan tekshiruvi. Natyag N hosil qiladigan kontakt bosimi (bir xil materialli, vtulka tashqi diametri D_2 , val yaxlit):

$$p = N \cdot E \cdot (1 - (d/D_2)^2) / (2d)$$

Uzatiladigan burovchi moment: $T = p \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot f / 2$, bu yerda l – birikma uzunligi, f – ishqalanish koeffitsiyenti (presslashda $\approx 0,08 \dots 0,10$). Hisobda N sifatida sirt g'adir-budurligining ezilishiga tuzatma kiritilgan **samarali natyag** olinadi: $N_{sam} = N_{min} - 1,2 \cdot (R_{zD} + R_{zd})$.



38-rasm. Ø40 teshik sistemasida uch turdagi o‘tqazishning dopusk maydonlari (mkm)

Namunaviy hisob

1-masala. 38-rasmdagi o‘tqazishlar:

O‘tqazish	Teshik	Val	Turi	Smax	Smin / Nmax	Nmin	T
Ø40 H7/f7	0...+25	-50...-25	oraliqli	75	Smin = 25	–	50
Ø40 H7/js6	0...+25	-8...+8	o‘tuvchi	33	Nmax = 8	–	41
Ø40 H7/r6	0...+25	+34...+50	tarang	–	Nmax = 50	9	41

Tekshiruv: H7/f7 da $TS = 75 - 25 = 50 = 25 + 25 \checkmark$; H7/r6 da $TN = 50 - 9 = 41 = 25 + 16 \checkmark$.

2-masala. Presslangan birikmani tekshirish. Tishli g‘ildirak gupchagi (po‘lat, $D_2 = 70$ mm, $l = 50$ mm) valga ($d = 40$ mm) H7/s6 bilan presslangan; $N_{min} = 18$ mkm, $RzD = 6,3$ mkm, $Rzd = 3,2$ mkm. $E = 2,1 \cdot 10^5$ MPa, $f = 0,08$. Uzatiladigan moment 300 N·m bo‘lishi kerak.

$$N_{sam} = 18 - 1,2 \cdot (6,3 + 3,2) = 18 - 11,4 = 6,6 \text{ mkm}$$

$$p = 0,0066 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot (1 - (40/70)^2) / (2 \cdot 40) = 1386 \cdot 0,6735 / 80 = 11,7 \text{ MPa}$$

$$T = 11,7 \cdot 3,1416 \cdot 40^2 \cdot 50 \cdot 0,08 / 2 = 11,7 \cdot 3,1416 \cdot 1600 \cdot 50 \cdot 0,04 = 117\,600 \text{ N} \cdot \text{mm} \approx 118 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Xulosa: $118 \text{ N} \cdot \text{m} < 300 \text{ N} \cdot \text{m}$ – H7/s6 yetarli emas! G‘adir-budurlik natyagning 63 % ini “yeb qo‘ydi”. Yechimlar: (a) sirlarni silliqroq qilish (Ra 0,8 ga mos $Rz \approx 3,2$ va 1,6: $N_{sam} = 18 - 1,2 \cdot 4,8 = 12,2$ mkm $\rightarrow T \approx 217 \text{ N} \cdot \text{m}$ – hali ham kam); (b) kattaroq natyagli o‘tqazish H7/u7 ($u7$: +60...+85, $N_{min} = 35$ mkm: $N_{sam} = 35 - 11,4 = 23,6$ mkm $\rightarrow T \approx 420 \text{ N} \cdot \text{m} \checkmark$); (c) qo‘shimcha shponka qo‘yish.

Ishni bajarish tartibi

1. Variant bo'yicha 3 ta o'tqazishning chetlanishlarini toping.
2. O'tqazish turini aniqlang, chekli zazor/natyag, o'rtacha qiymat va o'tqazish dopuski hisoblang.
3. Umumiy masshtabda dopusk maydonlari sxemasini chizing.
4. Tarang o'tqazish uchun moment uzatish shartini tekshiring ($D_2 = 1,8d$, $l = 1,2d$, T variantda).
5. Har bir o'tqazishning qo'llanilishiga misol keltiring.

Variant	O'tqazishlar	Talab qilingan T, N·m
1	Ø30 H7/e8; Ø30 H7/k6; Ø30 H7/p6	60
2	Ø50 H8/d9; Ø50 H7/m6; Ø50 H7/s6	250
3	Ø25 H7/g6; Ø25 H7/n6; Ø25 H7/r6	50
4	Ø60 H7/f7; Ø60 H7/js6; Ø60 H7/s6	400
5	Ø45 H8/e8; Ø45 H7/k6; Ø45 H7/u7	350

Nazorat savollari

1. O'tqazish turini dopusk maydonlarining joylashuvidan qanday aniqlaysiz?
2. Nima uchun o'tqazish dopuski teshik va val dopusklari yig'indisiga teng?
3. O'tuvchi o'tqazishlar qanday hollarda ishlatiladi?
4. Presslangan birikmada samarali natyag nima uchun hisoblangan natyagdan kichik?
5. Uzatiladigan moment yetarli bo'lmasa qanday choralar ko'riladi?

Test topshiriqlari

1. $ES = +25$, $EI = 0$, $es = -25$, $ei = -50$ mkm bo'lsa S_{min} qancha?
A) 0
B) 25 mkm
C) 50 mkm
D) 75 mkm
2. $ES = +25$, $EI = 0$, $es = +50$, $ei = +34$ mkm. O'tqazish turi qanday?
A) oraliqli
B) o'tuvchi
C) tarang

- D) aniqlab bo'lmaydi
3. $T_D = 25$, $T_d = 16$ mkm bo'lsa o'tqazish dopuski qancha?
- A) 9 mkm
B) 41 mkm
C) 25 mkm
D) 16 mkm
4. Presslangan birikmada g'adir-budurlik natyagga qanday ta'sir qiladi?
- A) oshiradi
B) samarali natyagni kamaytiradi
C) ta'sir qilmaydi
D) natyagni zazorga aylantiradi
5. $\varnothing 40$ H7/js6 da $N_{\max}$ qancha (js6: ± 8 mkm)?
- A) 8 mkm
B) 25 mkm
C) 33 mkm
D) 16 mkm

KALIT: 1–B; 2–C; 3–B; 4–B; 5–A

Mustaqil topshiriqlar

1. Velosiped g'ildiragi o'qi, eshik qulfi mexanizmi va elektr dvigatel validagi shkiv birikmalari uchun mos o'tqazishlarni tanlab, asoslang va hisoblang.

2. 2-masaladagi birikma uchun presslash kuchini taxminiy hisoblang: $F_p = p \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot f_p$ ($f_p = 0,2$) va uni issiqlik usulida yig'ish (gupchakni qizdirish) bilan solishtiring – gupchakni qancha haroratga qizdirish kerak ($\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$, yig'ish zazori 10 mkm)?

8-AMALIY MASHG'ULOT. SHAKLDAN OG'ISHLAR HAMDA SIRT VA O'QLAR JOYLASHUVIGA DOIR DOPUSKLARNING CHIZMALARDA BELGILANISHI

Ishning maqsadi

Shakl va joylashuv dopusklari belgilarini o'qish va chizmada to'g'ri qo'yish, dopusk qiymatlarini o'lcham dopuskiga va nisbiy geometrik aniqlik darajasiga qarab tanlash, radial tepish va ovallikni amalda o'lchash.

Jihozlar va materiallar

Markazlar (markazlik moslama), indikator ICh-10 shtativ bilan, mikrometr, tekshirish plitasi, pog'onali val namunasi, detal chizmalari.

Nazariy ma'lumot

Belgilar va ramka tuzilishi 3-ma'ruzada keltirilgan (13- va 14-rasmlar). Chizmada belgilashning asosiy qoidalari:

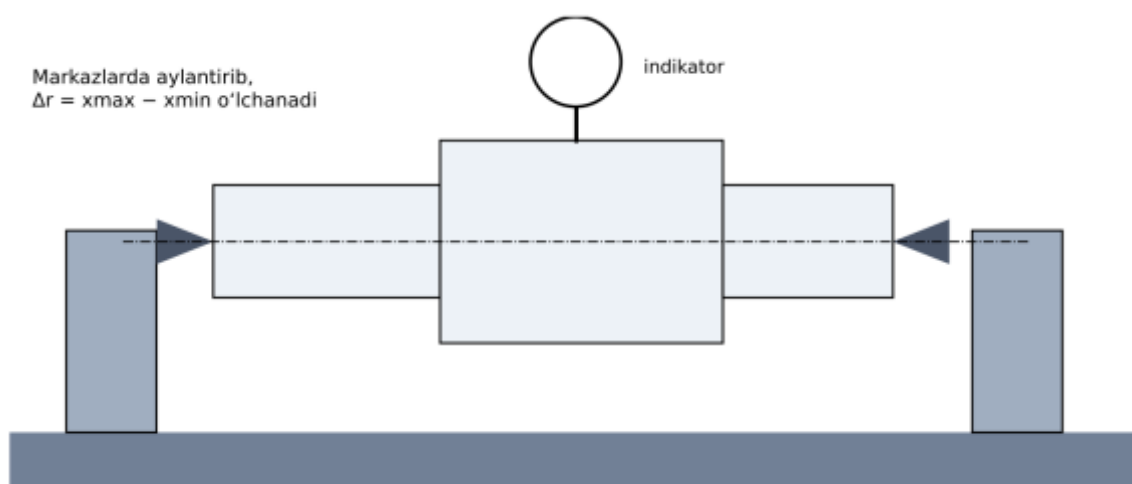
- ramka gorizontal joylashtiriladi; 1-katak – belgi, 2-katak – dopusk (mm), keyingilari – bazalar (harflar);
- dopusk diametr bo'yicha berilsa (soosnoslik, pozitsion), qiymat oldidan Ø (yoki "T") belgisi qo'yiladi; radius bo'yicha berilsa – R yoki T/2;
- baza – qora to'ldirilgan uchburchak bilan belgilanadi; agar u o'lcham chizig'i davomida bo'lsa, baza – o'q (yoki simmetriya tekisligi);
- umumiy baza (A–B) – ikki element (masalan, ikki podshipnik bo'yni) o'qlari bo'yicha aniqlanadi;
- me'yorlangan uzunlik ko'rsatilishi mumkin: "0,01/100" – har 100 mm uzunlikda 0,01 mm.

Dopusk qiymatini tanlash. Shakl va joylashuv dopusklari 16 ta aniqlik darajasi bo'yicha standartlashtirilgan. Amalda nisbiy geometrik aniqlik darajasi bo'yicha tanlash qulay:

Daraja	Tekis sirt (tekislik, to'g'ri chiziqlilik), o'lcham dopuskidan	Silindrik sirt (doiraviylik, silindrlilik)	Qo'llanilishi
A – normal	≈60 %	≈30 %	ko'pchilik birikmalar

Daraja	Tekis sirt (tekislik, to'g'ri chiziqlilik), o'lcham dopuskidan	Silindrik sirt (doiraviylik, silindrlilik)	Qo'llanilishi
B – oshirilgan	≈40 %	≈20 %	podshipnik o'rinlari, zichlagich sirlari
C – yuqori	≈25 %	≈12 %	aniq uzellar, tez aylanuvchi vallar

Joylashuv dopusklari (tepish, soosnoslik) uzelnining funksiyasiga qarab: podshipnik o'rinlari uchun radial tepish 0,01...0,03 mm, tishli g'ildirak o'rni uchun – tishli g'ildirak aniqlik darajasiga qarab.



39-rasm. Valning radial tepishini markazlarda o'lchash sxemasi

Namunaviy hisob

Topshiriq. Pog'onali valda (14-rasm) Ø40k6 (podshipnik o'rni) va Ø30h7 sirlari bor. Shakl va joylashuv dopusklarini tanlang va o'lchash natijalarini baholang.

1-qadam. Silindrlilik. Ø40k6: $T_d = 16$ mkm. B daraja (podshipnik o'rni): $0,2 \cdot 16 = 3,2$ mkm → standart qatordan 3 mkm; A daraja: $0,3 \cdot 16 = 4,8$ → 5 mkm. Chizmaga 0,005 mm qo'yildi (A daraja).

2-qadam. Radial tepish. Ø28f7 bo'yin (tishli g'ildirak o'rni) A–B umumiy bazaga nisbatan: 0,02 mm.

3-qadam. O'lchash natijalari. Markazlarda indikator bilan uch kesimda o'lchandi (mkm):

Kesim	x _{max}	x _{min}	$\Delta r = x_{\max} - x_{\min}$
I (Ø40 chap)	+4	−3	7
II (Ø40 oʻng)	+3	−2	5
III (Ø28)	+9	−8	17

Ø28 da $\Delta r = 17 \text{ mkm} < 20 \text{ mkm}$ – yaroqli. Ø40 da mikrometr bilan ikki kesim va ikki yoʻnalishda: 40,013; 40,009 (I); 40,012; 40,008 (II). Ovallik: $(40,013 - 40,009)/2 = 0,002 \text{ mm}$; konuslik: $(40,013 - 40,012)/2 = 0,0005 \text{ mm}$; silindrlilik taxminan $\leq 0,0025 \text{ mm} < 0,005$ – yaroqli. Oʻlcham: 40,008...40,013 – k6 (40,002...40,018) ichida ✓.

Ishni bajarish tartibi

1. Berilgan chizmadagi barcha shakl va joylashuv belgilarini oʻqib, ularni soʻz bilan yozing (masalan, “Ø40 sirtning silindrlilik dopuski 0,005 mm”).
2. Variant boʻyicha valning chizmasini chizing va kamida 4 ta dopusk belgilang (silindrlilik, radial tepish, torets tepishi, shponka ariqchasi simmetrikligi).
3. Dopusk qiymatlarini nisbiy aniqlik darajasi boʻyicha hisoblab asoslang.
4. Real valda radial tepishni va ovallikni oʻlchang, yaroqlilik xulosasini bering.

Variant	Val sirtlari	Daraja
1	Ø35k6 (2 ta podshipnik oʻrni), Ø40h7, shponka 10×8	B
2	Ø25js6, Ø30m6, Ø22f7	A
3	Ø50k6, Ø55h6, Ø45g6	C
4	Ø20k6, Ø24r6, Ø18h7	A

Nazorat savollari

1. Ramkaning har bir katagida nima yoziladi?
2. Baza belgisi oʻlcham chizigʻi davomida yoki undan siljigan boʻlsa nima oʻzgaradi?
3. Umumiy baza (A–B) qanday hollarda qoʻllaniladi?
4. Nisbiy geometrik aniqlik darajalari nima uchun kerak?

5. Radial tepish qanday o'lchanadi va uning natijasiga qanday og'ishlar kiradi?

Test topshiriqlari

1. $T_d = 25$ mkm, A darajada silindrlilik dopuski taxminan qancha?
A) 25 mkm
B) 8 mkm
C) 15 mkm
D) 3 mkm
2. Ramkada "Ø0,02 A" yozuvi qaysi dopusk turiga xos?
A) tekislik
B) soosnoslik (o'qdoshlik)
C) g'adir-budurlik
D) to'g'ri chiziqlilik
3. Indikator ko'rsatishlari +6 va -5 mkm bo'lsa radial tepish qancha?
A) 1 mkm
B) 11 mkm
C) 6 mkm
D) 5,5 mkm
4. "0,01/100" yozuvi nimani bildiradi?
A) dopusk 0,01 mm, me'yorlangan uzunlik 100 mm
B) 0,01 % og'ish
C) 100 ta o'lchash
D) dopusk 1 mm
5. Baza belgilashda nima ishlatiladi?
A) strelka
B) qora to'ldirilgan uchburchak va harf
C) yulduzcha
D) aylana

KALIT: 1-B; 2-B; 3-B; 4-A; 5-B

Mustaqil topshiriqlar

1. Tishli g'ildirak (gupchak teshigi Ø40H7, torets va tishlar gardishi) chizmasini chizing va unga torets tepishi, radial tepish va teshik silindrliligi dopusklarini qo'ying.

2. Tekshirish plitasi va indikator yordamida maktab ustaxonasidagi biror detal (randa tagligi, metall chizg'ich) tekisligini o'lchash metodikasini ishlab chiqing va sinab ko'ring.

9-AMALIY MASHG'ULOT. CHIZMALARDA SIRTLARNING G'ADIR-BUDURLIGINI BELGILASH USULLARI

Ishning maqsadi

G'adir-budurlik parametrlarini profilogramma bo'yicha hisoblash, parametr va qiymatni sirt vazifasi va o'lcham aniqligiga qarab tanlash, ishlov usulini belgilash va chizmada g'adir-budurlikni ISO 1302 bo'yicha to'g'ri ko'rsatish.

Jihozlar va materiallar

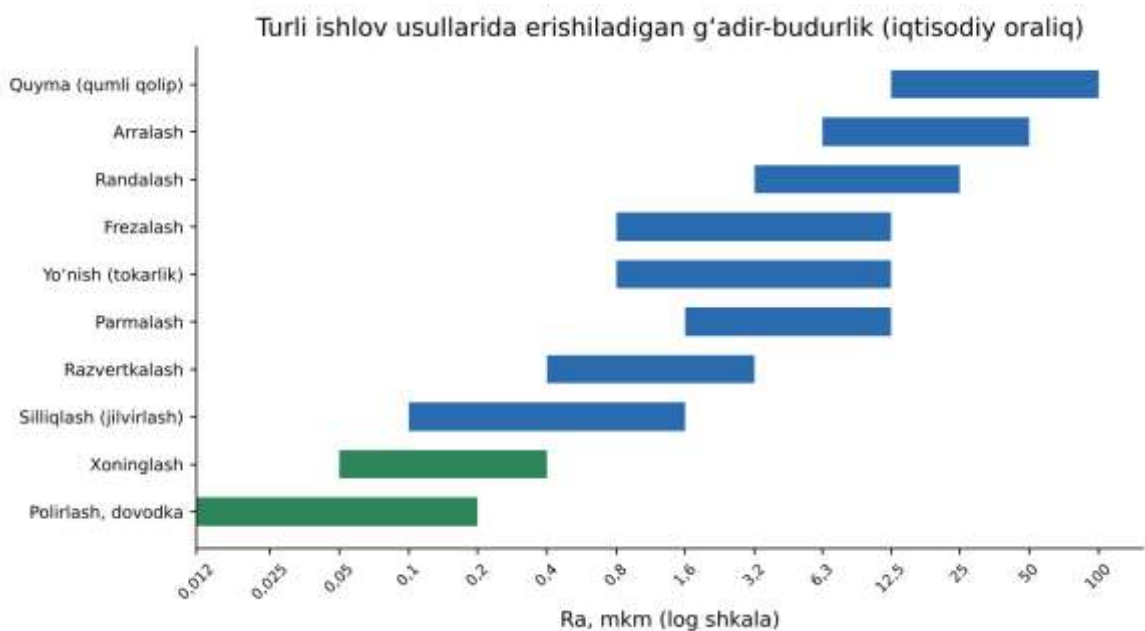
Profilometr (yoki profilogramma namunalari), g'adir-budurlik namunalari to'plami (Ra 0,4...12,5), lupa ($\times 4$... $\times 10$), detal chizmalari, ISO 1302 belgilari jadvali.

Nazariy ma'lumot

G'adir-budurlik parametrlari 3-ma'ruzada berilgan (15-rasm). Chizmadagi belgining tarkibi (16-rasm): asosiy belgi turi (usul ko'rsatilmagan / material olib tashlash / material olinmaydi), parametr va qiymat (Ra 1,6 yoki Rz 6,3), zarur bo'lsa – ishlov usuli (tokchada), notekisliklar yo'nalishi belgisi ($=$, $\perp$, X , M , C , R), baza uzunligi.

Joylashtirish qoidalari: belgi sirt konturiga, chiqarish chizig'iga yoki o'lcham chizig'i tokchasiga qo'yiladi; uchi material ichidan sirtga tegadi; bitta sirt uchun bir marta ko'rsatiladi; chizmadagi ko'pchilik sirtlar uchun bir xil bo'lgan g'adir-budurlik o'ng yuqori burchakda “qolgan sirtlar” belgisi bilan (qavs ichida asosiy belgi) beriladi.

Qiymat tanlash. Ra ni o'lcham dopuski T va shakl dopuskiga moslab tanlash tavsiya etiladi: normal aniqlikda $Ra \leq 0,05 \cdot T$, oshirilgan aniqlikda $Ra \leq 0,025 \cdot T$, yuqori aniqlikda $Ra \leq 0,012 \cdot T$. Ishlov usuli bilan bog'lanish 40-rasmida keltirilgan.



40-rasm. Turli ishlov usullarida erishiladigan g'adir-budurlik

Tipik qiymatlar: podshipnik o'rinlari – Ra 0,8 (val), Ra 1,6 (korpus); sirpanish podshipnigi bo'yni – Ra 0,4; zichlagich ostidagi sirt – Ra 0,32...0,4; shponka ariqchasi yon tomonlari – Ra 3,2; erkin (ishlamaydigan) sirtlar – Ra 6,3...12,5; o'lchov plitkalari – Ra 0,012.

Namunaviy hisob

1-masala. Profilogramma bo'yicha Ra va Rz. Baza uzunligida profil og'ishlari 20 nuqtada (mkm): 1,4; -0,9; 2,1; -1,6; 0,7; -2,2; 1,8; -0,5; 1,1; -1,9; 0,6; -1,2; 2,3; -0,8; 1,0; -1,5; 0,4; -2,0; 1,6; -0,4.

$$\sum |y_i| = 25,0 \text{ mkm}; \quad Ra = 25,0/20 = 1,25 \text{ mkm}$$

Eng baland cho'qqi +2,3, eng chuqur botiq -2,2 mkm: $Rz \approx 2,3 + 2,2 = 4,5$ mkm. Nisbat $Rz/Ra = 3,6$. Afzal qatordan: $Ra \ 1,25 \leq 1,6$ – "Ra 1,6" talabiga javob beradi, "Ra 0,8" ga javob bermaydi.

2-masala. Ra tanlash. Ø40k6 ($T = 16$ mkm), oshirilgan aniqlik: $Ra \leq 0,025 \cdot 16 = 0,4$ mkm $\rightarrow$ Ra 0,4; normal aniqlik: $Ra \leq 0,8 \rightarrow$ Ra 0,8. Podshipnik o'rni uchun Ra 0,8 tanlanadi, ishlov usuli – yakuniy jilvirlash. Ø40H7 teshik ($T = 25$ mkm): $Ra \leq 0,05 \cdot 25 = 1,25 \rightarrow$ Ra 1,6 (razvertkalash yoki mayda yo'nish).

3-masala. Chizmada belgilash. Val chizmasiga: Ø40k6 sirtlar – " $\sqrt{Ra \ 0,8}$ " (material olib tashlash belgisi bilan, tokchada "jilvirlash"); Ø28f7 – Ra 1,6; shponka

ariqchasi yon tomonlari – Ra 3,2; torets va faskalar – Ra 6,3; o‘ng yuqori burchakda – “Ra 6,3 ($\sqrt{}$)” – qolgan sirtlar uchun.

Ishni bajarish tartibi

1. Berilgan profilogramma yoki profilometr ma’lumotlari bo’yicha Ra va Rz ni hisoblang.
2. G‘adir-budurlik namunalari to‘plami yordamida 3 ta detal sirtini vizual-taktil baholang.
3. Variant bo’yicha detal sirtlari uchun Ra qiymatini o‘lcham dopuskidan kelib chiqib tanlang va ishlov usulini belgilang.
4. Chizmada g‘adir-budurlikni ISO 1302 bo’yicha qo‘ying.

Variant	Detal	Sirtlar
1	Shesternyali val	Ø30k6 (2 ta), Ø35h7, shponka ariqchasi, torets
2	Vtulka	Ø50H7 teshik, Ø60r6 tashqi, toretslar
3	Shkiv	Ø25H7 teshik, ponasimon ariqlar, gardish
4	Qopqoq	Ø80h8 markazlovchi bo‘rtiq, zichlagich ariqchasi, boltlar teshiklari

Nazorat savollari

1. G‘adir-budurlik belgisining uch turi va ularning ma’nosini ayting.
2. Chizmada belgi qanday joylashtiriladi? “Qolgan sirtlar” belgisi qanday beriladi?
3. Ra qiymati o‘lcham dopuskiga qarab qanday tanlanadi?
4. Profilogramma bo’yicha Ra va Rz qanday hisoblanadi?
5. Podshipnik o‘rni, zichlagich sirti va erkin sirt uchun tipik Ra qiymatlarini ayting.

Test topshiriqlari

1. 10 nuqtada $|y_i|$ yig‘indisi 16 mkm bo‘lsa Ra qancha?
 - A) 16 mkm
 - B) 1,6 mkm
 - C) 0,16 mkm
 - D) 3,2 mkm
2. T = 25 mkm, normal aniqlik bo‘lsa Ra taxminan qancha olinadi?

- A) 12,5
 - B) 6,3
 - C) $1,6 (\leq 1,25)$
 - D) 0,1
3. Qaysi ishlov usuli eng kichik g'adir-budurlik beradi?
- A) frezalash
 - B) parmalash
 - C) xoninglash
 - D) randalash
4. Belgi tokchasida "jilvirlash" yozuvi nimani bildiradi?
- A) ishlov usulini
 - B) material turini
 - C) baza uzunligini
 - D) qattqlikni
5. Rz va Ra orasidagi taxminiy bog'lanish qanday?
- A) $Rz \approx Ra$
 - B) $Rz \approx (4 \dots 6) \cdot Ra$
 - C) $Rz \approx Ra/5$
 - D) $Rz \approx 100 \cdot Ra$

KALIT: 1–B; 2–C; 3–C; 4–A; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Maktab ustaxonasida turli usullarda ishlov berilgan (arralangan, egovlangan, jilvirlangan, polirlangan) 4 ta namuna tayyorlang va ularni g'adir-budurlik namunalari bilan taqqoslab baholang.
2. Velosiped g'ildiragi o'qi (vtulka konusi, o'q rezbasi, podshipnik yo'lkasi) uchun g'adir-budurlik talablarini taklif eting va asoslang.

10-AMALIY MASHG'ULOT. BURCHAKLARNI NAZORAT QILISHDA QO'LLANILADIGAN METODLAR VA VOSITALAR

Ishning maqsadi

Burchak o'lchash va nazorat qilish usullari bilan tanishish, sinus-chizg'ich yordamida burchakni bilvosita aniq o'lchash, o'lchov plitkalari blokini hisoblash va burchak og'ishini aniqlash.

Jihozlar va materiallar

Sinus-chizg'ich ($L = 100 \text{ mm}$), o'lchov plitkalari to'plami, indikator shtativ bilan, tekshirish plitasi, universal goniometr (burchak o'lchagich), 90° burchaklik, burchak shablonlari, qiyshiq sirtli detal namunasi.

Nazariy ma'lumot

Burchak birliklari: gradus ($1^\circ = 60' = 3600''$) va radian ($1 \text{ rad} = 57,2958^\circ$; $1' = 0,000291 \text{ rad}$; $1'' = 4,85 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$). Kichik burchak og'ishi chiziqli kattalikka o'tkaziladi: $\Delta h = L \cdot \Delta \alpha \text{ (rad)}$; masalan, 100 mm uzunlikda $1'$ og'ish $0,029 \text{ mm}$, $10''$ – $0,005 \text{ mm}$.

Nazorat usullari va vositalari:

- **taqqoslash usuli** – qattiq burchak o'lchovlari (prizma-plitkalar, burchak plitkalari to'plami), shablonlar, burchakliklar (90°) bilan “yorug'lik tirqishi” bo'yicha (tirqish $2\text{--}3 \text{ mkm}$ dan boshlab ko'rinadi);
- **absolyut usul** – burchak shkalali asboblari: universal goniometr (nonius bo'linmasi $2'$ yoki $5'$), optik goniometr, bo'lish boshchalari va stollari;
- **bilvosita (trigonometrik) usul** – burchak chiziqli o'lchamlar orqali hisoblanadi: sinus-chizg'ich, tangens-chizg'ich, roliklar va sharchalar yordamida o'lchash;
- **gorizontga nisbatan** – sath (uroven): brusokli va ramkali (bo'linmasi $0,02\text{--}0,1 \text{ mm/m}$), elektron inklinometrlar;
- **optik** – avtokollimator ($1''$ va undan aniq), lazerli interferometr.

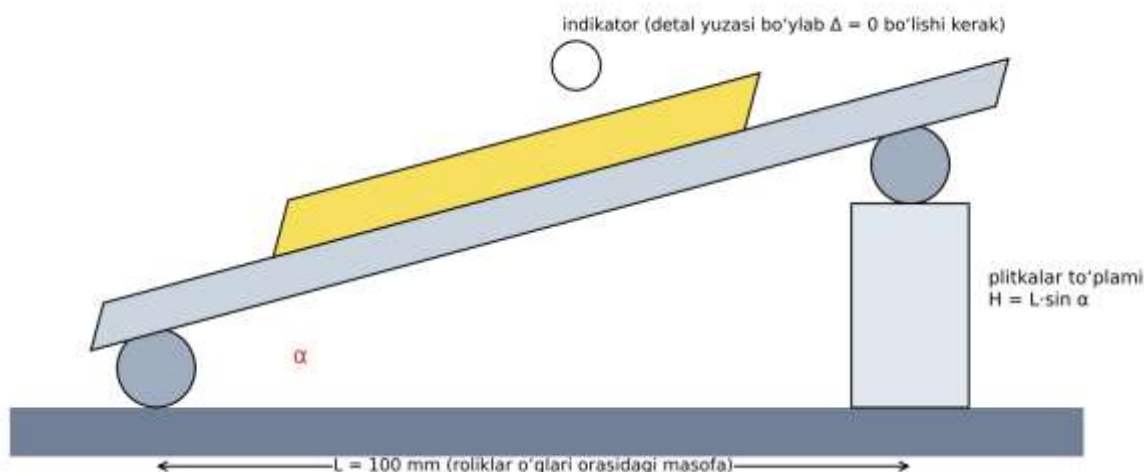
Sinus-chizg'ich (41-rasm) – ikki rolikka o'rnatilgan aniq plita; roliklar o'qlari orasidagi masofa L (100 yoki 200 mm). Bir roligi ostiga plitkalar bloki H qo'yilganda plita α burchakka og'adi:

$$\sin \alpha = H/L; \quad H = L \cdot \sin \alpha$$

Detal plitaga qo'yilib, uning yuqori sirti bo'ylab indikator suriladi; ko'rsatishlar farqi Δ ma'lum masofa l da bo'lsa, burchak og'ishi:

$$\Delta \alpha = \Delta/l \quad (\text{rad})$$

Sinus-chizg'ich 45° gacha burchaklar uchun aniq (katta burchaklarda $\sin \alpha$ ning o'zgarishi sekinlashib, xatolik ortadi).



41-rasm. Sinus-chizg'ich bilan burchakni o'lchash sxemasi

Namunaviy hisob

Topshiriq. Detal qiyaligining nominal burchagi $\alpha = 15^\circ \pm 5'$. Sinus-chizg'ich $L = 100$ mm.

1-qadam. Blok balandligi.

$$H = 100 \cdot \sin 15^\circ = 100 \cdot 0,258819 = 25,882 \text{ mm}$$

2-qadam. Plitkalar bloki (83 donali to'plam):

$$25,882 - 1,002 = 24,880; \quad 24,880 - 1,38 = 23,500; \quad 23,500 - 3,5 = 20,000; \quad 20 - 20 = 0$$

$$\text{Blok: } 1,002 + 1,38 + 3,5 + 20 = 25,882 \text{ mm.}$$

3-qadam. O'lchash. Indikator detal sirti bo'ylab $l = 50$ mm masofaga surildi; ko'rsatishlar: boshida 0, oxirida $+0,012$ mm (detal oxiri yuqoriroq).

$$\Delta\alpha = 0,012/50 = 0,00024 \text{ rad} = 0,00024 \cdot 206\,265'' = 49,5'' \approx 0'50''$$

Haqiqiy burchak $\alpha = 15^\circ 0'50''$ – dopusk ($\pm 5'$) ichida, detal yaroqli.

4-qadam. Universal goniometr bilan taqqoslash. Goniometr (nonius 2') bilan o'lchanganda $15^\circ 02'$ ko'rsatdi; uning chegaraviy xatoligi $\pm 2'$ – shuning uchun $\pm 5'$ dopuskli burchakni goniometr bilan nazorat qilish chegaraviy holat, sinus-chizg'ich esa ~ 10 marta aniqroq.

Ishni bajarish tartibi

1. Variant bo'yicha H ni hisoblang va plitkalar blokini tuzing.
2. Sinus-chizg'ichni plitaga qo'yib, blokni o'rnatib; detalni mahkamlang.
3. Indikatorni detal sirti bo'ylab l masofaga surib, ko'rsatishlar farqini yozing.
4. $\Delta\alpha$ ni hisoblab, haqiqiy burchakni aniqlang va dopusk bilan solishtiring.
5. Xuddi shu burchakni goniometr bilan o'lchab, natijalarni taqqoslang.

Variant	α nominal	Dopusk	L, mm	Δ , mm (l = 50 mm)
1	10°	$\pm 3'$	100	-0,008
2	20°	$\pm 5'$	100	+0,015
3	30°	$\pm 10'$	100	+0,030
4	$7^\circ 30'$	$\pm 2'$	200	+0,004
5	25°	$\pm 5'$	100	-0,020

Nazorat savollari

1. Burchak nazoratining asosiy usullarini va har biriga xos vositalarni ayting.
2. Sinus-chizg'ich qanday ishlaydi? Nima uchun u 45° dan katta burchaklar uchun kam qo'llaniladi?
3. Kichik burchak og'ishi chiziqli kattalikka qanday o'tkaziladi?
4. Universal goniometr va sinus-chizg'ichning aniqligini taqqoslang.
5. Sath (uroven) va avtokollimator qanday maqsadlarda ishlatiladi?

Test topshiriqlari

1. $L = 100$ mm, $\alpha = 30^\circ$ bo'lsa H qancha?
 - A) 30 mm
 - B) 50 mm
 - C) 86,6 mm

- D) 57,7 mm
2. 100 mm uzunlikda 1' burchak og'ishi taxminan qancha chiziqli og'ishga teng?
- A) 0,29 mm
B) 0,029 mm
C) 0,0029 mm
D) 1 mm
3. Qaysi asbob bilvosita (trigonometrik) usulga kiradi?
- A) burchaklik
B) universal goniometr
C) sinus-chizg'ich
D) shablon
4. $\Delta = 0,01$ mm, $l = 50$ mm bo'lsa $\Delta\alpha$ qancha?
- A) 0,0002 rad ($\approx 41''$)
B) 0,002 rad
C) 0,5 rad
D) 0,02 rad
5. 1° necha burchak sekundga teng?
- A) 60"
B) 360"
C) 3600"
D) 6000"

KALIT: 1–B; 2–B; 3–C; 4–A; 5–C

Mustaqil topshiriqlar

1. Ikki rolik ($d = 10$ mm) va plitkalar yordamida “qaldirg'och dumi” (55°) ariqchasining burchagini o'lchash sxemasini chizing va hisob formulasini keltirib chiqaring.
2. Maktab ustaxonasidagi duradgorlik burchakligining to'g'ri burchakdan og'ishini “yorug'lik tirqishi” va “ag'darish” usuli bilan tekshiring, natijani mm/100 mm da ifodalang.

11-AMALIY MASHG'ULOT. KONUSLARNI KALIBRLAR BILAN BILVOSITA NAZORAT QILISH USULLARI

Ishning maqsadi

Konusli birikmalarning asosiy parametrlarini hisoblash, konuslarni kalibrlar bilan kompleks nazorat qilish va roliklar yordamida bilvosita o'lchash usullarini o'zlashtirish, diametr xatoligining bazaviy masofaga ta'sirini baholash.

Jihozlar va materiallar

Morze konusli tiqin-kalibr va vtulka-kalibr (KM 2 yoki KM 3), konusli dumli parma yoki opravka, bo'yoq (berlin lazuri yoki marker), ikki juft aniq rolik ($d = 10$ mm), o'lchov plitkalari, mikrometr, tekshirish plitasi.

Nazariy ma'lumot

Konus parametrlari va konuslik $C = (D - d)/L = 2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2)$ 4-ma'ruzada keltirilgan (18-rasm). Ko'p qo'llaniladigan konuslar:

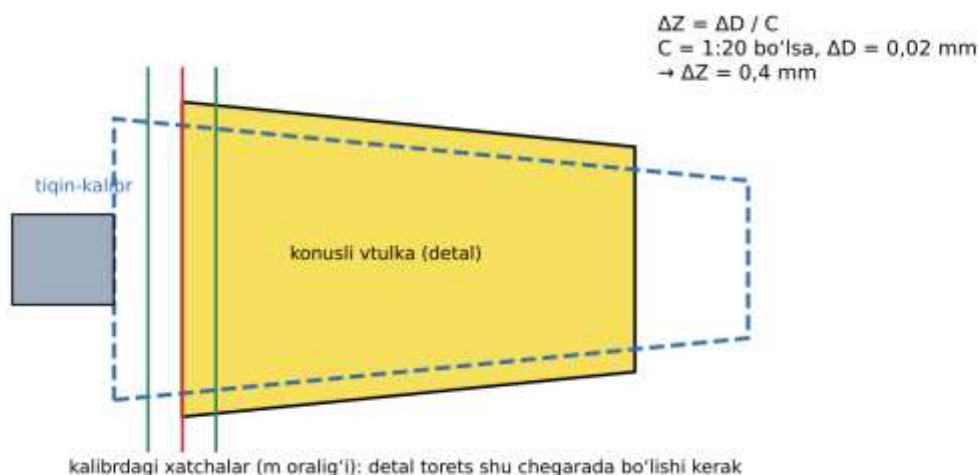
Konus	Konuslik C	$\alpha/2$	Qo'llanilishi
Metrik 4...200	1:20 = 0,05	1°25'56"	asbob dumlari
Morze 2	1:20,020	1°25'50"	parmalar Ø14,5–23
Morze 3	1:19,922	1°26'16"	parmalar Ø23,5–31,7
Morze 4	1:19,254	1°29'15"	parmalar Ø32–50
7:24	7:24 $\approx$ 0,2917	8°17'50"	frezalash stanoklari shpindellari
1:10	0,1	2°51'45"	vallar uchlari, muftalar

Konusli kalibrlar bilan nazorat. Konusli tiqin-kalibr (vtulkani tekshirish uchun) va vtulka-kalibr (konusli dumni tekshirish uchun) kompleks nazoratni ta'minlaydi (42-rasm):

- **burchak (konuslik) bo'yicha** – kalibrning konus sirtiga 2–3 ta ingichka bo'yoq chizig'i chiziladi, kalibr detalga kiritilib, $1/3$ – $1/2$ aylanaga buriladi; bo'yoq bir tekis o'chsa – konuslik to'g'ri; faqat bir uchida o'chsa – burchak xato (tor yoki keng uchida tegish). Kontakt dog'i kamida 75 % (aniq konuslarda 85–90 %) bo'lishi kerak;

- **diametr (bazaviy masofa) bo'yicha** – kalibrda ikkita xatcha yoki pog'ona (m oralig'ida) bor; detal torets shu ikki chegara orasida bo'lsa, diametr yaroqli.

Diametr xatoligining bazaviy masofaga ta'siri: $\Delta Z = \Delta D / C$. Shuning uchun xatchalar oralig'i $m = TD / C$.



42-rasm. *Konusli vtulkani tiqin-kalibr bilan nazorat qilish*

Roliklar yordamida bilvosita o'lchash (tashqi konus uchun). Konus plitaga katta asosi bilan qo'yiladi; ikki juft bir xil roliklar (diametri d_r) avval plitaga, keyin balandligi H bo'lgan bir xil plitkalar bloklari ustiga qo'yiladi; har ikki holatda roliklar ustidan M_1 va M_2 o'lchanadi:

$$\operatorname{tg}(\alpha/2) = (M_1 - M_2) / (2 \cdot H)$$

Konus diametrlari ham M_1 , M_2 , d_r va $\alpha/2$ orqali ma'lumotnomadagi formulalar bilan hisoblanadi.

Namunaviy hisob

1-masala. Morze 3 konusini roliklar bilan tekshirish. $d_r = 10$ mm, $H = 50$ mm. O'lchandi: pastda $M_1 = 32,510$ mm, yuqorida $M_2 = 30,000$ mm.

$$\operatorname{tg}(\alpha/2) = (32,510 - 30,000) / (2 \cdot 50) = 2,510 / 100 = 0,02510$$

$$\alpha/2 = \arctg 0,0251 = 1,4378^\circ = 1^\circ 26' 16''; C = 2 \cdot 0,0251 = 0,0502 = 1:19,92$$

Nominal Morze 3: $C = 1:19,922 = 0,050196$ ✓ – konuslik to'g'ri.

2-masala. Bazaviy masofa. Metrik konus $C = 1:20$, katta diametr dopuski $TD = 0,03$ mm:

$$m = TD/C = 0,03 \cdot 20 = 0,6 \text{ mm}$$

Ya'ni kalibrdagi xatchalar orasidagi masofa 0,6 mm. Agar detal torets kalibrning "o'tadi" xatchasidan 0,25 mm ichkarida bo'lsa – diametr ruxsat etilgan chegarada ($0,25 < 0,6$).

3-masala. Burchak xatoligining diametriga ta'siri. $L = 80$ mm konusda $\alpha/2$ xatoligi $\Delta(\alpha/2) = 2' = 0,000582$ rad bo'lsa, konus uzunligi bo'yicha diametrlar farqining o'zgarishi:

$$\Delta(D - d) = 2 \cdot L \cdot \Delta(\alpha/2) = 2 \cdot 80 \cdot 0,000582 = 0,093 \text{ mm}$$

Bunday xato bo'yoq bo'yicha aniq ko'rinadi: kontakt faqat bir uchida bo'ladi va birikma markazlashmaydi.

Ishni bajarish tartibi

1. Kalibr va detal konus sirtlarini tozalang, kalibrga 3 ta ingichka bo'yoq chizig'i chizing.
2. Kalibrni detalga yengil bosim bilan kiritib, 1/3 aylanaga buring, chiqarib bo'yoq izini baholang (kontakt %).
3. Detal torets holatini kalibr xatchalariga nisbatan aniqlang.
4. Tashqi konusni roliklar usulida o'lchang, $\text{tg}(\alpha/2)$, α va C ni hisoblang.
5. Natijalarni nominal konus bilan solishtirib, yaroqlilik xulosasini bering.

Variant	Konus	dr, mm	H, mm	M ₁ , mm	M ₂ , mm
1	Morze 2	8	40	25,640	23,642
2	Morze 4	12	60	47,880	44,760
3	1:10	10	50	44,000	39,000
4	Metrik 1:20	10	40	38,000	36,000

Nazorat savollari

1. Konuslik va konus burchagi qanday bog'langan?
2. Konusli kalibr bilan konuslik va diametr qanday nazorat qilinadi?
3. Nima uchun konus diametridagi kichik xato bazaviy masofani katta o'zgartiradi?
4. Roliklar usulida $\text{tg}(\alpha/2)$ qanday hisoblanadi?
5. Morze va 7:24 konuslarining farqi va qo'llanilishi qanday?

Test topshiriqlari

1. $D = 50$, $d = 45$, $L = 100$ mm bo'lsa C qancha?
A) 1:10
B) 1:20
C) 1:50
D) 1:5
2. $C = 1:20$, $\Delta D = 0,05$ mm bo'lsa ΔZ qancha?
A) 0,05 mm
B) 0,25 mm
C) 1,0 mm
D) 2,5 mm
3. Bo'yoq faqat kalibrning bir uchida o'chdi. Bu nimani bildiradi?
A) diametr katta
B) konus burchagi xato
C) kalibr eskirgan
D) detal yaroqli
4. $M_1 - M_2 = 2,0$ mm, $H = 50$ mm bo'lsa $\text{tg}(\alpha/2)$ qancha?
A) 0,04
B) 0,02
C) 0,01
D) 0,2
5. Frezalash stanoklari shpindellarida qaysi konus ishlatiladi?
A) Morze 3
B) 7:24
C) 1:20
D) 1:100

KALIT: 1–B; 2–C; 3–B; 4–B; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Ichki konusni (vtulka) ikki sharcha yordamida o'lchash sxemasini chizing va formulasini keltirib chiqaring.
2. Tokarlik stanogida konus yo'nishning uch usulini (yuqori salazkani burish, ketingi babkani siljitish, konus chizg'ichi) taqqoslang va har biri uchun salazkani burish burchagi yoki siljitish miqdorini Morze 3 konusi uchun hisoblang.

12-AMALIY MASHG'ULOT. REZBANING MUHIM PARAMETRLARINI NAZORAT QILISH VOSITALARI

Ishning maqsadi

Metrik rezba parametrlarini hisoblash, rezbani kompleks (kalibrlar) va element bo'yicha (rezba shablonlari, rezba mikrometri, uch sim usuli) nazorat qilish, o'rta diametrning haqiqiy va keltirilgan qiymatlarini aniqlash.

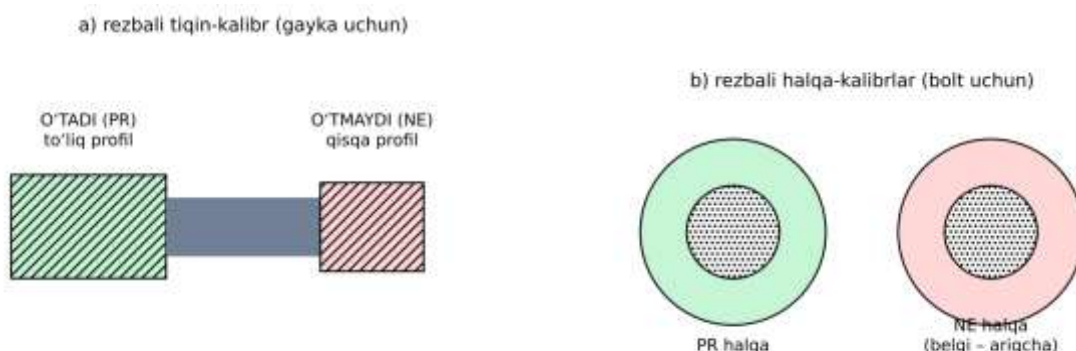
Jihozlar va materiallar

Rezbali tiqin va halqa kalibrlar (PR va NE), rezba shablonlari (metrik 60°, 0,4–6 mm), rezba mikrometri almashinadigan uchliklar bilan, uch sim to'plami, mikrometr MK 0–25, bolt va gaykalar namunalari (M10, M12, M16).

Nazariy ma'lumot

Rezba parametrlari va dopusklari 4-ma'ruzada berilgan (19-, 20-rasmlar).

Kompleks nazorat – rezba kalibrlari (43-rasm). O'tadi kalibri (PR) to'liq profilli va uzun: u rezbaning barcha parametrlarini (keltirilgan o'rta diametr, qadam, burchak, tashqi va ichki diametr) birgalikda tekshiradi va detalga erkin burab kirishi kerak. O'tmaydi kalibri (NE) qisqartirilgan profilli va 2–3 o'ramli: u faqat haqiqiy o'rta diametrni tekshiradi va detalga 2 o'ramdan ko'p kirmasligi kerak (Teylor printsipi).



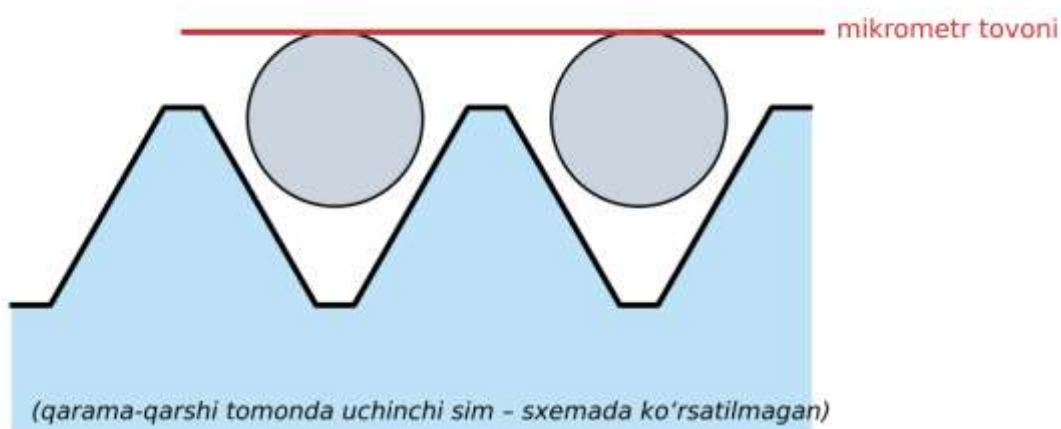
43-rasm. Rezbali kalibrlar: a – tiqin; b – halqalar

Element bo'yicha nazorat:

- **qadam** – rezba shabloni (rezbomer) bilan yorug'lik tirqishi bo'yicha yoki shtangensirkul bilan n qadam uzunligini o'lchab ($P = L_n/n$);

- **tashqi diametr** – mikrometr yoki shtangensirkul;
- **oʻrta diametr** – rezba mikrometri (konusli va prizmatik uchliklar) yoki **uch sim usuli** (44-rasm) – eng aniq usullardan biri.

Uch sim usuli: $M = d_2 + 3 \cdot dw - 0,866 \cdot P$; $dw_{opt} = 0,577 \cdot P$



44-rasm. Rezbaning oʻrta diametrini uch sim usulida oʻlchash

Uch sim usuli. Diametri dw boʻlgan uchta aniq sim rezba ariqlariga qoʻyiladi (bir tomonda bitta, qarshi tomonda ikkita) va mikrometr bilan simlar ustidan M oʻlchanadi. Metrik rezba ($\alpha = 60^\circ$) uchun:

$$d_2 = M - 3 \cdot dw + 0,866 \cdot P$$

Eng qulay (optimal) sim diametri – sim rezba profiliga aynan oʻrta diametr chizigʻida tegadigan diametr: $dw_{opt} = 0,577 \cdot P$. Bunda profil burchagi xatoligi natijaga taʼsir qilmaydi.

Namunaviy hisob

Topshiriq. M12×1,75–6g bolt tekshirilmoqda.

1-qadam. Nominal parametrlar va chekli oʻlchamlar.

$$d_2 = 12 - 0,6495 \cdot 1,75 = 10,863 \text{ mm}; \quad d_1 = 12 - 1,0825 \cdot 1,75 = 10,106 \text{ mm}$$

$$6g: \quad es = -0,034 \text{ mm}; \quad Td_2 = 0,150 \text{ mm}; \quad Td = 0,265 \text{ mm}.$$

$$d_{2max} = 10,863 - 0,034 = 10,829 \text{ mm}; \quad d_{2min} = 10,829 - 0,150 = 10,679 \text{ mm}$$

$$d_{max} = 12 - 0,034 = 11,966 \text{ mm}; \quad d_{min} = 11,966 - 0,265 = 11,701 \text{ mm}$$

2-qadam. Sim diametri. $d_{w,opt} = 0,577 \cdot 1,75 = 1,010 \text{ mm}$ (standart to'plamdan 1,008 mm tanlanadi).

3-qadam. O'lchash va hisob. Simlar ustidan $M = 12,310 \text{ mm}$ o'lchandi ($d_w = 1,008$):

$$d_2 = 12,310 - 3 \cdot 1,008 + 0,866 \cdot 1,75 = 12,310 - 3,024 + 1,516 = 10,802 \text{ mm}$$

$10,679 \leq 10,802 \leq 10,829 \checkmark$ – haqiqiy o'rta diametr dopusk ichida.

4-qadam. Keltirilgan o'rta diametr. Asbobsozlik mikroskopida: 10 qadam uzunligi 17,512 mm (nominal 17,500 $\rightarrow \Delta P_n = +0,012 \text{ mm}$); $\Delta \alpha/2 = +15'$.

$$fP = 1,732 \cdot 12 = 20,8 \text{ mkm}; \quad f\alpha = 0,36 \cdot 1,75 \cdot 15 = 9,5 \text{ mkm}$$

$$d_{2kelt} = 10,802 + 0,021 + 0,010 = 10,833 \text{ mm} > d_{2max} = 10,829 \text{ mm}$$

Xulosa. Haqiqiy o'rta diametr yaroqli bo'lsa ham, qadam va burchak xatoliklari tufayli keltirilgan o'rta diametr chegaradan 4 mkm ga oshdi – PR halqa-kalibr boltga burab kirmaydi, bolt yaroqsiz. Bu kompleks nazoratning ahamiyatini ko'rsatadi.

5-qadam. Qadamni shtangensirkul bilan tekshirish. 10 o'ram uzunligi 17,5 mm $\rightarrow P = 1,75 \text{ mm}$ (shablon ham 1,75 ga mos keldi).

Ishni bajarish tartibi

1. Bolt rezbasining qadamini shablon bilan, tashqi diametrini mikrometr bilan aniqlang.
2. Nominal d_2 , d_1 va 6g bo'yicha chekli o'lchamlarni hisoblang.
3. Optimal sim diametrini tanlab, uch sim usulida M ni o'lchang, d_2 ni hisoblang.
4. PR va NE halqa-kalibr lar bilan kompleks nazorat o'tkazing.
5. Element bo'yicha va kompleks nazorat natijalarini taqqoslab, xulosa yozing.

Variant	Rezba	es, mkm	Td ₂ , mkm	M, mm (o'lchangan)	d _w , mm
1	M10×1,5–6g	–32	132	10,280	0,866
2	M16×2–6g	–38	160	16,240	1,157

Variant	Rezba	es, mkm	Td ₂ , mkm	M, mm (o'lchangan)	dw, mm
3	M8×1,25–6g	–28	118	8,190	0,724
4	M20×2,5–6g	–42	170	20,290	1,441

Nazorat savollari

1. Rezbaning qaysi parametri birikmaning yig'iluvchanligini asosan belgilaydi?
2. O'tadi va o'tmaydi rezba kalibrlari konstruksiyasi nima uchun farq qiladi?
3. Uch sim usulining formulasini va optimal sim diametrini tushuntiring.
4. Keltirilgan o'rta diametr qanday hisoblanadi?
5. Rezba qadamini qanday usullar bilan tekshirish mumkin?

Test topshiriqlari

1. $P = 2$ mm uchun optimal sim diametri qancha?
 - A) 2,000 mm
 - B) 1,155 mm
 - C) 0,577 mm
 - D) 1,732 mm
2. $M = 12,350$, $dw = 1,010$, $P = 1,75$ mm bo'lsa d_2 qancha?
 - A) 10,835 mm
 - B) 12,350 mm
 - C) 9,320 mm
 - D) 11,866 mm
3. NE rezba kalibri detalga necha o'ramdan ko'p kirmasligi kerak?
 - A) 0
 - B) 2
 - C) 5
 - D) to'liq kiradi
4. Qadam xatoligi o'rta diametrqa qanday ta'sir qiladi (bolt uchun)?
 - A) uni kamaytiradi
 - B) keltirilgan o'rta diametrni oshiradi
 - C) ta'sir qilmaydi
 - D) faqat tashqi diametrni o'zgartiradi
5. Qadamni tekshirishning eng oddiy vositasi qaysi?
 - A) rezba shablони

- B) KO‘M
- C) sinus-chizg‘ich
- D) profilometr

KALIT: 1–B; 2–A; 3–B; 4–B; 5–A

Mustaqil topshiriqlar

1. Variantingiz bo‘yicha to‘liq hisobni bajaring va natijani “yaroqli/yaroqsiz” deb asoslang. Haqiqiy va keltirilgan o‘rta diametr farqini tushuntiring.
2. Maktab ustaxonasida plashka bilan rezba kesish darsida o‘quvchilar tayyorlagan boltlarni qanday oddiy vositalar (gayka-namuna, shablon) bilan tekshirish mumkinligini metodik tavsiya shaklida yozing.

13-AMALIY MASHG'ULOT. SHPONKALI BIRIKMALARDA DOPUSK VA O'TQAZISHLAR

Ishning maqsadi

Val diametriga qarab shponka o'lchamlarini tanlash, birikma turiga ko'ra dopusk maydonlarini belgilash, zazor va natyaglarni hisoblash, shponkani ezilishga tekshirish va shponka ariqchalarini nazorat qilish usullarini o'rganish.

Jihozlar va materiallar

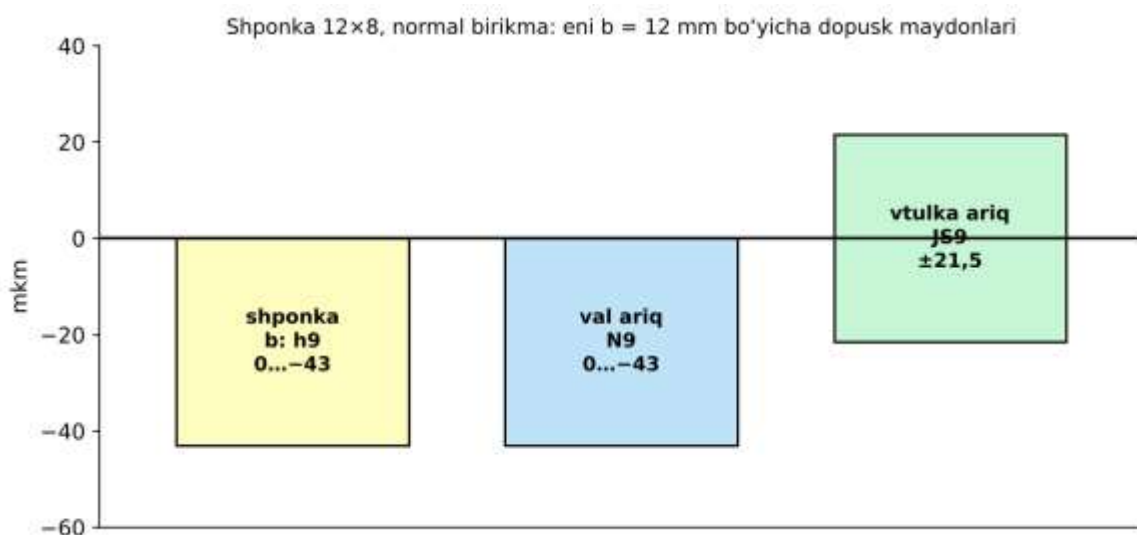
Prizmatik shponkalar standarti jadvallari, ISO 286 jadvallari, shponkali val va vtulka namunalari, shtangensirkul, mikrometr, shponka ariqchasi kalibrlari (kengligi va chuqurligi bo'yicha), simmetriklik kalibri.

Nazariy ma'lumot

Shponkali birikma uch o'lcham bo'yicha birlashadi: **eni b** (asosiy – momentni uzatadi), **balandligi h** va **uzunligi l**. Prizmatik shponkalar o'lchamlari (tanlangan qatorlar):

Val diametri d, mm	b × h, mm	t ₁ (valda), mm	t ₂ (vtulkada), mm
17–22	6 × 6	3,5	2,8
22–30	8 × 7	4,0	3,3
30–38	10 × 8	5,0	3,3
38–44	12 × 8	5,0	3,3
44–50	14 × 9	5,5	3,8
50–58	16 × 10	6,0	4,3

Shponka eni bo'yicha dopusklar (45-rasm): shponka – h9; birikma turlari (5-ma'ruzadagi jadval): erkin (val H9 / vtulka D10), normal (N9 / JS9), zich (P9 / P9). Balandlik bo'yicha shponka h11, uzunlik bo'yicha h14; ariqcha uzunligi H15; chuqurliklar t₁, t₂ ga +0,1...+0,2 mm.



45-rasm. Shponka 12×8 normal birikmasida eni bo'yicha dopusk maydonlari

Ezilishga tekshirish:

$$\sigma_{ez} = 2 \cdot T / (d \cdot (h - t_1) \cdot l_p) \leq [\sigma_{ez}]$$

bu yerda T – moment ($N \cdot mm$), l_p – shponkaning ishchi uzunligi (yumaloq uchli shponka uchun $l_p = l - b$), $[\sigma_{ez}] = 100 \dots 150$ MPa (po'lat gupchak, qo'zg'almas birikma).

Nazorat. Ariqcha eni – tekis kalibr (PR–NE), chuqurligi – chuqurlik o'lchagich yoki maxsus kalibr (val uchun $d - t_1$ o'lchami nazorat qilinadi, vtulka uchun $d + t_2$), ariqchanning simmetrikligi – kompleks simmetriklik kalibri (prizma va list).

Namunaviy hisob

Topshiriq. $d = 40$ mm val va po'lat tishli g'ildirak orasida $T = 200$ $N \cdot m$ moment uzatiladi; gupchak uzunligi 56 mm; seriyali ishlab chiqarish (normal birikma).

1-qadam. Shponka tanlash. $d = 38 \text{--} 44$ mm $\rightarrow b \times h = 12 \times 8$, $t_1 = 5,0$, $t_2 = 3,3$ mm. Uzunlik gupchakdan 5–10 mm qisqa, standart qatordan $l = 50$ mm. Belgilanishi: “Shponka 12 × 8 × 50”.

2-qadam. Dopusk maydonlari ($b = 12$ mm, 10–18 mm interval, IT9 = 43 mkm):

Element	Maydon	Chetlanishlar, mkm	Chekli o'lchamlar, mm
Shponka eni	12h9	0 / –43	12,000 / 11,957

Element	Maydon	Chetlanishlar, mkm	Chekli o'lchamlar, mm
Valdagi ariq	12N9	0 / -43	12,000 / 11,957
Vtulkadagi ariq	12JS9	+21,5 / -21,5	12,0215 / 11,9785

3-qadam. Zazor va natyaglar.

Val bilan: $S_{max} = 0 - (-43) = 43 \text{ mkm}$; $N_{max} = 0 - (-43) = 43 \text{ mkm}$

Vtulka bilan: $S_{max} = 21,5 - (-43) = 64,5 \text{ mkm}$; $N_{max} = 0 - (-21,5) = 21,5 \text{ mkm}$

4-qadam. Ezilishga tekshirish. $l_p = 50 - 12 = 38 \text{ mm}$; $h - t_1 = 8 - 5 = 3 \text{ mm}$:

$$\sigma_{ez} = 2 \cdot 200\,000 / (40 \cdot 3 \cdot 38) = 400\,000 / 4560 = 87,7 \text{ MPa} \leq 100 \text{ MPa} \checkmark$$

5-qadam. Nazorat o'lchamlari. Val: $d - t_1 = 40 - 5 = 35,0 (-0,2) \text{ mm}$; vtulka: $d + t_2 = 40 + 3,3 = 43,3 (+0,2) \text{ mm}$.

Ishni bajarish tartibi

1. Variant bo'yicha shponka o'lchamlarini va uzunligini tanlang.
2. Birikma turiga ko'ra dopusk maydonlarini belgilang, chetlanishlarni toping.
3. Val va vtulka bilan birikmadagi zazor/natyaglarni hisoblang, sxemasini chizing.
4. Shponkani ezilishga tekshiring; yetarli bo'lmasa, ikkita shponka yoki shlitsli birikma taklif qiling.
5. Real namunada ariqcha eni va chuqurligini o'lchab, yaroqlilik xulosasini bering.

Variant	d, mm	T, N·m	Gupchak uzunligi, mm	Birikma turi
1	25	60	40	normal
2	35	150	50	zich
3	48	350	70	normal
4	55	500	80	erkin (yo'naltiruvchi)
5	20	30	32	normal

Nazorat savollari

1. Shponkali birikmaning asosiy o'lchamlari qaysilar va qaysi biri birikma xarakterini belgilaydi?
2. Nima uchun shponka eni h_9 bo'yicha tayyorlanadi?

3. Erkin, normal va zich birikmalarning farqi va qo'llanilishi qanday?
4. Shponka ezilishga qanday tekshiriladi?
5. Shponka ariqchasining eni, chuqurligi va simmetrikligi qanday nazorat qilinadi?

Test topshiriqlari

1. $d = 40$ mm val uchun prizmatik shponka kesimi qanday?
 - A) 8×7
 - B) 12×8
 - C) 16×10
 - D) 6×6
2. Zich birikmada valdagi va vtulkadagi ariqlar qaysi maydon bo'yicha?
 - A) N9 / JS9
 - B) P9 / P9
 - C) H9 / D10
 - D) h9 / h9
3. $T = 100 \text{ N}\cdot\text{m}$, $d = 30$, $h - t_1 = 3$, $l_p = 30$ mm bo'lsa σ_{ez} qancha?
 - A) 74 MPa
 - B) 37 MPa
 - C) 148 MPa
 - D) 22 MPa
4. Yo'naltiruvchi shponka (vtulka val bo'ylab siljiydi) uchun qaysi birikma turi?
 - A) zich
 - B) normal
 - C) erkin
 - D) presslangan
5. Normal birikmada shponka va vtulka orasidagi N_{max} qancha ($b = 12$)?
 - A) 43 mkm
 - B) 21,5 mkm
 - C) 64,5 mkm
 - D) 0

KALIT: 1–B; 2–B; 3–A; 4–C; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Variantingiz bo'yicha shponkali birikmaning yig'ish chizmasini (val, vtulka, shponka kesimi) chizing va barcha o'lchamlar, dopusklar, g'adir-budurlik va simmetriklik dopuskini qo'ying.

2. Segment shponka va ponasimon shponkaning prizmatik shponkadan farqini, afzallik va kamchiliklarini jadval shaklida yozing.

14-AMALIY MASHG'ULOT. SHLITSLI BIRIKMALARDA NAZORAT QILISH UCHUN KALIBRLAR

Ishning maqsadi

To'g'ri yonli shlitsli birikmalar belgilarini o'qish, markazlash usulini tanlash, dopusk maydonlarini aniqlash va shlitsli detallarni kompleks hamda element bo'yicha kalibrlar bilan nazorat qilish tizimini, shuningdek silliq kalibrlarning ijro o'lchamlarini hisoblashni o'zlashtirish.

Jihozlar va materiallar

Shlitsli val va vtulka namunalari, shlitsli kompleks tiqin va halqa kalibrlar, silliq tiqin-kalibrlar va skobalar, list kalibrlar, mikrometr, shtangensirkul, ISO 286 jadvallari.

Nazariy ma'lumot

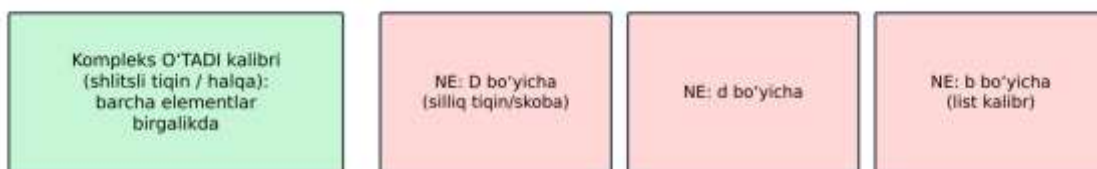
Belgilash tarkibi: markazlash sirti (D , d yoki b) – tishlar soni $z \times$ ichki diametr $d \times$ tashqi diametr $D \times$ tish eni b , har bir o'lcham yonida o'tqazish. Masalan:

- $D - 8 \times 36 \times 40 H7/f7 \times 7 F8/f7$ – birikma (D bo'yicha markazlash);
- $D - 8 \times 36 \times 40 H7 \times 7 F8$ – vtulka; $D - 8 \times 36 \times 40 f7 \times 7 f7$ – val.

Markazlash usullari 5-ma'ruzada ko'rilgan (24-rasm). Markazlanmaydigan diametrlar uchun katta zazorlar beriladi (D bo'yicha markazlashda d uchun val – d bo'yicha qiymati jadvaldan, teshik – $H11$).

Kalibrlar bilan nazorat (46-rasm). Shlitsli detal ko'p elementli bo'lgani uchun Teylor printsipi qo'llaniladi:

- **kompleks o'tadi kalibri** – shlitsli tiqin (vtulka uchun) yoki shlitsli halqa (val uchun); u barcha elementlarning birgalikdagi ta'sirini (diametrlar, tish eni, tishlarning burchak bo'yicha joylashuvi, soosnoslik) tekshiradi va detalga erkin kirishi kerak;
- **element bo'yicha o'tmaydi kalibrlari** – har bir element uchun alohida: D bo'yicha (silliq tiqin yoki skoba), d bo'yicha, b bo'yicha (list kalibr); ular detalga kirmasligi kerak.



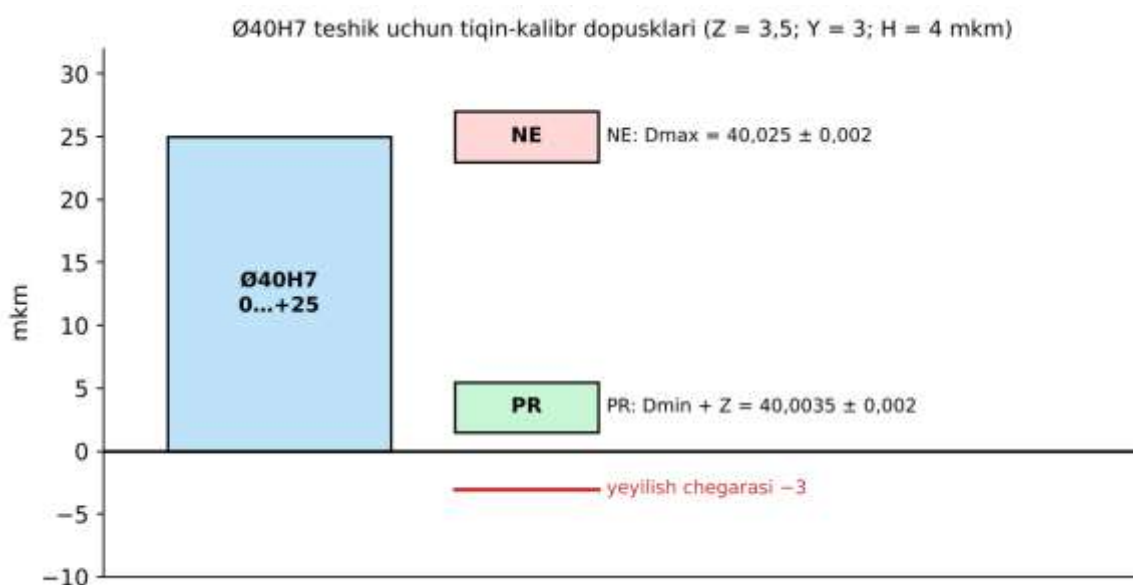
Qoida: kompleks kalibr o'tsa VA har bir element bo'yicha O'TMAYDI kalibrlari o'tmasa – detal yaroqli

(Teylor printsipl: PR – kompleks, NE – element bo'yicha)

46-rasm. Shlitsli detallarni kalibrlar bilan nazorat qilish tizimi

Silliqli kalibrlarning ijro o'lchamlari (47-rasm). Kalibr ham dopusk bilan tayyorlanadi va ishlatilishida yeyiladi. Teshik uchun tiqin-kalibrlarda (ISO/GOST tizimi bo'yicha) Z – PR kalibr dopusk maydoni o'rtasining Dmin dan ichkariga siljishi, Y – PR kalibrning yeyilish chegarasi (Dmin dan tashqariga), H – kalibr tayyorlash dopuski:

$$PR_{new} = (D_{min} + Z) \pm H/2; \quad PR_{yey} = D_{min} - Y; \quad NE = D_{max} \pm H/2$$



47-rasm. Ø40H7 teshik uchun tiqin-kalibr dopusk maydonlarining joylashuvi

Namunaviy hisob

1-masala. Shlitsli birikma dopusklari: $D - 8 \times 36 \times 40 \text{ H7/f7} \times 7 \text{ F8/f7}$.

Element	Vtulka	Val	S, mkm
D = 40 (markazlovchi)	H7: 0...+25	f7: -25...-50	25...75
b = 7	F8: +13...+35	f7: -13...-28	26...63

Element	Vtulka	Val	S, mkm
d = 36 (markazlanmaydigan)	H11: 0...+160	d ≤ 36 (ariq tubi bo'yicha)	katta zazor

Hisob namunasi: b bo'yicha $S_{min} = EI - es = 13 - (-13) = 26$ mkm; $S_{max} = ES - ei = 35 - (-28) = 63$ mkm.

2-masala. Kalibrlar tarkibi. Vtulkani nazorat qilish uchun: kompleks shlitsli tiqin PR; silliq tiqin NE Ø40 (D bo'yicha, $D_{max} = 40,025$); list kalibr NE b = 7 (b $_{max} = 7,035$); silliq tiqin NE Ø36 (d bo'yicha, 36,160). Val uchun: kompleks shlitsli halqa PR; skoba NE Ø40 ($d_{min} = 39,950$); list (yoki skoba) NE b = 7 ($b_{min} = 6,972$).

3-masala. Silliq tiqin-kalibr Ø40H7. Ma'lumotnomadan (IT7, 30–50 mm): Z = 3,5 mkm, Y = 3 mkm, H = 4 mkm. $D_{min} = 40,000$; $D_{max} = 40,025$ mm.

$$PR_{new} = 40,0035 \pm 0,002 \text{ mm} \rightarrow 40,0015 \dots 40,0055 \text{ mm (chizmada } 40,0055_{-0,004})$$

$$PR_{yey} = 40,000 - 0,003 = 39,997 \text{ mm}$$

$$NE = 40,025 \pm 0,002 \text{ mm} \rightarrow 40,023 \dots 40,027 \text{ mm (chizmada } 40,027_{-0,004})$$

Kalibr ishlatilishida yeyiladi; o'lchami 39,997 mm ga tushganda PR tomoni yaroqsiz deb chiqariladi.

Ishni bajarish tartibi

1. Variant bo'yicha belgini o'qing: markazlash usuli, z, d, D, b va o'tqazishlar.
2. Har bir element uchun vtulka va val chetlanishlarini toping, zazorlarni hisoblang.
3. Val va vtulka uchun kalibrlar tarkibini (PR va NE) tuzing, har bir NE kalibr o'lchamini yozing.
4. Bitta silliq tiqin-kalibr (markazlovchi diametr uchun) ijro o'lchamlarini hisoblang.
5. Namunani kompleks kalibr bilan tekshirib, natijani qayd eting.

Variant	Belgi
1	$D - 6 \times 23 \times 26 \text{ H7/js6} \times 6 \text{ F8/js7}$
2	$d - 8 \times 32 \text{ H7/f7} \times 36 \text{ H12/a11} \times 6 \text{ D9/h9}$
3	$b - 10 \times 42 \times 52 \text{ H12/a11} \times 6 \text{ F8/f8}$
4	$D - 8 \times 46 \times 50 \text{ H7/f7} \times 9 \text{ F8/f7}$

Nazorat savollari

1. Shlitsli birikma belgisi qanday o'qiladi?
2. Markazlanmaydigan diametrga nima uchun katta zazor beriladi?
3. Teylor printsiipi shlitsli detallarni nazorat qilishda qanday qo'llaniladi?
4. Kompleks PR kalibr qaysi xatoliklarni aniqlaydi?
5. Silliqli kalibrdagi Z, Y, H kattaliklari nimani bildiradi?

Test topshiriqlari

1. "D – $8 \times 36 \times 40$..." belgisidagi "D" nimani bildiradi?
 - A) tashqi diametr bo'yicha markazlash
 - B) ichki diametr bo'yicha markazlash
 - C) yon tomonlar bo'yicha markazlash
 - D) detal turi
2. Val uchun kompleks o'tadi kalibri qanday bo'ladi?
 - A) silliq tiqin
 - B) shlitsli halqa
 - C) list kalibr
 - D) rezbali tiqin
3. b bo'yicha F8 (+13...+35) va f7 (–13...–28) uchun Smin qancha?
 - A) 13 mkm
 - B) 26 mkm
 - C) 63 mkm
 - D) 0
4. Ø40H7 tiqin-kalibrning PR tomoni yeyilish chegarasi ($Y = 3$ mkm) qancha?
 - A) 40,003 mm
 - B) 39,997 mm
 - C) 40,025 mm
 - D) 40,000 mm
5. Element bo'yicha NE kalibri detalga ...
 - A) erkin kirishi kerak
 - B) kirmasligi kerak
 - C) yarmigacha kirishi kerak
 - D) burab kiritiladi

KALIT: 1–A; 2–B; 3–B; 4–B; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. Ø40g6 val uchun skoba-kalibrning ($Z_1 = 3,5$; $Y_1 = 3$; $H_1 = 4$ mkm) ijro o'lchamlarini hisoblang va dopusk maydonlari sxemasini chizing.
2. Evolventli shlitsli birikmalarning to'g'ri yonli shlitslardan afzalliklarini o'rganib, avtomobil uzatmalar qutisi misolida qisqa ma'lumot tayyorlang.

15-AMALIY MASHG‘ULOT. MAHSULOT SIFATINI NAZORAT QILUVCHI XALQARO TASHKILOTLAR VA XALQARO SIFAT MARKAZLARINING VAZIFALARI

Ishning maqsadi

Standartlashtirish, metrologiya va sifat sohasidagi xalqaro tashkilotlarning tuzilishi va vazifalarini o‘rganish, ISO 9001 talablari va sertifikatlash tartibi bilan tanishish, sifat ko‘rsatkichlarini hisoblash va sifat sohasidagi xalqaro mukofotlar mezonlarini tahlil qilish.

Jihozlar va materiallar

ISO 9000, ISO 9001 standartlari matni (yoki qisqacha mazmuni), tashkilotlar rasmiy saytlari materiallari, sertifikat namunalari, kompyuter va proyektor.

Nazariy ma’lumot

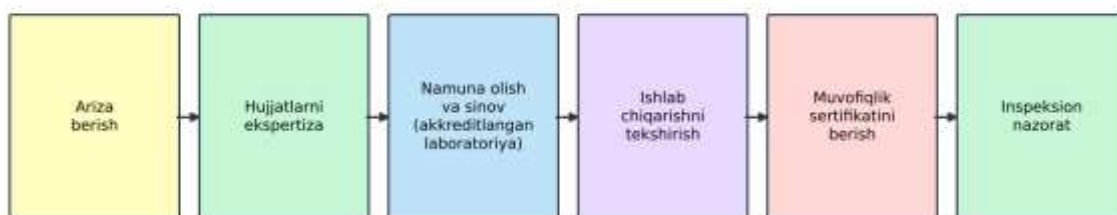
Xalqaro tashkilotlar 27-rasmda keltirilgan. Asosiylarining vazifalari:

- **ISO** (Xalqaro standartlashtirish tashkiloti) – 1947-yilda tashkil topgan, qarorgohi Jenevada; a’zolari – milliy standartlashtirish organlari (O‘zbekiston ham ISO a’zosi); 25 mingdan ortiq xalqaro standart qabul qilgan. Standartlar texnik qo‘mitalar (TC) da konsensus asosida ishlab chiqiladi. Mashhur standartlari: ISO 9001 (sifat menejmenti), ISO 14001 (ekologik menejment), ISO 45001 (mehnat xavfsizligi), ISO/IEC 17025 (sinov laboratoriyalari), ISO 286, ISO 1101 (geometrik spetsifikatsiya);
- **IEC** (Xalqaro elektrotexnika komissiyasi, 1906) – elektrotexnika, elektronika va tegishli texnologiyalar standartlari; ISO bilan birga ISO/IEC qo‘shma standartlari;
- **ITU** – telekommunikatsiya standartlari (radiochastotalar, aloqa protokollari);
- **OIML** (Xalqaro qonuniy metrologiya tashkiloti) – savdo, sog‘liqni saqlash va xavfsizlikda ishlatiladigan o‘lchash vositalariga yagona talablar (tarozilar, hisoblagichlar, spidometrilar);

- **BIPM** (Xalqaro o‘lchovlar va og‘irliklar byurosi) – SI birliklari va xalqaro etalonlar;
- **IAF va ILAC** – sertifikatlash organlari va laboratoriyalarni akkreditatsiyalash bo‘yicha xalqaro forumlar; ularning o‘zaro tan olish kelishuvlari tufayli bir mamlakatda berilgan sertifikat boshqasida tan olinadi (“bir marta sinov – hamma joyda qabul”);
- **sifat bo‘yicha jamiyatlar va markazlar** – EOQ (Evropa sifat tashkiloti), ASQ (Amerika sifat jamiyati), EFQM (Evropa sifat menejmenti fondi), JUSE (Yaponiya olimlar va muhandislar ittifoqi – Deming mukofoti); ular sifat bo‘yicha mutaxassislarni tayyorlaydi, mukofotlar beradi, ilg‘or tajribani tarqatadi.

Xalqaro sifat mukofotlari: Deming mukofoti (Yaponiya, 1951), Malkolm Boldrij milliy sifat mukofoti (AQSh, 1987), EFQM mukammallik modeli (Evropa). Ular tashkilotlarni yetakchilik, strategiya, xodimlar, jarayonlar, iste‘molchilar va natijalar mezonlari bo‘yicha baholaydi.

ISO 9001 sertifikatlash tartibi (48-rasm): ariza → hujjatlar ekspertizasi → ishlab chiqarish/tizimni audit qilish (va zarur bo‘lsa namunalarni akkreditlangan laboratoriyada sinash) → sertifikat berish (odatda 3 yilga) → har yili inspeksion (nazorat) audit.



48-rasm. *Muvofiqlikni tasdiqlash (sertifikatlash) jarayonining bosqichlari*

Sifat ko‘rsatkichlari. Ishlab chiqarishda sifat ko‘pincha quyidagilar bilan baholanadi: brak darajasi $q = n_{brak}/N$; birinchi taqdimotdan qabul qilinish ulushi; million detalga to‘g‘ri keluvchi nuqsonlar soni ($PPM = n_{brak}/N \cdot 10^6$); jarayon qobiliyati indeksi C_{pk} ; sifat xarajatlari (oldini olish, baholash, ichki va tashqi yo‘qotishlar).

Namunaviy hisob

1-masala. Brak ko'rsatkichlari. Korxona oyiga 25 000 ta val ishlab chiqaradi; nazoratda 85 ta brak, iste'molchidan 15 ta reklamatsiya qaytdi.

$$\text{ichki brak: } q = 85/25\,000 = 0,0034 = 0,34\%; \text{ PPM}_{\text{ichki}} = 3400$$

$$\text{tashqi (iste'molchidagi) PPM} = 15/25\,000 \cdot 10^6 = 600 \text{ PPM}$$

Avtomobil sanoatida yetkazib beruvchilardan odatda 50–100 PPM dan kam talab qilinadi – korxona bu talabga javob bermaydi.

2-masala. Jarayon qobiliyati. Val diametri Ø25h7 (24,979...25,000), o'lchashlar bo'yicha $\bar{x} = 24,991$ mm, $\sigma = 0,003$ mm.

$$C_p = 0,021/(6 \cdot 0,003) = 1,17; \quad C_{pk} = \min(25,000 - 24,991; 24,991 - 24,979)/(3 \cdot 0,003) = 0,009/0,009 = 1,00$$

$C_{pk} = 1,00$ – jarayon chegarada (talab odatda $\geq 1,33$). O'rtacha qiymat 24,9895 ga siljitsa, $C_{pk} = C_p = 1,17$ ga oshadi; σ ni 0,0025 gacha kamaytirish esa $C_p = 1,4$ beradi.

3-masala. Sifat xarajatlari. Oylik: oldini olish (o'qitish, profilaktika) – 12 mln so'm; baholash (nazorat, o'lchash) – 18 mln; ichki yo'qotishlar (brak, qayta ishlov) – 35 mln; tashqi yo'qotishlar (reklamatsiya, kafolat) – 25 mln. Jami 90 mln so'm, shundan 67 % – yo'qotishlar. Oldini olishga sarfni 2 marta oshirish yo'qotishlarni odatda 30–50 % ga kamaytiradi – bu “sifat bepul” g'oyasining (F. Krosbi) mohiyati.

Ishni bajarish tartibi

1. Kichik guruhlariga bo'linib, har bir guruh bitta xalqaro tashkilot (ISO, IEC, OIML, IAF/ILAC, EFQM) bo'yicha taqdimot tayyorlaydi: tarixi, tuzilishi, vazifalari, O'zbekiston bilan hamkorlik.

2. ISO 9001 ning 7 tamoyili va tuzilishini (4–10-bo'limlar) jadval shaklida yozing.

3. Variant bo'yicha brak ko'rsatkichlari, C_p , C_{pk} va sifat xarajatlari tuzilishini hisoblang.

4. Natijalar asosida sifatni yaxshilash bo'yicha 3 ta taklif bering.

Variant	N, dona/oy	Ichki brak	Reklamatsiya	O'lcham va dopusk	$\bar{x}$; σ , mm
1	10 000	42	6	Ø30h6 (29,987...30,000)	29,994; 0,002
2	40 000	96	20	Ø20k6 (20,002...20,015)	20,010; 0,0018
3	15 000	30	3	Ø50f7 (49,950...49,975)	49,960; 0,004
4	8 000	56	10	Ø16h8 (15,973...16,000)	15,988; 0,004

Nazorat savollari

1. ISO va IEC tashkilotlarining vazifalari qanday taqsimlangan?
2. OIML va BIPM qanday vazifalarni bajaradi?
3. IAF va ILAC kelishuvlari xalqaro savdo uchun nima beradi?
4. ISO 9001 bo'yicha sertifikatlash qanday bosqichlardan iborat?
5. Xalqaro sifat mukofotlari qanday mezonlar bo'yicha beriladi?

Test topshiriqlari

1. ISO qarorgohi qayerda joylashgan?
 - A) Parij
 - B) Jeneva
 - C) London
 - D) Vashington
2. Sinov va kalibrlash laboratoriyalari kompetentligiga talablar qaysi standartda?
 - A) ISO 9001
 - B) ISO/IEC 17025
 - C) ISO 14001
 - D) ISO 286
3. 50 000 detaldan 10 tasi brak bo'lsa PPM qancha?
 - A) 10
 - B) 200
 - C) 2000
 - D) 0,02
4. Deming mukofoti qaysi mamlakatda ta'sis etilgan?
 - A) AQSh
 - B) Germaniya
 - C) Yaponiya
 - D) Buyuk Britaniya

5. Qonuniy metrologiya bo'yicha xalqaro tashkilot qaysi?

- A) ITU
- B) OIML
- C) EOQ
- D) IEC

KALIT: 1–B; 2–B; 3–B; 4–C; 5–B

Mustaqil topshiriqlar

1. O'zbekistondagi ISO 9001 sertifikatiga ega bo'lgan 3 ta korxona haqida ma'lumot to'plang: qaysi mahsulot, qaysi sertifikatlash organi, sertifikatlash korxonaga nima berdi.

2. Ta'lim muassasasi (maktab yoki institut) uchun sifat menejmenti tizimini joriy etishning soddalashtirilgan rejasini (ISO 21001 – ta'lim tashkilotlari uchun menejment tizimi asosida) tuzing.

MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI VA ULARNI BAJARISH BO'YICHA KO'RSATMALAR

Mustaqil ta'lim tinglovchilarning ma'ruza va amaliy mashg'ulotlarda olgan bilimlarini chuqurlashtirish, me'yoriy hujjatlar (standartlar, qonunlar) va ma'lumotnomalar bilan ishlash, olingan bilimlarni maktab Texnologiya darslariga moslashtirish ko'nikmalarini rivojlantirishga qaratilgan. Har bir tinglovchi quyidagi mavzulardan birini tanlab, 8–10 betlik referat (yoki 10–12 slaydli taqdimot) tayyorlaydi va himoya qiladi.

№	Mavzu	Bog'liq mashg'ulot
1	Metrologiya va uning rivojlanish bosqichlari. Qadimiy, antropometrik va zamonaviy o'lchov birliklari tahlili. Universal o'lchov vositalari	M1, A1, A2
2	O'zbekistonda o'lchashlar yagonaligini ta'minlash tizimi va metrologik ta'minot. Nazorat-o'lchov vositalari	M1, A2
3	O'zbekiston Respublikasi standartlashtirish tizimi, tuzilishi va mohiyati. Xalqaro standartlashtirish	M1, M2, A15
4	O'zbekistonda standartlashtirishning huquqiy asoslari. Texnik shartlar loyihalarini ishlab chiqish	M2, A3
5	Mashinasozlikda o'zaro almashinuvchanlikning qo'llanilishi. Dopusk va o'tqazishlar	M2, A4, A5, A7
6	Dopusk va o'tqazishlarning yagona tizimi. Kvalitetlarning qo'llanilishi	M2, A6
7	Dumalash podshipniklarining o'tqazishlarini hisoblash, tanlash va chizmada belgilash	M4
8	Sirtlarning shakl va joylashuv og'ishlarini me'yorlash. G'adir-budurlik parametrlari va chizmada belgilanishi	M3, A8, A9
9	Rezbali birikmalarning o'zaro almashinuvchanligi, asosiy o'lchamlari, aniqlik darajalari	M4, A12
10	Shponkali va shlitsli birikmalarga talablarni me'yorlash; detallarni o'lchash va nazorat qilish	M5, A13, A14

Referatning tuzilishi: kirish (mavzuning dolzarbligi); asosiy qism (2–3 bo'lim, kamida 3 ta rasm yoki jadval va 1 ta ishlangan sonli misol bilan); “Maktab ta'limida qo'llash” bo'limi (mavzuni Texnologiya darsida qanday tushuntirish, qaysi oddiy o'lchash ishini o'quvchilar bilan bajarish mumkin); xulosa; kamida 5 ta manba (shu jumladan amaldagi standart yoki qonun).

BAHOLASH MEZONLARI

Fan bo'yicha tinglovchilar bilimi oraliq (ON) va yakuniy (YaN) nazorat turlari bilan 5 ballik tizimda baholanadi. Amaliy mashg'ulotlarda har bir mavzu bo'yicha olingan baholar hamda mustaqil ta'lim topshiriqlari bahosi o'rtachalanib, oraliq nazorat bahosi bilan qayta o'rtachalanadi. Yakuniy nazorat yozma ish shaklida o'tkaziladi.

Baho	Mezon
5 (a'lo)	Tinglovchi mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlaydi, olgan bilimini amalda qo'llay oladi: o'lchash natijalarini noaniqlik bilan ifodalaydi, o'tqazishni tanlab hisoblaydi, chizmada dopusklar va g'adir-budurlikni to'g'ri belgilaydi, detalni universal vositalar va kalibrlar bilan nazorat qiladi, hisoblarni xatosiz bajaradi
4 (yaxshi)	Mustaqil mushohada yuritadi, bilimini amalda qo'llay oladi, mavzu mohiyatini tushunadi; hisoblarda kichik xatolarga yo'l qo'yadi
3 (qoniqarli)	Bilimini amalda qo'llay oladi, mavzu mohiyatini tushunadi va aytib beradi, lekin mustaqil hisoblash va tahlilda qiynaladi
2 (qoniqarsiz)	Fan dasturini o'zlashtirmagan, mavzu mohiyatini tushunmaydi va u haqida tasavvurga ega emas

YAKUNIY NAZORAT SAVOLLARI

1. Metrologiya, standartlashtirish va o'zaro almashinuvchanlikning mohiyati va o'zaro bog'liqligi.
2. Xalqaro birliklar tizimi (SI). O'lchashlar yagonaligi va etalonlar tizimi.
3. O'lchash turlari va usullari. O'lchash vositalarining metrologik tavsiflari.
4. Shtangensirkul va mikrometrning tuzilishi va ular bo'yicha o'qish.
5. O'lchash xatoliklarining turlari. Normal taqsimot va "uch sigma" qoidasi.
6. Takroriy o'lchash natijalarini qayta ishlash. A va B turdagi noaniqlik.
7. O'lchov plitkalari. Blok tuzish qoidasi. Nisbiy usulda o'lchash.
8. Avtomatlashtirilgan o'lchash vositalari: pnevmatik asboblari, KO'M, faol nazorat.
9. O'zbekiston milliy standartlashtirish tizimi va standartlashtirish bo'yicha hujjatlar.
10. Afzal sonlar. Unifikatsiya, agregatlash va tipizatsiyalash.

11. Standartlashtirishda davlat nazorati. Kompleks va ilg'orlovchi standartlashtirish.
12. O'zaro almashinuvchanlik turlari. Selektiv yig'ish.
13. Nominal, haqiqiy va chekli o'lchamlar, chetlanishlar, dopusk. Dopusk maydonlari sxemasi.
14. Dopusk birligi va kvalitetlar. ISO 286 tizimi.
15. Teshik va val sistemalari. Asosiy chetlanishlar.
16. O'tqazish turlari va ularni hisoblash. Afzal o'tqazishlar.
17. Zazor va natyagning ehtimoliy hisobi.
18. Chetlanishlarni chizmada belgilash usullari. Erkin o'lchamlar.
19. Shakldan og'ishlar: tekislik, to'g'ri chiziqlilik, doiraviylik, silindrililik.
20. Joylashuvdan va yig'indi og'ishlar. Chizmada belgilanishi.
21. Sirt g'adir-budurligi parametrlari, o'lchash usullari va chizmada belgilanishi.
22. Silliqlik silindrik birikmalar uchun o'tqazish tanlash. Presslangan birikmani tekshirish.
23. Dumalash podshipniklari: aniqlik sinflari, yuklanish turlari va o'tqazishlar.
24. Konusli birikmalar: parametrlari, dopusklari, kalibrlar bilan nazorat.
25. Burchaklarni o'lchash usullari. Sinus-chizg'ich.
26. Metrik rezba parametrlari, dopusklari va keltirilgan o'rta diametr.
27. Rezbaning nazorat qilish: kalibrlar, uch sim usuli.
28. Tishli g'ildiraklar va uzatmalar aniqligi me'yorlari va nazorati.
29. Shponkali birikmalar: dopusk va o'tqazishlar, ezilishga tekshirish.
30. Shlitsli birikmalar: markazlash, belgilash, kalibrlar bilan nazorat.
31. Silliqlik kalibrlar: turlari va ijro o'lchamlari.
32. O'lchamlar zanjiri: maksimum–minimum va ehtimollik usullari.
33. Mahsulot sifati ko'rsatkichlari va ularga ta'sir qiluvchi omillar. PDCA sikli.
34. ISO 9001 sifat menejmenti tizimi va sertifikatlash.

35. Standartlashtirish va sifat bo'yicha xalqaro tashkilotlar.

GLOSSARIY

Atama	Ta'rifi
Afzal sonlar	geometrik progressiya bo'yicha tuzilgan, parametrlarni tanlash uchun tavsiya etilgan sonlar qatorlari (R5, R10, R20, R40)
Agregatlash	mashinalarni standart, o'zaro almashinuvchan uzellardan yig'ish
Asosiy chetlanish	dopusk maydonining nol chizig'iga nisbatan holatini belgilovchi, unga eng yaqin chetlanish
Baza	detalning boshqa elementlar joylashuvi aniqlanadigan elementi
Chekli o'lchamlar	haqiqiy o'lcham yotishi mumkin bo'lgan eng katta va eng kichik o'lchamlar
Chetlanish	chekli (yoki haqiqiy) o'lcham va nominal o'lcham ayirmasi
Dopusk	eng katta va eng kichik chekli o'lchamlar ayirmasi
Dopusk maydoni	yuqori va pastki chetlanishlar bilan chegaralangan soha
Etalon	o'lchov birligini qayta tiklash, saqlash va uzatish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi
G'adir-budurlik	sirtning baza uzunligidagi nisbatan kichik qadamli notekisliklari majmuasi
Kalibr	o'lchamni son bilan emas, "yaroqli/yaroqsiz" deb baholovchi shkalasiz nazorat vositasi
Konuslik	konus diametrlari ayirmasining uzunligiga nisbati: $C = (D - d)/L$
Kvalitet	barcha nominal o'lchamlar uchun bir xil aniqlik darajasiga mos keluvchi dopusklar to'plami
Metrologiya	o'lchashlar, ularning yagonaligini ta'minlash usullari va vositalari haqidagi fan
Modul (tishli g'ildirak)	bo'lish aylanasi diametrining tishlar soniga nisbati: $m = d/z$
Natyag	yig'ishgacha val o'lchamining teshik o'lchamidan katta bo'lgan farqi
Noaniqlik	o'lchanayotgan kattalikka asosli ravishda berilishi mumkin bo'lgan qiymatlar tarqoqligini tavsiflovchi parametr
Nominal o'lcham	chetlanishlar hisoblanadigan, konstruktor belgilagan o'lcham
O'lchamlar zanjiri	berk konturni tashkil etuvchi o'zaro bog'langan o'lchamlar majmuasi
O'lchash	texnik vosita yordamida fizik kattalik qiymatini tajriba yo'li bilan topish
O'lchov plitkalari	uzunlik birligini uzatish uchun aniq tayyorlangan parallel yuzali o'lchovlar
O'tqazish	yig'ishgacha bo'lgan o'lchamlar farqi bilan aniqlanadigan birikish xarakteri
O'zaro almashinuvchanlik	mustaqil tayyorlangan detallarning qo'shimcha ishlovsiz yig'ilib, buyum ishini ta'minlash xususiyati

Atama	Ta’rifi
Radial tepish	aylantirilganda sirt nuqtalaridan bazaviy o‘qqacha eng katta va eng kichik masofalar ayirmasi
Selektiv yig‘ish	detallarni o‘lcham guruhlariga saralab, bir xil guruhdagilarni yig‘ish
Sertifikatlash	vakolatli organ tomonidan mahsulotning belgilangan talablarga muvofiqligini tasdiqlash
Sifat	ob’ektga xos xususiyatlar majmuasining talablarga muvofiqlik darajasi
Sinus-chizg‘ich	burchakni o‘lchov plitkalari balandligi orqali bilvosita o‘lchovchi asbob: $\sin \alpha = H/L$
Standart	umumiy va ko‘p marta qo‘llaniladigan qoidalar, talablar va tavsiflarni belgilovchi hujjat
Teshik sistemasi	teshik dopusk maydoni o‘zgarmas (H), o‘tqazishlar val maydonini o‘zgartirib olinadigan tizim
Tipizatsiyalash	eng xarakterli ob’ekt asosida namunaviy konstruktiv yoki texnologik yechim ishlab chiqish
Unifikatsiya	bir xil vazifadagi buyumlar turlarini asoslangan holda qisqartirish
Zazor	yig‘ishgacha teshik o‘lchamining val o‘lchamidan katta bo‘lgan farqi

ADABIYOTLAR

Me’yoriy-huquqiy hujjatlar

1. O‘zbekiston Respublikasining “Metrologiya to‘g‘risida”gi Qonuni (yangi tahriri). O‘RQ-614, 07.04.2020.
2. O‘zbekiston Respublikasining “Standartlashtirish to‘g‘risida”gi Qonuni (yangi tahriri). O‘RQ-800, 03.11.2022.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi Qonuni (yangi tahriri). O‘RQ-819, 28.02.2023.
4. ISO 286-1:2010, ISO 286-2:2010. Geometrical product specifications (GPS) – ISO code system for tolerances on linear sizes.
5. ISO 1101:2017. GPS – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out.
6. ISO 1302:2002; ISO 21920-1,2:2021. GPS – Surface texture: Profile.
7. ISO 9000:2015; ISO 9001:2015. Quality management systems.

8. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM).

Asosiy adabiyotlar

9. Aripov A.V. O‘zaro almashinuvchanlik, standartlashtirish va texnik o‘lchovlar. – T.: O‘qituvchi, 2002.

10. Abduqodirov G‘.M., Qodirov M.M. Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. O‘quv qo‘llanma. – T., 2024.

11. Ochilov T.A., Ismatullayeva X.Z. Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatsiya. – T.

12. McCarthy W.J., Repp V.E. Machine Tool Technology. 4th ed. – Bloomington: McKnight Publishing Company.

Qo‘shimcha adabiyotlar

13. Ismatullayev P., Qodirova Sh. Metrologiya asoslari. O‘quv qo‘llanma. – T.: Asian Book House, 2020.

14. Henzold G. Geometrical Dimensioning and Tolerancing for Design, Manufacturing and Inspection. 3rd ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2021.

15. Рабочая программа дисциплины «Взаимозаменяемость и нормирование точности». – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024.

Axborot manbalari

- <https://lex.uz> – O‘zbekiston Respublikasi qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi
- <https://gov.uz/oz/standart> – Texnik jihatdan tartibga solish agentligi
- <https://www.iso.org> – Xalqaro standartlashtirish tashkiloti
- <https://www.bipm.org> – Xalqaro o‘lchovlar va og‘irliklar byurosi (SI, GUM)
- <https://ziyonet.uz> – ta’lim portali