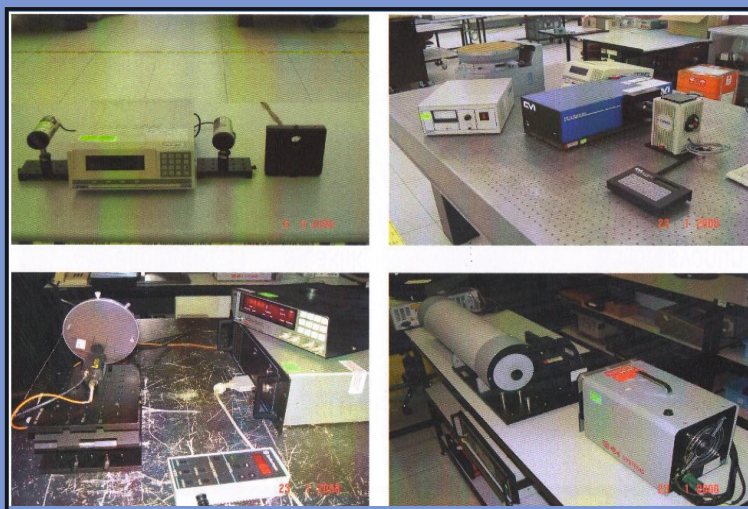


KAMAL ƏSGƏROV

ÜMUMİ METROLOGİYA VƏ KALİBRASIYA NƏZƏRİYYƏSİ



BAKİ – 2024



Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
“Azərbaycan Hava Yolları” QSC
Milli Aviasiya Akademiyası

KAMAL ƏSGƏROV

ÜMUMİ METROLOGİYA VƏ KALİBRASIYA NƏZƏRİYYƏSİ

Akademik
Arif Mir Cəlal oğlu Paşayevin
yubileyinə həsr olunur

Milli Aviasiya Akademiyasının
Elmi-metodik Şurasının
20.02.2024-cü il tarixli iclasının
qərarı (protokol 20/02) ilə
təsdiq olunmuşdur.

BAKI – 2024

İSBN: 978 - 9952 - 582 - 01 - 7

Müəllif: f.-r.e.d., professor,

Kamal Əsgər oğlu Əsgərov

Rəy verənlər: AMEA-nın İnformasiya Texnologiyaları
institutunun direktoru,
akademik **Rasim Əliquluyev**

AMEA-nın Fizika institutunun bərk cisim
elektronikası laboratoriyasının müdiri,
akademik **Cavad Abdinov**

MAA EİB ETNAPİ-nin direktoru, f.r.e.n.

Aydın Musayev

MAA EİB ETNAPİ-nin Aviasiya
elektronikası şöbəsinin rəisi, t.e.d.,
professor **Rasim Nəbiyev**

**Kamal Əsgərov. Ümumi metrologiya və kalibrasiya
nəzəriyyəsi. Monoqrafiya. – Bakı. - MAA. – 2024. - 162 səh.**

Monoqrafiyada aparılan tədqiqat işlərinin nəticəsi olaraq müasir tələblərə cavab verən, innovasiya metodlarına əsaslanan metrologiya və kalibrasiya laboratoriyalarının yaradılması və təkmilləşdirilməsi istiqamətində müəllifin elmi araşdırmaları öz əksini tapmışdır. Müəssisələrin metrologiya və kalibrasiya laboratoriyalarında yeni metod və cihazlar vasitəsilə aparılan keyfiyyət nəzarət işlərinin elmi əsasları və nəticələri göstərilmişdir. Yaradılmış metod və cihazlarla beynəlxalq standartlara uyğun fiziki proseslərin ölçmə metodlarının tətbiqi məsələləri araşdırılmışdır. Nəticədə, müəssisələrdə yeni, analoqu olmayan keyfiyyət nəzarət stendləri, qurğu və metodları işlənib hazırlanmışdır. Eyni zamanda, xüsusi təyinatlı məmulatların yaradılmasının inkişafı sisteminin müxtəlif mərhələlərində iştirak edən əsas təşkilatların və icraçıların vəzifələri, xüsusi təyinatlı məmulatların yaradılmasının ümumi və xüsusi halları, mərhələlər üzrə əsas məsələlərin həlli, eyni zamanda sistemin idarə olunmasında obyektiv və subyektiv amillərin rolu araşdırılmışdır. Monoqrafiyada optoelektron cihazların hazırlanması texnologiyasının nəzəri əsasları qısa və konkret şəkildə öz əksini tapmışdır. Belə ki, texnoloji proseslərin tərkibi, layihələndirilməsi, avtomatlaşdırılması, modelləşdirilməsi, etibarlılığı, sınaqların keçirilməsi üsulları və s. məsələlərə baxılmışdır. Monoqrafiya elmi və texniki işçilər, ali məktəblərin bakalavr, magistr və doktorantları üçün nəzərdə tutulmuşdur.

MÜNDƏRİCAT

İstifadə olunan qısaltmalar.....	5
Giriş	6
I FƏSİL. METROLOGİYANIN ƏSAS ANLAYIŞLARI VƏ TERMİNLƏRİ.	
1.1. Metrologiyanın tarixi.....	7
1.2. Metrologiyanın əsas istiqamətləri.....	13
1.3. Metroloji ölçmə və təriflər.....	16
1.4. Beynəlxalq Vahidlər Sistemi (SI)	27
II FƏSİL. METROLOGİYA VƏ KALİBRLƏMƏNİN ƏSASLARI	
2.1. Metrologiya və kalibrlemə laboratoriyalarının fəaliyyətinin təşkili.....	32
2.2. Xüsusi təyinatlı məmulatların yaradılması mərhələləri..	38
2.3. Xüsusi təyinatlı optoelektron cihazların hazırlanması...	49
III FƏSİL. KALİBRLƏMƏ VƏ ÖLÇÜ ALƏTLƏRİ	
3.1. Kalibrasiya nəzəriyyəsi.....	64
3.2. Qeyri-müəyyənlik	76
3.3. İzlənilə bilənlik.....	79
3.4. Akkreditasiya	82
3.5. Mikroelektronik Güdüm və Elektro-Optik (MGEO) kalibrasiya laboratoriyası.....	84
IV FƏSİL. CİHAZQAYIRMA TEXNOLOGİYASININ NƏZƏRİ ƏSASLARI	
4.1. Texnoloji proseslərin tərkibi və layihələndirilməsi prinsipləri.....	108
4.2. İstehsalatın texnoloji hazırlığının avtomatlaşdırılması...	120
4.3. Texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi və tələblər.....	123

4.4. Etibarlılıq və onun təmin edilməsi.....	129
4.5. Cihazlara nəzarət və onların sınaqları	137
4.6. Sınaqların keçirilməsi üsulları və vasitələri.....	143
4.7. Bəzi materialların mexaniki fiziki xassələri	148
4.7.1. Davamlılıq.....	148
4.7.2. Bərklik	150
4.7.3. Elastiklik	151
4.7.4. İstiliyə davamlılıq	153
Ədəbiyyat	158

İSTİFADƏ OLUNAN QISALTMALAR:

MGEO - Mikroelektronik Güdüm və Elektro-Optik kalibrasiya laboratoriyası;

MSMK- Milli Standartlaşma və Metrologiya komitəsi;

AMSB - Amerika Milli Standartlar Bürosunun (NBS);

MSN - Müdafiə Sənayəsi Nazirliyi;

EOÇ- Elektron-optik çeviricilər;

TÜRKAK - Beynəlxalq Ölçülər və Çəkilər Bürosu (BIPM);

DC- dəyişən cərəyan;

AC – sabit cərəyan;

BS - Beynəlxalq Vahidlər Sistemi; (**SI** - International System of Units)

İTH - İstehsalatın texnoloji hazırlanması;

DÜST - dövlət ümumittifaq standartı;

TŞ - texniki şərtlər;

TT- texniki tələblər;

MTŞ - müvəqqəti texniki şərtlər;

TRAIŞ - texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri;

EHM- Elektron Hesablama Maşını;

CNC - Rəqəmsal İdarəetmə Proqramı;

İTH - İstehsalatın texnoloji hazırlanması;

GİRİŞ

Metrologiya – ölçmələr, təmin etmə üsulları və vasitələri onların birliyi və tələb olunan dəqiqliyə nail olmaq yolları haqqında elmdir.

Gündəlik həyat fəaliyyətində insan praktiki olaraq hər gün ölçülərlə qarşılaşır. Qədim zamanlardan bəri uzunluq, za-man və kütlə kimi kəmiyyətlər ölçülür.

Ölçmələr ticarət, tibb sahəsi, mühasibat uçotu, maddi resurslar, planlaşdırma, məhsulun keyfiyyətinin təmin edilməsi və texnologiyanın təkmilləşdirilməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Metrologiya texnologiyasının tərəqqisində mühüm rol oynayır, o elm və texnikanın digər sahələrini qabaqlamaqla sürətlə inkişaf etməlidir, çünki onların hər biri üçün dəqiq ölçmələr təkmilləşdirməyin əsas yollarından biridir. Metrologiyanın predmeti obyektlərin xassələri haqqında müəyyən dəqiqliklə etibarlı kəmiyyət məlumatlarının çıxarılmasıdır.

Metrologiya elmi tələb olunan dəqiqliyi təmin edən ölçmələr və metroloji standartlar toplusudur.

Metrologiya üç bölmədən ibarətdir:

1. Nəzəri metrologiya – metrologiyanın fundamental əsaslarını işləyib hazırlayan metrologiya bölməsidir.

2. Hüquqi metrologiya, ölçmələrin vahidliyini və düzgünlüyünü təmin etməyə yönəlmiş fiziki kəmiyyət vahidlərinin, etalonların, metodların və ölçmə vasitələrinin istifadəsinə dair məcburi texniki və hüquqi tələblərin müəyyən edilməsindən ibarət olan metrologiyanın bir sahəsidir.

3. Praktiki (tətbiqi) metrologiya – metrologiyanın bir bölməsi olub, mövzusu nəzəri metrologiyanın inkişafının praktiki tətbiqi məsələləri və qanunvericilik aktlarının müddəalarıdır.

I FƏSİL. METROLOGİYANIN ƏSAS ANLAYIŞLARI VƏ TERMİNLƏRİ

1.1. Metrologiyanın tarixi

□ Antik dövrdə ölçü.

■ Erkən sivilizasiyaların əksəriyyətində iqtisadi ehtiyaclar kəmiyyət ölçülərinə gətirib çıxarırdı. Təhlükəsiz tərəzi, qida, su və ehtiyatların miqdarını ölçmək üçün ölçmə sistemi və müxtəlif məqsədlər üçün isə ölçmələrin rəqəmsal ifadəsi tələb olunurdu. Xüsusən də icmalar arasındakı ticarətin başlanması malların müəyyən tərəzilərə uyğun alqı-satqı zəruriliyini ortaya qoymuş və ölçü vahidlərinin yaranmasına səbəb olmuşdur.

■ Demək olar ki, ölçmə və ölçmə standartları bəşəriyyət tarixi ilə birlikdə həyata keçirilmişdir. Bu mövzuda tarixçilərin araşdırmaları göstərir ki, ilk tədqiqatlar Babildə, daha sonra isə qədim Misir, Yunan və Roma sivilizasiyalarında aparılmışdır.

■ Eramızdan əvvəl (e.ə.) 2000-ci ildən sonra qüvvə və moment anlayışlarına əsaslanan (anlayışlarının öyrənilməsilə) dəstəqli vasitə və tərəzilərdən istifadə edilmiş, qüvvə və momentin vektor ilə ifadəsi ilk dəfə bu sivilizasiyalara təsadüf etmişdir.

■ Qədim insanlar dulusçuluq etməyə, metal əritməyə və tökməyə, şüşə ilə işləməyə başlayandan bəri dulusçular, dəmirçilər və şüşəçilər sobalarının içindəki rəng və parlaqlığa baxaraq istifadə etdikləri material üçün tələb olunan temperaturu təyin edirdilər.

■ Qədim sivilizasiyalardakı tikililər tədqiq edildikdə, materialların möhkəmliyinin, eləcə də daxilindəki qüvvənin paylanmasının təyini probleminin praktiki həlli yollarının məlum olduğu, lakin yazılı mənbələrin günümüzdə çatmadığı başa düşür. Materialların müqavimətinin öyrənilməsi ilə bağlı ən erkən mövcud yazılı mənbə Leonardo da Vinçiyə məxsusdur.

■ Yazılı tarixlə başlayan ölçmə üsulları arasında ilk uzunluq standartı orta boylu bir insanın barmaq qalınlığı, əl eni, qol,

ayaq kimi hissələrinin məsafələrindən başlayaraq yaradıldı. Məsələn, Nil üzərindəki Xaldeylərdə “Fironun Dirsəyi” təxminən e.ə. 4000-ci ildə ümumi bir standart idi, 1 dirsək dedikdə 1, 2 fut, 2 qarış, 6 əl eni və ya 24 barmaq qalınlığı kimi hesablanırdı. Bugünkü vahidlərdə Fironun Dirsəyi 463,3 mm-ə ekvivalentdir.

■ E.ə. 1101-ci ildə Kral I Henri tərəfindən standart olması təklif edilən və I Henrinin burnundan baş barmağına qədər olan məsafə kimi təyin olunan yard (914,4 mm), nominal olaraq da olsa, bu gün də istifadə olunur. (Şəkil 1.1)



Şəkil 1.1. Kral Henri standartı

□ e.ə. 4000-ci ildə Firon dirsək uzunluğu standart

■ 1 dirsək = 463, 3 mm = 1,5 fut = 2 qarış = 24 barmaq

□ e.ə 1000-ci ildə Kral Henrinin burnundan baş barmağına qədər məsafə 1 yard kimi istifadə olunmuşdur

■ 1 yard = 914, 4 mm
Ayağın orta uzunluğunun təyini (Şəkil 1.2).

■ fut = ayaq

■ 1 fut = 0, 3048 m = 30, 48 sm

Orta əsrlərdə və sonrakı dövrlərdə ölçmə:

■ Müasir dövrün ən mühüm anlayışlarından biri olan zaman 13-cü əsrə qədər qum və şam saatları ilə ölçülürdü. 15-ci əsrə yaxınlaşdıqda gündə 15 dəqiqə xəta ilə işləyən su saatlarına rast gəlinir. 1584-cü ildə Qaliley gündə cəmi 3 dəqiqə xəta ilə işləyən mexaniki saati icad etməklə, vaxtın ölçülməsində dəqiqlik 5 dəfə artmış oldu.



Şəkil 1.2. Ayağın orta uzunluğu

■ Elektrik enerjisi sahəsində ilk elmi inkişaf keyfiyyət müşahidələrinə əsaslanır. Sürtünmə elektrikləşməsinin müşahidəsi statik elektrik kimi tanınan statik yüklərin qarşılıqlı təsirinə dair tədqiqatlara səbəb oldu. Daha sonra ilk kəmiyyət nəticəsi olaraq Kulon qanunu ortaya çıxdı.

1825-ci ildə elektromaqnetik icad edilənə qədər

Sturgeon tərəfindən maqnit materialları təbii maqnit daşlarından ibarət olaraq qaldı.

■ Temperaturun ilk tərifləri Maks Plankın “hər hansı bir cismin soyuq və ya isti olması dərəcəsi”, “istilik enerjisinin səviyyəsi” kimi sadə təriflər idi. 17-ci əsrin əvvəllərində ortaya çıxan və termometrdən çox temperatur sensoru kimi bilinən termoskop tarixdə temperatur ölçmələrində istifadə edilən ilk cihazdır. Termoskoplar adı hala çevriləndə istifadəçilər anladılar ki, onların hansısa yolla kalibrənməsi lazımdır.

Müxtəlif süni işıq mənbələri əldə etmiş və işığın miqdarını təyin etmək imkanları ilə maraqlanan insanlar fotometrik kəmiyyətlərin və vahidlərinin xüsusi sistemini yaratmışlar. 1604-cü ildə İohann Kepler fotometriyanın əsas qanunlarının birindən istifadə edərkən işığın intensivliyi və işığın intensivliyinin müqayisəli hesablamaları ortaya çıxdı.

■ Torricelli 1643-cü ildə barometrin iş prinsipini təşkil edən texnika ilə atmosfer təzyiqini ölçdü. 1647-ci ildə Blez Paskal Perier ilə birlikdə civə sütununun hündürlüyünə uyğun olaraq

atmosfer təzyiqinin ölçülməsi üsulunu müəyyən etdi. Vakuumda atmosfer təzyiqini ölçən civə alətinə barometr deyilir.

■ 1740-cı ildə isveçli Andreas Selsi Uppsala 100 hissəyə bölünmüş şkala kəşf etdi, burada 0 dərəcə suyun qaynama nöqtəsi, 100 dərəcə isə donma nöqtəsi idi. 1743-cü ildə Jeane Piere bu şkalanı dəyişdirdi və termometr indiki vəziyyətindəki kimi istehsal olunmağa başlandı. 1848-ci ildən şkala Selsi şkalası adlanır.

■ 1760-cı ildə elektron porşenli saatlar ön plana çıxdı və 18-19-cu əsrlərdə gündə bir saniyəlik kənaraçixma ilə işləyən xronometrlərdən istifadə olunmağa başlandı. 1796-cı ildə Royal və Maskelin tərəfindən hazırlanmış astronomiya məlumatlarından istifadə etməklə mexaniki saatların kalibrlənməsi, tənzimlənməsi və izlənməsi təmin edilmişdir.

■ İlk işıq şiddəti etalonu kimi həqiqi şamlardan istifadə edilmişdir. Almaniyada və İngiltərədə parafin və stearindən səliqə ilə istehsal edilən etalon şamlar, 18-ci əsrin sonlarında Fransada istehsal edilən fitillər xüsusi yağa batırılmış yağ lampası ilə Karsel əvəz olundu.

□ **Metr Konvensiyası və sonrakı inkişaf**

■ 1881-ci ildə Parisdə çağırılmış ilk Beynəlxalq Elektrik Konqresində Britaniya Birliyinin Amper, Om və Volt vahidləri rəsmi olaraq təsdiq edilmiş və beynəlxalq təriflərə daxil edilmişdir. Tutum vahidi də burada ilk dəfə qeyd edildi.

■ 1827-ci ildə fransız fiziki J. Babinetin işığın dalğa uzunluğunun ölçülməsi ilə bağlı rədd edilən təklifi 1889-cu ildə başlayan araşdırmalarda yenidən gündəmə gətirildi. 1892-ci ildə alman alimi Albert Mişelson kadmium lampasının qırmızı spektral dalğa uzunluğunu kəşf etdi.

■ İlk dəfə 1892-ci ildə doktor Edvard Veston tərəfindən istehsal edilmiş kimyəvi cəhətdən doymuş batareyalar (yüklənmiş kimyəvi batareyalar), uzun illər o vaxtdan bəri gərginlik vahidinin əldə edilməsində ilkin səviyyəli elektrik gərginliyi

etalonu kimi, metrologiya dünyasına xidmət etmişdir. Doymuş Veston batareyaları (kadmium batareyaları) Cozefson ixtirasının inkişafı ilə bu mövqeyini itirsə də, hələ də Cozefson birləşmə ixtirasının mövcud olmadığı bir çox laboratoriyada əsas gərginlik etalonu kimi istifadə olunur.

■ 1909-cu ildə Böyük Britaniya, Fransa və ABŞ metroloji mərkəzləri tərəfindən dəstəklənən işıq şiddəti vahidi olan “beynəlxalq şam” 1948-ci ilə qədər etibarlı idi. Yanacaq qidalanan etalonların ən praktiki olan Hefner lampası bu ilə qədər Almaniya, Avstriya, İsveçrə və digər ölkələrdə etalon olaraq istifadə edilmişdir.

■ 1910-cu ildə Amerika Milli Standartlar Bürosunun (NBS) rəhbərliyi ilə Vaşinqtonda keçirilən Beynəlxalq Əmək Komitəsinin iclasında bu ölkələrin müqavimət və gərginlik standartları müqayisə edilmiş və beynəlxalq vahidlər kimi istifadə olunacaq kəmiyyətlərə qərar verilmişdir. 1928-ci ildən sonra Beynəlxalq Çəkilər və Ölçülər Bürosunun laboratoriyalarında və digər milli laboratoriyalarda saxlanılan müqavimət və elektromotor qüvvə standartlarını bu kəmiyyətlərlə vaxtaşırı müqayisə etmək mümkün olmuşdur.

■ 1925-ci ildə interferometrin meydana gəlməsi ilə uzunluğun ölçülməsi əhəmiyyətli dərəcədə təkmilləşdi. 1927-ci ildə Ölçülər və Çəkilər üzrə 7-ci Konfransda metrin beynəlxalq prototipinə paralel olaraq metrin tərfi “Atmosferdəki Kadmiumun qırmızı dalğa uzunluğunun $1\ 552\ 164,13$ misli” kimi qəbul edilmişdir. Lakin spektral ölçülər geniş şəkildə qəbul edilmədiyini üçün uzun müddət gündəmdə qala bilmədi.

■ 1927-ci ildə Marrison və Horton iki il ərzində cəmi 1 saniyə geriyə qalan kvars saatları hazırladılar. 1930-cu ildə mexaniki saat kalibrənmələri onların siqnallarının daha yüksək dəqiqlikli kvars generatorlarının siqnalları ilə müqayisə edilməsilə başlandı.

□ **Türkiyədə baş verən hadisələr:**

■ Miralay Hüsni bəy 1875-ci ildə Osmanlı İmperatorluğu adından Metr Konvensiyasını imzaladıqdan sonra Cümhuriyyət dövründə Türkiyədə Metrologiya ilə bağlı ən mühüm inkişaf 26 mart 1931-ci ildə 1782 sayılı Ölçülər və Çəkilər Qanununun qəbul edilməsi oldu. Qanuna əsasən metrik sistemin istifadəsi məcburi idi.

■ 1933-cü ilin martında Türkiyə Cümmuriyyətinin hökuməti Metr Konvensiyasına üzv olmaq üçün BIPM-ə müraciət etdi. BIPM Türkiyəyə platin ərintisi ilə müqayisədə daha ucuz olan nikeldən metr prototipini və baros və ya moneldən (nikel+misdən ibarət xəlitə) kiloqram prototipini hazırlayıb təqdim etməyi təklif etmiş, lakin Türkiyə hökuməti bunu qəbul etməmişdi. 30 metrlik prototiplər arasında olan 21 nömrəli metr prototipi və Pt ərintisindən 42 nömrəli kütlə prototip 1935-ci ildə istehsal edilərək Türkiyəyə verilmişdir.

■ BIPM-də aparılan ilkin yoxlamadan sonra, 1953-cü ildə başlanan 11-ci Beynəlxalq Kütlə Prototiplərinin Müqayisə Ölçmələrinə göndərilən 42 nömrəli Milli prototipin ləğv edildiyi təsbit edildi və dəyişdirilməsi təklif olundu. Sözügedən prototip əvəzinə Paris Milli İncəsənət və Sənətkarlıq Konservatoriyası) istehsal olunan 54 nömrəli prototip 1935-ci ildə Türkiyəyə təslim edilmişdir.

■ 1835 - "Rus çəkilər və ölçülər sistemi haqqında" fərman təsdiq edildi uzunluq və kütlə standartları - platin sajen (3 arşın) və platin fut (ayaq);

■ XVIII əsr - sayğac etalonunun yaradılması (standart Fransada Çəki və Ölçülər Muzeyində saxlanılır; hazırda elmi alətdən daha çox tarixi eksponatdır);

■ 1832 - Görkəmli alman riyaziyyatçısı, astronom və fizik Karl Qauss tərəfindən mütləq vahid sistemlərinin yaradılması;

■ 1875 - Beynəlxalq Metrik Konvensiyanın imzalanması;

■ 1893 - D.İ. Mendeleevin təşəbbüsü ilə Sankt-Peterburq şəhərində «Baş Çəkilər və Ölçülər Palatası» təsis edilmişdir;

- 1918 - Xalq Komissarları Sovetinin dekreti ilə «Ölçülərin və çəkirlərin beynəlxalq metrik sistemi» təsis edilmişdir;
- 1960 - Beynəlxalq Vahidlər Sisteminin (SI) inkişafı və yaradılması;
- XX əsr - ayrı-ayrı ölkələrin metroloji tədqiqatları Beynəlxalq metroloji təşkilatlar tərəfindən əlaqələndirilir.

1.2. Metrologiyanın əsas istiqamətləri

□ Metrologiya sözü iki yunan sözündən: "metro"- ölçü və "logos"- elm sözlərindən ibarət olub, "ölçülər haqqında elm" kimi tərcümə olunur. Metrologiya-ölçmələr, metodlar və onların vəhdətinin təminatı vasitələri və tələb edilən dəqiqliklərə nail olunma üsulları haqqında elmdir.

Metrologiyanın vəzifəsi:

- Bütün ölçmə sistemlərinin əsasını təşkil edən vahidlərin (SI və onun törəmələri) müəyyən edilməsi və elm və texnologiyanın istifadəsinə təqdim olunması.
- Aparılan bütün ölçmələrin etibarlılığını və dəqiqliyini təmin etməsi.

Metrologiyanın əhəmiyyəti:

- ümumi milli gəlirdə ölçmə fəaliyyətinin payı 3%-dən 5%-ə qədərdir.
- ölkələrin texnoloji səviyyəsini müəyyən edən əsas elementlərdən biridir.
- Bu gün cəmiyyətin bütün təbəqələri tərəfindən normal hesab edilən məişət və avtomobil məmulatlarının kütləvi istehsalı bu məmulatları təşkil edən yüzlərlə hissənin eyni xarakterli dəqiqliklə hazırlanmasının nəticəsidir. Buna yalnız metrik ölçülərin, temperaturun, çəkinin, gücün, empedansın, cərəyanın, təzyiqin və müxtəlif material xüsusiyyətlərinin dəqiq ölçülməsi ilə nail olmaq olar. Müxtəlif yerlərdə aparılan ölçmələrin düzgünlüyü-

nü və ekvivalentliyini təmin etmək üçün beynəlxalq ölçmə sistemi zəruridir.

□ 1980-ci illərdə aparılan araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, ABŞ-da Yapon avtomobillərinin çox satılmasının səbəblərindən biri qapıların asan açılmasıdır.

Göstərilmişdir ki, Yaponiyada istehsal olunan qapı və çərçivələrin ölçülərində yol verilən kənar çıxma 1 mm, yəni ABŞ-dan alınan nəticələrin yarısı qədərdir və bu fərqə görə Amerika avtomobillərinin qapılarını açmaq üçün təxminən üç dəfə çox səy tələb olunur.

□ Bu gün orta sənayeləşmiş ölkədə benzin nasosları ilə ölçülən benzinin miqdarı hər il milyonlarla dollara çatır. Böyük Britaniyada benzin nasosları ilə ölçülən neft məhsullarının illik miqdarı təxminən 15 milyard funt sterlinqdir. Kalibrəmə və ölçmə düzgün aparılmayan nasoslar bir il ərzində böyük maliyyə itkilərinə səbəb ola bilər.

□ Avstraliyada kommərsiya ölçmə əməliyyatları ildə 320 milyard ABŞ dolları təşkil edir.

□ İdman yarışlarında rekordların və kimin daha uğurlu olduğunu müəyyən etmək üçün vaxt və məsafənin dəqiq ölçülməsi lazımdır.

Metrologiyaya ehtiyac duyulan sahələr:

□ Ticarət

□ Elm və Texnologiya

□ Tibb və Sağlamlıq

□ Enerji istehsalı və paylanması

□ Sənaye

□ Kənd təsərrüfatı

□ Elmi Metrologiya

■ Milli Metrologiya İnstitutu Beynəlxalq Vahidlər Sisteminin (SI) formalaşması; İlkin Laboratoriya)

□ Sənaye Metrologiyası

■ TÜRKAK, Hərbi Zavod, Sənaye Fabriki, Universitet Laboratoriyası, Şəxsi Laboratoriya

□ Hüquq Metrologiyası

■ Sənaye və Ticarət Nazirliyi, Ölçmələr və Standartlar Baş İdarəsi (Ticarətdə istifadə olunan ölçü alətləri)

□ **Elmi Metrologiya**

■ Metrologiya sahəsində fəaliyyət göstərən laboratoriyaların Beynəlxalq sistemdə izlənməsini təmin etmək və milli standartlar vasitəsilə ölkədə aparılan ölçmələr üçün şərait yaratmaq məqsədilə aparılan tədqiqat və təkmilləşdirmə işləri.

■ Elmi Metrologiya ölkələrin milli metrologiya institutları tərəfindən həyata keçirilir və beynəlxalq koordinasiya Beynəlxalq Ölçülər və Çəkilər Bürosu (BIPM) tərəfindən təmin edilir.

□ **Sənaye Metrologiyası**

■ Sənayedə xidmət və ya məhsul keyfiyyətini təmin etmək üçün istehsal zamanı və istehsaldan sonra aparılan ölçmələr.

■ Aparılan ölçmələrin milli etalon ölçü standartlarına qədər izlənilə bilən olması, ölçmələrin beynəlxalq qurumlar tərəfindən müəyyən edilmiş qaydalara uyğun olaraq aparılması, sənayedə istifadə olunan ölçü vasitələrinin kalibrənməsi və tənzimlənməsi, istehsal olunan məhsulların qeydiyyatı, müxtəlif standartlara, direktivlərə və ya qaydalara uyğun olaraq bazara çıxarılması.

■ Sənaye Metrologiyası sahəsində məhsul və ya xidmətin təminatına yönəlmiş ölçmə xidmətləri akkreditə olunmuş laboratoriyalar vasitəsilə həyata keçirilir. O, “Könüllülər sahəsi” adlanır.

■ Beynəlxalq səviyyədə Laboratoriyaların Akkreditasiyası üzrə Beynəlxalq Əməkdaşlıq Təşkilatı (ILAC) sistemin koordinasiyasına cavabdehdir.

□ **Hüquq Metrologiyası**

■ Ticarətdə istifadə edilən və istehlakçıların müdafiəsinə və ictimai sağlamlığına yönəlmiş ölçmə tədbirləri

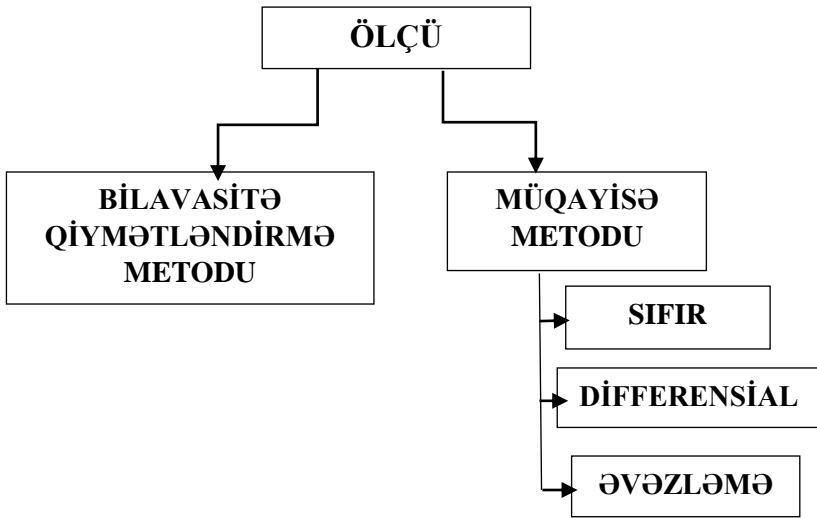
■ Müxtəlif ölkələrdə “Məcburi sahə” (Tələb olunan sahə) adlanır. Bu, qanunla tənzimlənir və icrası məcburidir.

■ Bu sahədə beynəlxalq əməkdaşlıq məsələləri ilə **Beynəlxalq Hüquq Metrologiyası Təşkilatı (OIML)** məşğul olur.

1.3. Metroloji ölçmə və təriflər

- **Ölçü:** Hadisəyə, obyektə və ya maddəyə aid olan və miqdarı rəqəmlə və əsas parametrlərlə ifadə edilə bilən xüsusiyyət.
- **Əsas ölçü:** Bir kəmiyyətlər sistemi altında birləşən və qarşılıqlı ifadə edilə bilməyən kəmiyyətləri özündə birləşdirən alt qrupları ifadə edən ölçü.
- **Törəmə ölçü:** Vahidlər sisteminin əsas kəmiyyətləri ilə müəyyən edilən alt əsas ölçülər.
- **Ölçü vahidi:** Ümumi qəbul edilmiş standartlarla müəyyən edilmiş, eyni tipli iki kəmiyyətin nisbətlərinin ədəd şəklində müqayisəsini təmin edən həqiqi dəyər.
- **Ölçmə:** Bir kəmiyyətlə təyin edilə bilən bir və ya daha çox kəmiyyət dəyərinin eksperimental olaraq əldə edilməsi prosesi.
- **Metrologiya:** Ölçmə elmi və onun tətbiqi.
- **Ölçmə proseduru:** Ölçmə modelinə əsaslanan və bir və ya bir neçə ölçmə prinsipinə və müəyyən edilmiş ölçmə metoduna uyğun olaraq ölçmə nəticəsini əldə etmək üçün aparılan bütün hesablamaları özündə əks etdirən prosesin ətraflı təsviri.
- Birbaşa qiymətləndirmə metodunda kəmiyyətin dəyəri birbaşa göstərilməklə müəyyən edilir. (Şəkil 1.3.)
- Sıfır ölçmə metodu hər hansı ölçü ilə müqayisə üsuludur.
- Diferensial və ya fərqi ölçülməsi üsulu-ölçülmüş kəmiyyətin müqayisə edildiyi ölçüdə bir qədər fərqli, məlum dəyəri olan kəmiyyət ölçülmüş kəmiyyətin dəyəri və aralarındakı fərqi ibarət olan bu iki dəyərdir. Nəticə ölçmə alətinin göstəricilərinin cəmi kimi müəyyən edilir və böyük dəqiqlik tələb edən bu üsul ölçülmüş dəyərlə məlum təkrarlara bilən dəyər arasındakı ölçünü cüzi fərqlə əldə etməyə imkan verir.

□ Yer dəyişdirmənin ölçülməsi əvəzləmə üsulu digər bir ölçü ilə müqayisə üsuludur, burada ölçülmüş kəmiyyətin dəyəri məlum olan bir ölçü ilə əvəz olunur. Ölçmə alətinin köməyi ilə istədiyiniz dəyər və dəyərin alternativ ölçülməsi, təkrarlana bilən ölçü adətən faizlə ifadə edilir. Dəqiqliyi aydın şəkildə əks etdirir, verilmiş dəyərin ölçülməsi və nəticələrin müqayisəsi zamanı müxtəlif SI ilə ölçmələrdən istifadə olunur.



Şəkil 1.3. Ölçü metodlarının klassifikasiyası

- **Ölçmə prosesi:** Ölçmədə yerinə yetirilən əməliyyatların məntiqi ardıcılığının ümumi təsviri. Məsələn üçün:
- Ölçüləcək obyekt müəyyən edilir.
 - Ölçüləcək kəmiyyət müəyyən edilir.
 - Ölçüləcək üsul müəyyən edilir.
 - Ölçmə aparacaq cihaz seçilir, mexanizm qurulur.
 - Ölçmə əməliyyatı həyata keçirilir.
 - Ölçmə nəticələri qiymətləndirilir və yoxlanılır.

□ **Ölçmə nəticəsi:** Müvafiq mövcud məlumatla birlikdə ölçülən kəmiyyətə aid olan qiymətlər toplusu.

□ Ölçmə təsnifatı mövcud müxtəlif ölçmə təcrübələri, fiziki kəmiyyətlərin dəyərləri, bu kəmiyyətlərin çoxluğu, onların zamanla dəyişmə xarakteri və müxtəlif keyfiyyət tələbləri kimi müəyyən edilir. Ölçmələrin təsnifatı quruluşa imkan verir ki, onların səmərəli təşkili məqsədi ilə ölçmə prosedurları toplusundan istifadə edilsin.

Ölçmə - texniki vasitələrdən istifadə üçün əməliyyatlar toplusu, fiziki kəmiyyət vahidinin saxlanması təmin edilməsi, ölçülən kəmiyyətin onun vahidi ilə əlaqəsini (açıq və ya gizli) və bu kəmiyyətin dəyərini əldə etməkdir. Ölçmələr aşağıdakı meyarlara görə təsnifatlandırılır (Şəkil 1.4):

- ölçmə nəticəsinin alınması üsulu - birbaşa, bilavasitə, birlikdə və ümumi cəmdə ölçmələr;

- ölçülmüş qiymətin dəyişməsinə münasibətdə - statik və dinamik ölçmələr;

- dəqiqlik xarakteristikası - bərabər və qeyri-bərabər ölçmələr;

- bir sıra ölçmələrdə onların sayı - tək və çoxlu ölçmələr;

- ölçmə nəticəsinin ifadəsi - mütləq və nisbi ölçmələr;

- metroloji təyinat - texniki və metroloji ölçmələr.

□ Birbaşa ölçmə - istədiyiniz dəyərin olduğu bir ölçü fiziki kəmiyyət bilavasitə icra nəticəsində əldə edilir.

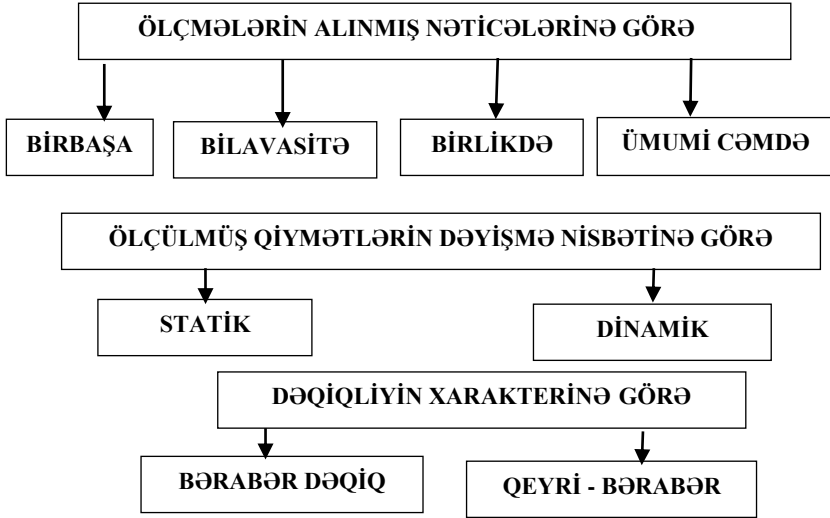
Ölçmə təcrübəsi məsələn, uzunluğu mikrometrlə, cərəyanı ampermetrlə və elektrik müqaviməti Ommetr ilə ölçmək.

□ Ölçmə üsulu - texnika və ya müqayisə üsulları toplusu, bir sözlə uyğun vahidlərlə ölçülən fiziki kəmiyyətin ölçmə üsuludur.

Ölçmə üsullarının təsnifatı tətbiq üsuluna əsaslanır və ölçülmüş kəmiyyətin qiymətini əldə edərkən həyata keçirilir. Bunun üçün bir neçə əsas üsullar mövcuddur:

- ölçü ilə birbaşa qiymətləndirmə və müqayisə,

-diferensial və ya diferensial əvəzetmə.



Şəkil 1.4. Ölçmələrin klassifikasiyası

- **Ölçmə xətası:** Bir kəmiyyətin ölçülmüş qiyməti ilə kəmiyyətin həqiqi qiyməti arasındakı fərkdir.
- Kəbud səhv, əhəmiyyətli dərəcədə gözləniləndən yüksəkdir. Açılan zaman görünə bilən xarici amillər, ölçmə təcrübəsinin şərtlərini dəyişdirmək, eksperimental planın pozulması və s. kəbud səhv ilə ölçmə nəticəsi etibarsız kimi ləğv edilməlidir.
- Statik xəta - ölçmə nəticəsinin səhvi, qəbul edilən statik ölçmə şərtlərinin xarakteristikası ölçülmüş dəyərin vaxtında dəyişməz-liyi haqqında fərziyyə, yəni sabit fiziki kəmiyyətdir. Dinamik xəta – zamana görə ölçmə nəticəsinin səhvi, dinamik ölçmə şərtlərinə xas olan zamanla dəyişən fiziki kəmiyyətin ölçülməsidir.
- Digər tərifə əsasən dinamik xəta zamanla dəyişən qiymətlərə ölçü aləti ətalətinə və ya alınma müddətinə görə fiziki kəmiyyətin ölçmələrinin nəticəsidir.
- Sistemik ölçmə xətası – componenti sabit qalan ölçmə nəticəsinin xətası və ya eyni təkrar ölçmələr zamanı müntəzəm olaraq dəyişən fiziki kəmiyyətdir (Şəkil 1.5).

Baş vermə səbəblərinə görə sistemətik xəta aşağıdakılara bölünür: (Şəkil 1.5.)

- metodik;
- instrumental;
- subyektiv;
- ölçmə şərtlərinin dəyişməsi ilə əlaqədar xəta.



Şəkil 1.5. Ölçü xətasının klassifikasiyası

- **Sistemətik xəta:** Ölçmə qurğusunun sabit qalan və ya təkrar ölçmələrdə proqnozlaşdırıla bilən şəkildə dəyişən komponenti.
- **Təsadüfi xəta:** Təkrar ölçmələrdə gözlənilmədən alınan ölçmə xətasının komponenti.
- **Ölçmə dəqiqliyi:** Bu, kəmiyyətin ölçülmüş qiyməti ilə ölçülən kəmiyyətin həqiqi qiyməti arasında uyğunluq dərəcəsidir.
 - Fiziki kəmiyyətlər bu və iki əlavə kəmiyyətin köməyi ilə - düz və bərk tinlər - yalnız əlverişli olmaq üçün təqdim edilir, əldə edilmiş fiziki obyektlər, hadisələr, proseslər fiziki kəmiyyətlər və xassələrin təsvirini verir.

Dəyərlər real və ideal növlərə bölünür. İdeal dəyərlər real anlayışların modelidir və əsasən də riyaziyyatda istifadə olunur. Fiziki kəmiyyətlər hadisələr və proseslər real cisimlərə xasdır. Həqiqi kəmiyyətlər fiziki və qeyri-fiziki kəmiyyətlərə bölünür. Fiziki olmayan kəmiyyətlər fiziki olmayan – iqtisadiyyat, fəlsəfə, sosiologiya və s. elmlərdə istifadə olunur.

Fiziki kəmiyyətlər rəqəm göstəricisinin köməkliyi ilə qiymətləndirilir və ölçülə bilir.

Ölçülmüş fiziki kəmiyyətlər müəyyən edilmiş vahidlərin sayı kimi kəmiyyətlə ifadə edilir. Ölçü vahidlərini təqdim etmək və istifadə etmək bacarığı ölçülən fiziki kəmiyyətin fərqləndirici xüsusiyyətidir.

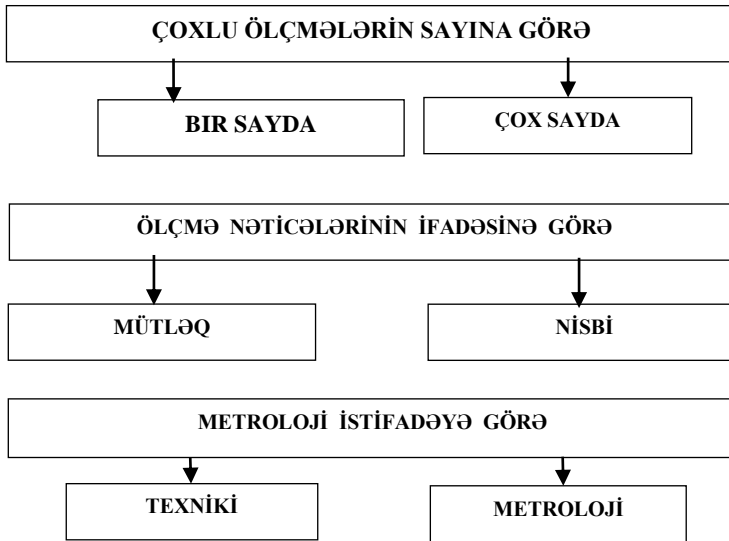
Fiziki kəmiyyət üçün vahid daxil edilə bilməzsə, o zaman o qiymətləndirilənlərə aiddir. Kəmiyyətlər rəqəm göstəricisi vasitəsi ilə təxmin edilir və istifadə olunur.

Rəqəm göstəricisi fiziki dəyərlərin sifarişli dəstidir. Bu kəmiyyətin ölçülməsi üçün ilkin əsas kimi götürülən kəmiyyətdir.

□ Fiziki kəmiyyətlər sistemləri və onların vahidləri. Təbiət və texniki elmlərin inkişafı, mübadilə ehtiyacı, ölçü nəticələri fiziki kəmiyyət vahidləri sistemlərinin (FV) yaradılmasına gətirib çıxardı.

Fiziki vahidlər sistemi fizika haqqında biliklər əsasında qurulur. Təbiətdə baş verən proseslər - məlum fiziki qanunlardır. Belə ki, bir neçə fiziki kəmiyyətin ölçü vahidlərini seçməklə və onları başqa kəmiyyətlərlə birləşdirən fiziki qanunları tətbiq etməklə, FV vahidlər sistemi yarada bilərik. Fiziki kəmiyyətlərin vahidləri sistemi anlayışı ilk dəfə olaraq K. Qauss tərəfindən təqdim edilmişdir.

Onun metoduna görə, başqalarından asılı olmayan bir neçə ixtiyari kəmiyyətlər əsas vahidlər adlanır. Əsas vahidlər elə seçilir ki, fiziki qanunlardan istifadə edərək törəmə vahidlər yaradılır. Əsas və törəmə vahidlərin tam dəsti FV vahidlər sistemini təşkil edir.



Şəkil 1.6. Ölçmələrin klassifikasiyası

□ **Real ölçmə:** Sonsuz təkrarlanan ölçmələrin orta qiyməti ilə real qiymətləri arasında uyğunluq dərəcəsidir (Şəkil 1.6).

□ **Fiziki kəmiyyətlər**

Ölçmələrin köməyi ilə biz ətraf aləmin xassələrilə səciyyələnən obyekt və prosesləri dərk edirik. Müəyyən ölçülü dərəcələrin təyin edildiyi və bir çox hallarda malik ola biləcəyi xassələrə fiziki kəmiyyətlər deyilir.

Fiziki kəmiyyət - fiziki obyektin xüsusiyyətlərindən biridir (fiziki sistem, hadisə və ya proses) bir çox fiziki obyektlər üçün keyfiyyətə ümumi, lakin onların hər biri üçün kəmiyyətə fərdi.

Fiziki kəmiyyət anlayışının keyfiyyət tərəfi kəmiyyətin növünü (uzunluq, kütlə) və onun kəmiyyət “ölçüsü”nü (müəyyən bir obyektin uzunluğu, kütləsi) müəyyən edir.

Fiziki kəmiyyətin ölçüsü biz onu bilsək də, bilməsək də obyektiv olaraq mövcuddur.

Maddi dünyanın əsas xüsusiyyətlərini xarakterizə edən yeddi əsas fiziki kəmiyyət vardır:

- uzunluq;
- kütlə;
- vaxt;
- elektrik cərəyanının gücü;
- termodinamik temperatur;
- maddə miqdarı;
- işığın gücü.

□ Əsas ölçmə tənliyi:

Q - fiziki kəmiyyətinin qiyməti onun üçün qəbul edilən müəyyən sayda vahidlər şəklində onun ölçüsünün təxminidir.

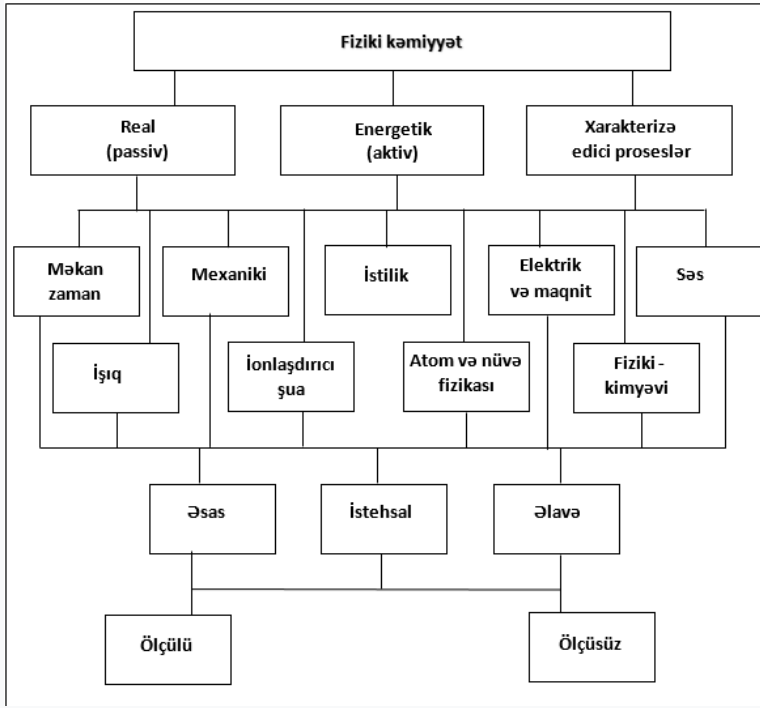
Fiziki kəmiyyətin ədədi qiyməti q , kəmiyyətin dəyərinin verilmiş fiziki kəmiyyətin müvafiq vahidinə nisbətini ifadə edən mücərrəd ədəddir. Fiziki kəmiyyətin vahidi $[Q]$ fiziki kəmiyyətdir şərti olaraq birə bərabər ədədi qiymət verilən və tam fiziki kəmiyyətlərin kəmiyyətini müəyyən etmək üçün istifadə olunan sabit ölçüdür.

Ölçmə fiziki təcrübə vasitəsilə müəyyən bir fiziki kəmiyyətin ölçü vahidi kimi qəbul edilən məlum fiziki kəmiyyətlə müqayisəsindən ibarət olan idrak prosesidir. Aşağıdakı tənlik

$$Q=q [Q]$$

əsas ölçmə tənliyi adlanır. Ən sadə ölçü Q fiziki kəmiyyətini tənzimlənən çoxqiymətli $q [Q]$ ölçünün çıxış kəmiyyətinin ölçüləri ilə müqayisə etməkdir.

- Fiziki kəmiyyətin ölçüsü, ölçülmüş dəyərin ölçüsü onun xarakterik kəmiyyətidir. Fiziki kəmiyyətin ölçüsü haqqında məlumat əldə etmək istənilən ölçmənin məqsədidir.
- Fiziki kəmiyyətin ölçüsü fiziki kəmiyyətin keyfiyyət xarakteristikasıdır.
- Fiziki kəmiyyətlərin təsnifatı. Fiziki kəmiyyətlər hadisələrin növlərinə görə aşağıdakı qruplara bölünür (Şəkil 1.7):



Şəkil 1.7. Fiziki kəmiyyətin klassifikasiyası

Real (ədədi) - maddələrin fiziki və fiziki-kimyəvi xassələrini və materiallarını təsvir edir. Həqiqi fiziki kəmiyyətlər passiv ola bilər, çünki onların ölçülməsi üçün ölçmə məlumatını köməkçi enerji mənbəyindən istifadə edərək yaratmaq mümkündür.

Enerji - proseslərin enerji xüsusiyyətlərini, enerjinin çevrilməsi, ötürülməsi və istifadəsini təsvir edir. Fiziki enerji kəmiyyətləri aktivdir.

Proseslərin gedişatı zamanla, müxtəlif növ spektral xarakteristikalar, korrelyasiya funksiyaları və s. ilə xarakterizə edilir. Fiziki proseslər müxtəlif qruplara aid olmaqla, fiziki dəyərlər kimi aşağıdakılara bölünür: (Şəkil 1.7.)

- məkan və zaman;
- mexaniki;

- istilik;
- elektrik və maqnit;
- səs;
- işıq;
- fiziki və kimyəvi;
- ionlaşdırıcı şüalanma;
- atom və nüvə fizikası.

Həmçinin, fiziki kəmiyyətlər ölçülü və ölçüsüz ola bilər.

□ **Ölçmə Dəqiqliyi:** Müəyyən şərtlər altında eyni və ya oxşar obyektlərdə təkrar ölçmələr nəticəsində əldə edilən göstəricilər arasındakı uyğunluq dərəcəsidir.

□ **Təkrarlıq:** Eyni ölçülən kəmiyyətin ardıcıl ölçmə nəticələri arasında uyğunluq (üst-üstə düşməsi) dərəcəsi. Təkrarlanma şərtləri: eyni ölçü üsulu, eyni müşahidəçi, eyni ölçü cihazı, eyni yer və s. şərtlər.

□ **Ölçmə qeyri-müəyyənliyi:** Alınan məlumat əsasında ölçülən kəmiyyətə aid ölçmələrin paylanması xarakterizə edən mənfi olmayan ədədi parametrdir.

□ **A tipli ölçmə qeyri-müəyyənliyi:** Müəyyən ölçmə şərtlərində əldə edilən ölçülən qiymətlərin statistik təhlili ilə ölçülmüş qeyri-müəyyənlik komponentinin hesablanmasıdır.

□ **B tipli ölçmə qeyri-müəyyənliyi:** A tipli ölçmə qeyri-müəyyənliyinin hesablanması istisna olmaqla ölçmə qeyri-müəyyənliyi komponentlərinin başqa üsullarla hesablanmasıdır.

Kalibrlemə: Kəmiyyətin ölçmə vasitəsi ilə alınmış qiymətinin, etalonla təyin edilmiş uyğun qiyməti arasında olan münasibəti müəyyənləşdirən əməliyyatların məcmusudur. Kalibrlemə nəticəsində ölçülən kəmiyyətin ölçmə yolu ilə göstərilən həqiqi qiymətinə edilən düzəlişləri təyin edirlər. Kalibrlemə vasitəsilə ölçmə vasitələrinin xətaalarını və bir sıra başqa metroloji xəsələri qiymətləndirmək olar.

□ **Kalibrlemə İerarxiyası:** Hər bir kalibrlemə nəticəsinin əvvəlki kalibrlemə nəticələrinə əsaslandığı və istinaddan son

ölçmə sisteminə qədər uzanan bir sıra kalibrləmə əməliyyatlarının ardıcılığıdır.

□ **İzləmə zənciri:** Ölçmə nəticəsini etalon vasitəsilə alınmalı olan nəticə ilə əlaqələndirmək üçün istifadə edilən ölçmə standartları və kalibrləmə ardıcılığıdır.

□ **Ölçmə modeli:** Ölçməyə daxil olan məlum olan bütün kəmiyyətlər arasındakı riyazi əlaqədir.

□ **Ölçmə standartı:** Bu, kəmiyyət dəyəri və əlaqədar ölçü qeyri-müəyyənliyi ilə istinad kimi istifadə ediləcək kəmiyyət göstəricilərinin həyata keçirilməsidir.

□ **Beynəlxalq Ölçmə Standartı:** Beynəlxalq müqavilə ilə qəbul edilmiş və geniş istifadə edilməsi nəzərdə tutulan ölçü standartıdır.

□ **Milli Ölçmə Standartı:** Dövlətə və ya iqtisadiyyata xidmət etmək məqsədi ilə milli orqanlar tərəfindən qəbul edilən ölçmə standartıdır.

□ **İlkin Səviyyə Ölçmə Standartı:** Birinci səviyyəli ölçmə prosedurundan istifadə etməklə və ya xüsusi hazırlanmış obyektin xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq ümumi qəbulla müəyyən edilmiş ölçü standartıdır.

□ **İkinci Səviyyə Ölçmə Standartı:** Eyni tipli kəmiyyət üçün ilkin səviyyə ölçmə standartı ilə kalibrləmə yolu ilə müəyyən edilən ölçmə standartıdır.

□ **İstinad Ölçmə Standartı:** Müəyyən bir qurumda və ya yerdə müəyyən kəmiyyət növləri ilə bağlı digər ölçmə standartlarının kalibrlənməsi üçün müəyyən edilmiş ölçü standartıdır.

□ **İşçi Ölçmə Standartı:** Ölçmə cihazlarının və ya ölçmə sistemlərinin kalibrlənməsi və ya yoxlanmasında müntəzəm olaraq istifadə olunan ölçmə standartıdır.

□ **Transfer (ölçü) cihazı:** Ölçmə standartları müqayisə üçün bir vasitə kimi istifadə olunur.

□ **Akkreditasiya:** Məhsul və ya xidmətin bazarın tələb etdiyi şərtlərə, standartlara və qaydalara uyğunluğunu göstərmək

üçün həmin məhsul və ya xidmət üçün sınaq, təhlil, yoxlama və sertifikatlaşdırma prosedurlarını həyata keçirən təşkilatlar (Uyğunluğun Qiymətləndirilməsi Orqanları) rəsmi orqan tərəfindən beynəlxalq meyarlara uyğun olaraq yoxlanılır və texniki cəhətdən bu, müntəzəm aralıqlarla inzibati səlahiyyətlərin təsdiqi və yoxlanılması prosesidir.

1.4. Beynəlxalq Vahidlər Sistemi (SI)

- Hər bir ölkədə fərqli vahidlərdən istifadə olunduğuna görə, müqaisə edilən ölçüləri bir-biri ilə tutuşdurmaq üçün istifadə olunan vahidlər sisteminin işlənilib hazırlanması zərurəti yaranmışdı.
- 1889-cu ildə Osmanlı İmperatorluğunun da iştirak etdiyi 1-ci Çəkilər və Ölçülər Konfransında vahidlər və vahid sistemləri beynəlxalq standartlar səviyyəsinə çatdırıldı.
- SI bir çox ölkələr, o cümlədən bizim ölkə tərəfindən də qəbul edilmişdir.
- SI-dən başqa, Metrik Sistem və İngilis Vahid Sistemi hələ də istifadə olunur.
- SI-dən vahidlər 3 əsas qrupda toplanır (Şəkil 1.8).

■ Əsas ölçülər

- Uzunluq, Kütlə, Zaman, Temperatur,...

■ Törəmə Kəmiyyətlər

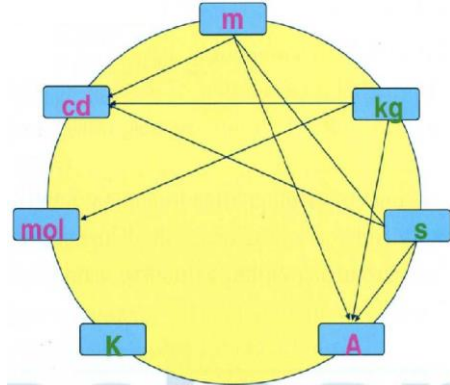
- Sahə, Həcm, Sürət, Işıq seli, Təzyiq, Güc,...

■ Əlavə Ölçülər

- Müstəvi bucaq (Radian), Cisim bucağı (Steradian).

□ Əsas Ölçülər

■ Uzunluq (m)



Şəkil 1.8. Beynəlxalq Vahidlər Sistemi

- İlk dəfə 1789-cu ildə Parisdən keçən Ekvator və Qütb arasındakı meridianın on milyonda biri 1 metr olaraq qəbul edildi.
- 1889-cu ildə Çəkilər və Ölçülər üzrə 1-ci Konfransda prototip metr hazırlanmışdır. 90% Pt və 10% Ir ərintisindən hazırlanan bu prototip xüsusi kəsik formasına malikdir.
- 1927-ci ildə sayğac yenidən təyin olundu. 15°C temperaturda və 760 mm civə təzyiqində kadmium elementinin verdiyi qırmızı işığın dalğa uzunluğu 563164,13 1 metr olaraq qəbul edilir (Şəkil 1.9).

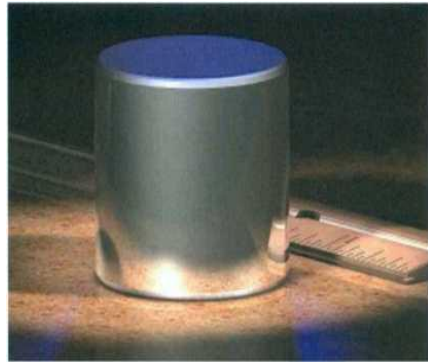


Şəkil 1.9. Ölçü prototipi.

- 1960-cı ildə kripton 86 izotopunun narıncı işığının dalğa uzunluğu 1650763,73 1 metr olaraq qəbul edilmişdir.
- 1983-cü ildə son tərif olaraq işığın bir saniyədə vakuumda yayıldığı məsafə 1/299792458 qəbul edilmişdir.

■ Kütlə (kq)

- 1889-cu ildə Çəkilər və Ölçülər üzrə 1-ci Konfransda +4°C-də 1 dm³ təmiz suyun kütləsinə bərabər olan Pt ərintisi 1 kq olaraq qəbul edildi (Şəkil 1.10).



Şəkil 1.10. Kütlə prototipi

■ Zaman (san)

• Zaman vahidi Yerin öz oxu ətrafında fırlanma dövrü ilə əlaqədar müəyyən edilmiş kəmiyyətdir və onun son tərifı 1967-ci ildə Çəkılər və Ölçülər üzrə 13-cü Konfransda verilmişdir. Bir saniyə – seziüm-133 izotopun şüalanma periodunun 9192631770 mislinə bərabər zamandır.

■ Temperatur (K)

• 1967-ci ildə Çəkılər və Ölçülər üzrə 13-cü Konfransda qəbul edilmiş tərifə görə, 1 Kelvin suyun üçlük nöqtəsində (bərk, maye, qaz) termodinamik temperaturun $1/273,16$ hissəsidir. Beləliklə, suyun donma nöqtəsi 273 K-dir.

■ Cərəyan şiddəti (A)

• 1948-ci ildə çağırılmış Çəkılər və Ölçülər üzrə 9-cu Konfransda qəbul edilmiş tərifə görə, **amper (A)** – elə cərəyanın şiddətidir ki, bu cərəyan vakuumba bir-birindən 1m məsafədə və bir-birinə paralel yerləşmiş sonsuz uzun naqillərdən keçdikdə onların hər bir metr uzunluqları arasında $2 \cdot 10^{-7} \text{N}$ qarşılıqlı təsir yaransın.

■ İşıq şiddəti (cd)

• 1979-cu ildə Çəkılər və Ölçülər üzrə 16-cı Konfransda qəbul edilmiş tərifə görə, kandela 1 steradian möhkəm bucaq altında $540 \times 10^{12} \text{ Hz}$ vibrasiyaya malik monoxromatik işıq mənbəyi tərəfindən təmin edilən işıq şiddətinin $1/683$ hissəsidir.

■ Maddə miqdarı (mol)

• 1971-ci ildə keçirilən 14-cü Çəkılər və Ölçülər Konfransında verilən tərifə görə 1 mol – kütləsi 0,012 kiloqram olan karbon-12 atomundakı atomların sayıdır.

□ Törəmə kəmiyyətlər

■ Törəmə kəmiyyətlər əsas kəmiyyətlərin birləşməsi nəticəsində əldə edilən və texnikanın bir çox sahələrində istifadə

olunan kəmiyyətlərdir. Bəziləri əsas kəmiyyətlərdən asılı olaraq müəyyən edilir, bəziləri isə xüsusi adlarla simvollaşdırılır.

Kəmiyyət	Beynəlxalq ölçü vahidi	İşarələr	Beynəlxalq sistemlə ifadə
Sahə	Kvadrat metr	m^2	--
Sürət	Metr/saniyə	m/s	--
Sıxlıq	Kiloqram/kub metr	Kq/m^3	--
Tezlik	Hers	hr	s^{-1}
Qüvvə	Nyuton	N	$Kq \cdot m/san^2$
Təzyiq	Paskal	Pa	N/m^2
Güc	Vatt	W	C/san
Tutum	Farad	F	C/A
Moment	Nyuton metr	$N \cdot m$	--

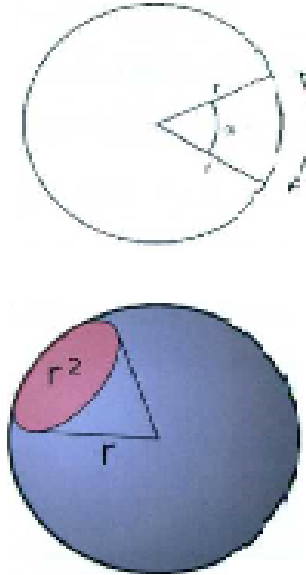
□ Əlavə ölçülər

■ Müstəvi bucaq (rd)

- Bu, çevrənin ətrafındakı qövsün uzunluğunun çevrənin radiusuna bərabər olduğu bucaqdır. Bir dairənin mərkəzi bucağı 2π radiandır.

■ Cisim bucağı (sr)

- Təpəsi kürənin mərkəzində olan və kürənin səthində kürənin radiusunun kvadratına bərabər olan sahəni ayıran cisim bucağıdır. Bir kürənin sahəsi $4\pi r^2$ olduğundan, kürənin mərkəzindən ölçülən ümumi cisim bucağı 4π steradiandır (Şəkil 1.11).



Şəkil 1.11. Cisim bucağı

II FƏSİL. METROLOGİYA VƏ KALİBRLƏMƏNİN ƏSASLARI

2.1. Metrologiya və kalibrlemə laboratoriyalarının fəaliyyətinin təşkili

Müasir inkişafın səviyyəsi bir çox sahələrdə metroloji təminat sistemlərinin yaradılmasını və inkişaf etdirilməsini vacib edir. Bu sahələr elm və yeni texnologiya, səhiyyə, ticarət, enerji təchizatı, sənaye, istehsal, kənd təsərrüfatı və s. kimi istiqamətlərdir. Göstərilən sahələri elm, sənaye və hüquqi metrologiyalar kimi üç sinfə bölmək olar.

İstehsal olunmuş məhsulun keyfiyyətinin, istehsal prosesinin stabilləşdirilməsinin, müəssisələrdə texniki proseslərin optimal idarə edilməsinin yüksək səviyyədə təmin edilməsi istehsalın metroloji təminatından asılıdır. Müasir metroloji təminat proqramının yaradılması zamanı müəssisələrdə istehsalın metroloji təminatı, sınaq, nəzarət və ölçmə vəziyyətinin dəqiqləşdirilməsi zəruri şərtlər hesab olunur. Ölçmənin metroloji təminatı elmi əsaslı metodları tətbiq etməklə, texniki vasitələrlə, qayda və normalar daxilində zəruri yekdil nəticəyə və tələb olunan dəqiqliyə nail olmaqdan ibarətdir. Bu istiqamətdə çoxlu sayda normativ sənədlərin və ədəbiyyatdan olan məlumatların olmasına baxmayaraq daima müasir tələblərə cavab verən metrologiya və kalibrlemə laboratoriyalarının yaradılmasına ehtiyac vardır [1-10]. Respublikamızda müdafiə sənayesi müəssisələrində Metrologiya və kalibrlemə laboratoriyalarının müasir tələblərə cavab verməsi üçün təkmilləşdirilmiş metodlar və yeni cihazlarla təmin edilmə istiqamətində geniş işlər aparılır. Monoqrafiyada bu sahədə aparılmış elmi-tədqiqat və təkmilləşdirmə işləri haqqında məlumatlar öz əksini tapmışdır. Metroloji xarakteristik parametrlərin təyin edilməsi və dəqiqliyinin təsdiqlənməsi məqsədilə yerinə yetirilən əməliyyatlar ölçü alətlərinin kalibrleməsi vasitəsilə həyata keçirilir.

Ölçmənin metroloji təminatı istiqamətləri:

- müəssisədə zəruri etalon, nümunələr və işçi ölçmə qurğularının yaradılması;
- düzgün metodlar seçimi və onların tətbiqi;
- metroloji metod və normaların yaradılması və tətbiqi;
- müəssisələrdə iş yerlərində zəruri ölçmələrin tələb olunan dəqiqliyinin təmin edilməsi üçün digər metroloji işlərin yerinə yetirilməsi.

Ölçü alətlərinin kalibrlənməsi müəssisələrdə metroloji xidmətin təyin olunmuş işçiləri tərəfindən dövlət etalon vahidlərindən istifadə etməklə həyata keçirilir və alınmış nəticə kalibrlənmə işarəsi, sertifikat, istifadə sənədləri ilə təsdiqlənir. Kalibrləmə əməliyyatları Dövlət Metroloji Xidməti tərəfindən akkreditasiya olunmuş hüquqi şəxslər vasitəsilə də aparıla bilər.

Müasir tələblərə cavab verən metroloji xidmətin müəssisələrdə yaradılmasının əsas məqsədi:

- vahid təminat, tələb olunan ölçü dəqiqliyi, istehsalın metroloji təminatının yüksəldilməsi;
- praktikada müasir metod və qurğuların tətbiqi ilə məhsulun keyfiyyətinin, texniki səviyyəsinin, istehsalın effektivliyinin, elmi tədqiqatların səviyyəsinin artırılmasına nail olmaq;
- ölçü alətlərinin təmiri və kalibrlənməsinin vaxtılı-vaxtında yoxlanılmasının təşkil edilməsi;
- sınaq, nəzarət və ölçü metodlarının və qurğularının metroloji attestasiyasının keçirilməsi;
- texniki tapşırıq, texniki konstruktor və normativ sənədlərin ekspertizasının keçirilməsi;
- istehsalın metroloji təminatının aparılması işləri;
- sınaq sahələrinin, istehsal və keyfiyyət sisteminin attestasiya edilməsində iştirakı;
- müəssisələrdə qəbul edilmiş sənədlər əsasında vahid ölçmənin təmin edilməsində istifadə olunan ölçü qurğularına attestasiya olunmuş metodların istifadəsilə ölçmələrin yerinə

yetirilməsinə, etalonlara və kalibrəlmə üçün işlədilən ölçü qurğularına metroloji nəzarətin həyata keçirilməsi.

Kalibrəlmə laboratoriyasının yaradılması üçün aşağıdakıları nəzərə almaq zəruridir:

1. Kalibrəlmə TS EN ISO/IEC 17025-ə uyğun olması [5];

2. Kalibrəlmə xidmətinin dərəcəsinin məhsulların keyfiyyətini azalda bilməyəcək səviyyədə olması;

3. Laboratoriya işçilərinin kifayət qədər təhsil alması, uyğun iş şərtlərinin yaradılması, vəzifəsini qərəzsiz və təsir altında qalmadan yerinə yetirməsi;

4. Laboratoriya işçilərinin keyfiyyət sənədləşdirməsində göstərilən siyasət və proseslərə uyğun işləməsi;

5. Kalibrəlmələrin təsdiqlənmiş proseslərə görə seçilməsinin təmin edilməsi.

Kalibrəlmə laboratoriyasında 1 baş mütəxəssis mühəndis, 1 mütəxəssis mühəndis, 1 mühəndis, 1 idarəçi texnik, 3 mütəxəssis texniki işçi, 2 texniki işçi və 2 müvəqqəti texniki işçi olmaq üzrə 11 işçi işləyir. Laboratoriya, təmiz otaqdan və istehsal sahəsindən ibarət təqribən 150 m²-lik bir sahədə fəaliyyət göstərir. Təmiz bir otaqda elektrik və ölçü hissələri, istehsal sahəsində isə optik kalibrəlmələrinin edildiyi qaranlıq otaq və digər kalibrəlmələrin və inzibati işlərin icra edildiyi başqa bir otaq vardır.

Laboratoriyada eyni zamanda səyyar kalibrəlmə xidməti də həyata keçirilir. Səyyar kalibrəlmələrdə ən azı iki laboratoriya işçisi işləyir. Səyyar kalibrəlməyə gedən işçi, kalibrəlmə xidmətinin iş planının verilməsindən, kalibrəlmədə istifadə olunacaq standartların etibarlı bir şəkildə nəqlindən, kalibrəlmə işinin başa çatmasından, qeydiyyatının aparılmasından və laboratoriyanın texnik idarəçisini iş haqqında məlumatlandırmaq məsuliyyəti daşıyır.

Kalibrələmə sisteminin daxilində icra etdiyimiz kalibrələmə proqramı, metrologiya laboratoriyasında olan ölçü və test cihazları ilə, köməkçi ölçü və yoxlama vəsaitlərinin və standartlarının əsasnaməsinə, texniki xüsusiyyətlərə və konstruktor sənədlərinin tələblərinə görə istənilən ölçünün yüksək dəqiqliklə aparılmasını təmin edir.

Kalibrələmə proqramı:

İSO-10012, AQAP-2110, AS-9100, İSO 9001:2008 Keyfiyyəti İdarəetmə Sistemi Tələbləri qanunlarına uyğun olaraq qurulmuşdur [5-9].

Düzgünlük və həssaslıq səviyyələri bilinən, nizamlı və nəzərdə tutulan tələblərin doğru ölçülməsində əlverişli olan kalibrələmə standartlarının istifadə edilməsini nəzərdə tutur. Metrologiya şöbəsi standartları və cihazları milli və beynəlxalq kalibrələmə mərkəzləri tərəfindən nəzarətdə saxlanılır.

İstehsal və sınaq sahələrində istifadə edilən köməkçi ölçü alətləri, yoxlama və sınaq qurğuları, ləvazimatlar və digər yoxlama vasitələri proqram çərçivəsində təsdiq və qəbul edilir və bildiriş sisteminə daxil edilir.

Optik və elektron cihazların istehsalı prosesində istifadə edilən ölçü və sınaq cihazları üçün cihazın adı, xarakteristikası, və kalibrələmənin ilkin və son vəziyyətlərini göstərən qeydiyyatlar aparılır. Bütün ölçü və test cihazları kalibrələmə vəziyyətini və etibarlılıq tarixlərini göstərməklə etikətlənir. Kalibrələmə etikətləri, ölçü və test cihazlarına, köməkçi ölçü vəsaitlərinə və standartlara səlahiyyətsiz müdaxilələrin qarşısını alacaq şəkildə tətbiq olunur və səlahiyyətli kalibrələmə işçisi tərəfindən möhürlənir.

Metrologiya laboratoriyasına daxil olan hər yeni sınaq və ölçü cihazlarının ilk kalibrələnməsi edildikdən sonra cihazın xarakteristikaları, istehsalçı təklifləri və istifadə yeri nəzərə alınaraq kalibrələmə cədvəli təyin edilir. Kalibrələmə cədvəlləri cihaz təlimatlarında və nəzarət sənədlərində müəyyənləşdirilir. Kalibrələmə cədvəlləri cihazın göstərişinə görə yenidən müəy-

yənləşdirilə bilər.

Ölçü və sınaq cihazlarının kalibrləməsi istehsalçının tərtib etdiyi təlimatlara və ya müəssisə tərəfindən hazırlanan kalibrləmə təlimatlarına görə edilir. Kalibrləmə, ixtisaslı işçi tərəfindən, müəyyən xüsusi şərtləri nəzərə alaraq edilir. Ölçü və sınaq cihazları hər cür fiziki təsirdən və səlahiyyətsiz müdaxilələrdən qorunacaq şəkildə daşınmalı və qorunmalıdır.

İstehsal sahələrində istifadə olunan ölçü və sınaq cihazlarının qəbulu, kalibrləmə sistemi içərisində həyata keçirilir. Kalibrləmə əməliyyatları başa çatdırılan ölçü və sınaq cihazları uyğun şəkildə etikətlənərək istifadəçiyə təhvil verilir.

Kalibrləmə laboratoriyası İSO 17025 və İSO 9001 standartına görə Milli standartlaşdırma və metrologiya komitəsi tərəfindən akkreditasiya edilmişdir. MSMK tərəfindən edilən akkreditasiyamız əhatəsində 8 ölçü, 14 elektrik olmaq üzrə 22 prosesin ölçü metodlarını özünə daxil edir. Akkreditasiya hazırlandığı zaman laboratoriya işçiləri üçün Milli Standartlaşma və Metrologiya komitəsindən bir sıra təlimatlar alınmışdır. Bu təlimatlardan fərqli olaraq müxtəlif qurumlardan eyni zamanda İSO 17025 Təcrübə və Kalibrləmə laboratoriyasının yaradılması üçün ümumi şərtlər, İSO 17025 və İSO 9001 laboratoriya keyfiyyət idarəetmə sistemi üçün təlimatlar alınmışdır [5, 9].

Laboratoriyaya nəzarət Milli Standartlaşma və Metrologiya Komitəsi, respublikamızda akkreditasiya olan digər laboratoriyalar və laboratoriyaları akkreditasiya edən istehsalçı firmalar vasitəsi ilə təmin edilir.

Laboratoriyada edilən kalibrləmə əməliyyatlarının ölçü nəticələrinin qeyri-müəyyənliklərinin (xətalarının) hesablanması EA-4/02 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration və İSO Guide the Expression of Uncertainty in Measurement standartlarına uyğun olaraq aparılır [6, 7].

ISO 17025-standartına görə laboratoriya, ətraf mühit təsirlərinin nəticələrinin uyğun istiqamətə yönəldilməsini təmin etməlidir. Ətraf mühit təsirlərinin nəticələrin keyfiyyətinə təsir edə biləcəyi yerlərdə, bu faktorların izlənməsi və ümumi monitorinqinin keçirilməsi vacibdir. Akkreditasiya çərçivəsində laboratoriyamızda mövcud olan istilik və rütubət şərtləri elektrik kalibrlemələr üçün uyğun olaraq $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ və $50 \pm 10\%$, ölçü kalibrlemələr üçün $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ və minimum 40% səviyyəsində olmalıdır. İstilik dərəcəsi elektrik ölçmələrində $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, ölçmədə $\pm 0.125^{\circ}\text{C}$ dəqiqlikdəki cihazlar ilə nəzarət edilir, rütubət faizi elektrik ölçmələrində $\pm 2\%$, adi ölçmədə $\pm 1.5\%$ dəqiqlikdəki cihazlar vasitəsilə nəzarətdə saxlanılır.

Ətraf mühitin təsirinə nəzarətdə və qeydiyyatında istifadə etdiyimiz cihaz və sensorlarımız Milli Standartlaşma və Metrologiya komitəsində kalibrlemə olunaraq istifadə edilir.

ISO 17025 - in texniki şərtlərində əsasən, laboratoriya rəhbərliyinin, xüsusi cihazları işlədən, kalibrlemələri edən, nəticələri dəyərləndirən və kalibrlemə sertifikatlarını imzalayan bütün işçilərin kifayət qədər məsuliyyətli olduqları bildirilir. Laboratoriyada yeni bir işçinin kalibrlemə edə bilməsi üçün vacib olan biliklər verilir və bu biliklərdən əvvəl və ya sonra kalibrlemələrə nəzarət olunur. Mövcud işçilərimizin kifayət qədəri isə Milli Standartlaşma və Metrologiya komitəsi tərəfindən nəzarət edilən təcrübəli mütəxəssislərdir.

Laboratoriya tərəfindən edilən hər bir kalibrlemənin nəticələri, düzgün, açıq, qəti və qərəzsiz olaraq və kalibrlemə metodlarının bütün xüsusi təlimatlarına uyğun bir şəkildə hesab halına gətirilməlidir. Nəticələr bir kalibrlemə sertifikatı şəklində verilir və müştəri tərəfindən tələb edilən və kalibrlemə nəticələrinin şərh edilməsi üçün lazım olan bütün məlumatları əks etdirməlidir.

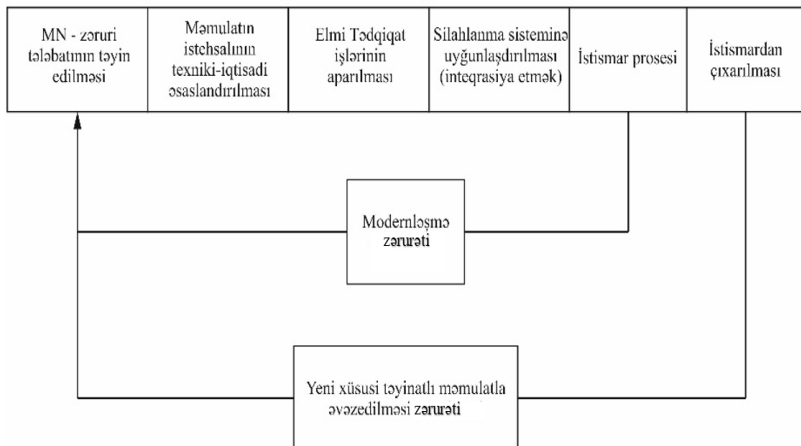
2.2. Xüsusi təyinatlı məmulların yaradılması mərhələləri

Kitabın bu bölməsində yaradılmanın inkişafı sisteminin müxtəlif mərhələlərində əsas iştirak edən təşkilatların və iş icraçılarının vəzifələri, hərbi təyinatlı məmulların yaradılmasının ümumi vəziyyəti, mərhələlər üzrə əsas məsələləri, sistemin obyektiv və subyektiv idarə olunması yolları araşdırılmışdır. Eyni zamanda kitabda hərbi təyinatlı məmulların yaradılması, istehsalı və istismarı sahəsindəki fəaliyyəti, o cümlədən istehsalın və istismarın təmin edilməsi təmiri, modernləşdirilməsi və utilizasiyası, zəruri təlabata uyğun mərhələlərlə plana uyğun olaraq nəzarətin təmin edilməsi məsələləri göstərilmişdir. İstismar mərhələsində təlabata uyğunluğu təmin etmək üçün hərbi təyinatlı məmulların nümunəsinin konstruktör sənədlərinə, istehsal prosesinə və texniki istismar sistemə ediləcək təsir metodları işlənib hazırlanmışdır.

Müasir zamanda hərbi sənaye kompleksinin müxtəlif sahələrinin, o cümlədən yaradılma sisteminin inkişafı və ölkənin hərbi sənaye qüdrətinin möhkəmləndirilməsi təxirə salınmaz zəruri məsələlərdəndir. Bu məsələlərin həllini təmin etmək üçün müxtəlif ölkələrdə bir çox fərqli metodlar mövcuddur [11-14]. NATO sistemə daxil olan ölkələrin yaradılma sistemlərinin inkişaf səviyyəsi bu sahənin planlı sürətdə inkişafının təmin edilməsi, yüksək səviyyədə ixtisaslı mütəxəssislərin yetişdirilməsi və elmi tədqiqat işlərinin aparılmasınının zəruri olduğunu təsdiqləyir. Orduda yaradılmanın inkişafı prosesinin effektiv idarə olunmasını təmin etmək üçün yaradılma sisteminin qurulması zəruridir, lakin müdafiənin təşkili zamanı maksimum tələbatı ödəmək üçün yaradılmanın inkişafı koordinasiya olunmalıdır. Müasir dövrdə hərbi təyinatlı məmulların yaradıl-

ması, istehsalı, modernləşdirilməsi və istismarı prosesi çox mühüm məsələlərdəndir. Aparılan araşdırma, tədqiqat və ədəbiyyat təhlilindən aydın olur ki, bu sahədə məlumatlar kifayət qədər deyildir və mövcud məlumatlar sistemli şəkildə aparılmamışdır. Təqdim edilən monoqrafiyada yaradılmanın inkişafı konsepsiyası sistemli şəkildə ətraflı elmi metodlarla təhlil edilmişdir. Konsepsiyanın idarə olunmasını təmin etmək üçün aşağıdakı mərhələlərin həyata keçirilməsi mühüm və zəruri şərtlərdəndir. Bütün növ yaradılma proqramları (yaradılmaya qoyulmuş investisiya xərcləri) yaradılmanın inkişafı sisteminin tələblərinə uyğun olaraq həyata keçirilir. Müdafiə təyinatlı məhsulun əldə edilməsinə sərf edilən zamanı qısaltmaq üçün ayrıca hər bir proqrama uyğun konkret təlimat və təqdimat təyin edilir və həyata keçirilir. Yaradılmanın inkişaf prosesi bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsi olan, aydın konkret nə-zarət mərhələlərin özündə birləşdirən məntiqi ardıcılıqla həyata keçirilən mərhələlərdən ibarət olmalıdır. Bu mərhələlər şəkil 2.1 –də göstərilir .

Müdafiə təyinatlı məhsulun alınması və ya yaradılması silahlı qüvvələrin texniki və texnoloji tələbinin yerinə yetirilməsi üçün yeganə həll yolu demək deyildir. Müdafiə xidməti üçün operativ olaraq tələbatın təmin edilməsi tələbatla onun həlli yolları arasındakı yarana biləcək uyğunsuzluğun müəyyənəndirilməsi və xərclərinin araşdırılması zəruridir. Müəyyən zaman kəsiyində tələbatın tənzimlənməsi təcrübədən məlum tələbatı nəzərə alaraq konkret fərdi şərait üçün çevik prosese uyğun proqram hazırlanmalıdır. İstehsal və istismar sürətli və effektiv olmalıdır.



Şəkil 2.1. Təminatın inkişafı konsepsiyasının mərhələləri

Hər bir idarəetmə mərhələsi yaradılmanın inkişafı prosesini təmin etmək məqsədilə vahid idarəçilik qərarı qəbul etməlidir. Bu qərarla müvafiq qurumlar zəruri imkanları qiymətləndirir və müdafiə təyinatlı məhsulun birgə yaradılmaya qəbul proqramını hazırlayaraq dövlət qurumlarına təqdim edirlər. Məhsulun qiymətləndirilməsi tələbatçının tələblərini ödəməklə, keyfiyyət göstəricilərini nəzərə almaqla xüsusi təyinatlı məmulatın funksional parametrlərini, istehsalına ayrılan xərclərini, vaxtını, yeni texnologiyadan istifadə edilməsini, nou-xau və xarici dövlətlərlə qarşılıqlı əməkdaşlıq əlaqələrini nəzərə almaqla aparılmalıdır.

Yaradılma proqramını başlamaq qərarının əsas hissəsi olaraq müdafiə təyinatlı məhsulun istismar tələblərinə uyğunluğu, yeni müdafiə imkanlarının olması və müdafiə sənayesi müəssisələri tərəfindən məhsula qoyulmuş təkliflərdən ibarət olmalıdır. Qiymətləndirmədə eyni zamanda məmulatın sınaqlarının aparılması və onun iş prinsipi nəzərə alınmalıdır.

Ordunun yaradılması ehtiyaclarını ödəmək proqramının işə başlaması prosesi, müdafiə təyinatlı məmulata qoyulmuş tələblər və onun istifadə edilməsi imkanlarının yararlı olması haqqında sifarişçi tərəfindən müsbət təsdiqlənmiş qərarın verilməsindən asılıdır.

İstehsalçı müəssisələrdə məmulatın yaradılması və istehsalı, onun tələbatı uyğunluğu, sertifikatlaşdırılması zamanı Müdafiə Nazirliyi qurumları tərəfindən qeyd edilmiş mənfi təkliflərin aradan qaldırılması xüsusi olaraq nəzərə alınır.

Hər mərhələyə aid olan qurum müvafiq qərar çıxararaq aşağıdakıları nəzərə almalıdır:

- ordunun maddi texniki təminatının təmin edilməsi yollarını təyin etmək;

- operativ olaraq texniki və texnoloji tələbat proqramının yaradılmasının həyata keçirilməsində dəyişiklik etmək;

- təsdiqlənmiş yaradılma proqramını dayandırmaq və sonrakı mərhələyə keçmək səlahiyyətinə malik olmaq.

Təklif edilmiş yaradılma proqramı vahid idarəetmə sistemində göstərilmiş istənilən mərhələdə yerləşdirilə bilər. Səlahiyyətli qurumların qərarı ilə yaradılmanın inkişafı sistemində hər biri ayrı-ayrılıqda proqrama uyğun daxili idarələr arasındakı tələblər, qanunlar, normativ aktlar və zaman məhdudyyətləri həyata keçirilir.

Tənzimləmə metodu olaraq ayrı-ayrı sahələrdə o cümlədən mərhələlərin sənədlərində vaxt, status dərəcəsi və qəbul edilmiş qərarın səviyyəsi, tətbiqi metodları, məmulatın təminatının qiymətləndirilməsinin əsas amili kimi götürülür.

Təklif olunan müdafiə təyinatlı məmulatın modernləşdirilməsi ən çox istifadə edilən metoddur. Bu yolla operativ tələbatı və yeni məmulatın yaradılmasını təmin etmək mümkündür. Əgər

mövcud yaradılma sistemi effektiv istifadə və modernləşmə üçün yararlı deyilsə sifarişçi tərəfindən qərar qəbul edilir, ölkə daxili və beynəlxalq miqyasda olan texnologiyalardan, avadanlıqlardan istifadə etməklə müdafiə təyinatlı məmulatın modernləşdirilməsi birgə davam etdirilməlidir. Birlikdə yaradılmış yeni məmulat üçün proqram və maliyyə məsələləri təmin edilir. Ordunun yeni hərbi təyinatlı məmulatlarla təmin olunması üçün NATO üzvü ölkələrinin müəssisələri ilə birgə əməkdaşlığın genişləndirilməsi məqsədə uyğundur. Yaradılmanın inkişafını təmin etmək üçün xarici ölkələrin mövcud xüsusi təyinatlı məmulatlarının yerli sənaye müəssisələrində birlikdə yaradılma prosesinin mənimsənilməsi nəzərdə tutulur. Bunun üçün Müdafiə Sənayəsi Nazirliyin (MSN) müəssisələrində rəqabətə davamlı məmulatların istehsalı və struktur təşkilatı işləri yüksək səviyyədə təşkil edilmiş və bir çox xarici ölkələrlə elmi texniki əməkdaşlıq münasibətləri yaradılmışdır.

Silahlı qüvvələrin tələbatını və hər bir məmulatın istismar tələblərini təyin etmək texniki ekspert komissiyası və baş qərargah tərəfindən bütün mümkün təkliflər yaradılma üzrə təşkil edilmiş komissiyaya təqdim edilir. Bunun əsasında müdafiə təyinatlı məmulatın istismar tələbləri yazılır və ordunun tələbatı təyin edilir.

Son nəticə Müdafiə Nazirliyinin (MN) müvafiq qurumları tərəfindən aparılacaq elmi-tədqiqat işinin istiqamətləri və maliyyə vəsaitlərinin təyin olunması ilə həyata keçirilir və bu işin aparılması üzrə nəzarət komissiyası yaradılır.

Əlavə elmi tədqiqat işlərinin aparılmasının əsas məqsədi aşağıdakılardan ibarətdir: yaradılmada çatışmayan məmulatın kəmiyyət və keyfiyyət üzrə analizinin aparılması; operativ tələbatın təmin edilməsinin alternativ yollarının qiymətləndirilməsi

və tədqiqi; müdafiə təyinatlı məmumatın ümumi tələbatını və müəyyən texniki tələblərinin təyin edilməsi; texniki qərarın təqribi qiyməti və miqyasının qiymətləndirilməsi; tələbata uyğun layihə sənədlərinin hazırlanması.

Elmi-tədqiqat işləri mərhələsində aparılmış əlavə tədqiqat işlərinin nəticələri müzakirə edilir və qiymətləndirilir. Hərbi təyinatlı məmumatın yaradılması üçün proqram təklif olunur. Komissiyanın rəyi çıxartdığı qərarla iş nəzarət vəziyyətindən tədqiqat səviyyəsinə ötürülür. Aparılan tədqiqatın məqsədi aşağıdakılardan ibarətdir: xüsusi təyinatlı məmumatın yaradılması ilə bağlı alternativ texnoloji yanaşmaların araşdırılması; müdafiə təyinatlı məmumatın yaradılmasının əsas kriteriyaları və iş prinsipinin qiymətləndirilməsi; maliyyələşdirmə yollarının təyin edilməsi; texniki material təminatı və kadr hazırlığı məsələləri; proqram təminatı üçün sistemaltı komponentlərin və məmumat haqqında tənqidi məlumatların toplanması; tədqiqatın son variantda layihə sənədlərinin hazırlanması.

Hərbi tələbata müvafiq xərclərin tələblərə uyğun paylanması və çatdırılması imkanlara əsasən məmumatın satın alınma qiyməti ilə yox, onun istehsal prosesinə çəkilən xərclə müəyyənləşdirilir.

Elmi-tədqiqatın nəticələri qiymətləndirildikdən sonra komissiyanın qərarı ilə məmumatın yaradılması prosesi sistemə uyğunlaşdırılması (inteqrasiyası) mərhələsinə ötürülür.

Bu mərhələdə prosesin həyata keçirilməsi üçün yenidən elmi-tədqiqat işlərindən başlamaq lazımdır. Əlavə tədqiqat işlərinin aparılması texnoloji inkişaf baxımından təsdiqlənmiş təxirə salınmaz zəruri dəyişiklikləri və imkanları həyata keçirmək üçün lazımdır. Nəticəni ümumiləşdirərək komissiya üzvləri yaradılma proqramının mərhələsini təyin edirlər.

Sistemə uyğunlaşdırılma (inteqrasiya) mərhələsinin həyata keçirilməsi 3 əsas tələbin ödənilməsini zəruri edir. Bu tələblər yaradılma texnologiyasının səviyyəsi, texnoloji prosesin proqram təminatı və qanunvericiliyə uyğun maliyyələşdirmə şərtləridir. Bu mərhələdə tələb olunur ki, zəruri sistemli və təşkilatı şəkildə maliyyələşdirmə aparılsın.

Sistemli tədqiqat nəticəsində yaradılmış texnologiya birbaşa sənaye müəssisələrinə verilir, iş şəraitində yoxlanılır və istismara uyğun olması qiymətləndirilir. Nəticədə yaradılmış texnologiyanın sistemə uyğunlaşdırılması (inteqrasiyası), yararlılıq səviyyəsi təyin edilir, sənədləşdirilir və təsdiqləndikdən sonra növbəti mərhələyə hazırlanır.

Elmi-tədqiqat nəticəsində yaradılmış texnologiya bilavasitə istehsalda təsdiqlənməlidir. İş şəraitində yoxlanılmış və qiymətləndirilmiş texnologiyalar təbii şəraitdə istifadəyə yararlılığı üçün məmulatın sistemə inteqrasiyası nəzərə alınmalıdır. Texnologiyanın istifadəyə yararlı olması səviyyəsi elmi-tədqiqatın nəticəsində təyin edilir. Növbəti sistem inteqrasiyası mərhələsinə keçmək üçün ümumi qaydada təsdiqlənmiş proqram tələb olunur. Proqram çərçivəsində mərhələlərdə xüsusi təyinatlı məmulatın satın alınması və ya yeni məmulat kimi yaradılması müəyyənləşdirilir.

Proqram çərçivəsində komissiya xüsusi təyinatlı məmulatın satın alınmasını və yaradılmasının maliyyələşdirilməsini təsdiqləyir. Proqram rəhbəri tərəfindən əsas işçi proqram sənədləri hazırlanır. Sistemə uyğunlaşdırma (inteqrasiya etmə) mərhələsinin əsas məqsədi aşağıdakılardan ibarətdir:

- sistemin struktur quruluşunun möhkəmləndirilməsi;
- sistem və sistemaltı xüsusiyyətlərinin son variantda təyin edilməsi;

- prototiplərin və modellərin yaradılması və sistemin təkmilləşdirilməsi;

- sonrakı mərhələlər üçün maliyyə vəsaitinin təyin edilməsi;

- sistemin tələblərinə uyğun sənədlərin işlənilib hazırlanması.

İstehsal prosesi və xüsusi təyinatlı məmulatın nümayiş etdirilməsi mərhələsi xüsusi təyinatlı məmulatın seçilməsi, verilmiş tələbata uyğun olması, texniki tapşırıqın parametrlərinin təyin edilməsi üçün şəraitin yaradılması və məmulatın iş prinsipinə uyğun zəruri sənədlərin işlənilib hazırlanmasından ibarətdir. İstismar prosesi mərhələsində əsas məqsəd xüsusi təyinatlı məmulatın imkanlarının artırılması üçün kadr hazırlığı və istiqamətləndirilmiş iş şəraitinin yaradılmasından ibarətdir. Sonda istismardan çıxarılma mərhələsində məqsəd yaradılma siyasətinə uyğun şəraitdə ətraf mühitin tələblərini nəzərə alaraq silah və hərbi texnikanın sökülərək məhv edilməsi və ya yenisi ilə əvəz edilməsi kimi işlərin aparılmasından ibarətdir. Bu mərhələdə istismardan çıxarılan məmulatlar haqqında strateji plan konsepsiyası işlənilib hazırlanır. İstismardan çıxarılmış məmulatın ayrı-ayrı hissələri sökülərək utilizasiya edilir və ya əlavə istifadə üçün anbara təhvil verilir. Yaradılmanın inkişafının əsas sistemi müxtəlif kateqoriyalı hərbi proqram sənədlərinin həyata keçirilməsindən ibarətdir. Proqramlar müvafiq idarəedici qurumlar tərəfindən həyata keçirilir. Bu proqramlar qarşılıqlı əlaqə, zamanla təminat, idarəedici və texniki tələblər əsasında yaradılma siyasətinə uyğun aparılır. Milli təhlükəsizlik konsepsiyası tərkibində yaradılma proqramı daxilində, əsas sənədlərdə dəyişiklik etmək zərurəti yaranarsa, hərbi rəhbərlik uzun müddətli plan əsasında beynəlxalq təlimlərdən

silahlı qüvvələrin çıxarılması və iştirakı, sülhməramlı və humanitar əməliyyatlarda iştirakın, müxtəlif hərbi münafişələrin analizi və qiymətləndirilməsində, təlimlər keçirilməsindən imtina etmək, silahlı qüvvələrin müdafiə vəziyyəti haqqında illik hesabat hazırlamaq, planlaşdırma və proqramlaşdırma üçün rəhbər prinsipləri tərtib etmək və s. məsələlərin baxılması tələb olunur. Əgər hər hansı təhlükə aşkarlanarsa, təhlükə haqqında təklif hazırlanmalı və silahlı qüvvələrin baş komandanına və piyada qüvvələrinin baş qərargahının ümumi iclasına təqdim edilməlidir. Yaradılma sahəsində yeniləşdirmə qərarı varsa, yeni istismar tələbinə uyğun təklifin həyata keçirilməsi məqsədilə həmin təklif elmi-tədqiqat mərhələsinə baxılmaq üçün göndərilir. Yaradılmanın inkişafı vahid idarə etmə sistemi mərhələlərinin həyata keçirilməsi üçün aşağıdakılar zəruridir: ordunun tələbi təyin edildikdən sonra yaradılma haqqında olan sənədlər müdafiə nazirliyinin qurumları tərəfindən təsdiqlənməlidir; tələbatın elmi-tədqiqat mərhələsində istismar tələblərinin texniki parametrləri (texniki tapşırıq) təsdiqlənməlidir; maliyyə xərclərinin həcmi təyin edilməlidir; müvafiq qurumlar tərəfindən qərar verilməlidir.

Proqrama rəhbərlik edən şəxs yaradılma siyasətini analiz edərkən aşağıdakıları nəzərə almalıdır:

- xüsusi təyinatlı məmullatın hazırlanması mərhələləri üçün proqrama sərf olunan xərclərin qiymətləndirilməsi;

- ordunun tələbatına əsasən operativ tələbatla uyğun yaradılan məmullatın imkanları, istifadə sahələri və yaradılmanın təkmilləşdirilməsi haqqında məlumatlar;

- yaradılma proqramı sənədlərinə əsasən yekunlaşdırılmış tədbirlərin analizi, riski, qiymətləndirilməsi haqqında məlumatlar;

- məmullatın satın alınması strategiyasının təyin edilməsi

üçün gələcək planların və sənədləşdirmə məsələləri haqqında məlumatlar.

Maliyyə imkanları daxilində texniki rəhbərlik tərəfindən xüsusi təyinatlı məmullatın alınması strategiyası proqramı təyin edilir. Bu zaman sınaqlarda gözlənilən nailiyyəti əldə etmək üçün planlaşdırma, yaradılma, proqramla idarə etmə, elmi tədqiqatın ardıcılığının seçilməsi, məmullatın alınması üsulu, istehsala və istismara verilməsi və digər tədbirlər nəzərə alınmalıdır. Xüsusi təyinatlı məmullatın alınmasına tətbiq edilmiş strateji yanaşma üsulu sistemin inkişafı proqramında ayrıca bir mərhələnin həyata keçirilməsinə tətbiq oluna bilər. Seçilmiş müasir üsuldan mürəkkəb quruluşlu məmullatların proqram təminatında istifadə etmək olar.

Yaradılma sisteminin həyata keçirilməsi üçün yaradılma risklərinin qiymətləndirilməsi əsas seçilmiş kriteriyalardan biridir. Risklərin qiymətləndirilməsi hərbi silah növlərinə və razılaşdırılmış yaradılma siyasətinə uyğun aparılır. Xoşagəlməz nəticələri aradan qaldırmaq üçün risklərin idarə edilməsi bir qiymətləndirmə üsuludur və riskin dərəcəsi, yaradılma, seçim, rəhbərliyin imkanları kimi faktların nəzərə alınmasıdır.

Proqramın yerinə yetirilmə cədvəli, məmullatın qiyməti, texniki və texnoloji imkanları, proqram təminatının idarə edilməsi ilə yeni proqramlar arasında təhlükəsiz təchizat və gələcək monopoliya şəraitinin yaradılması ilə bağlı digər yaradılma proqramları və s. riskli sahələr qrupuna daxildir.

Yaradılma sahələrinin inkişafının sistemli konsepsiyasının əsas vəzifələrinə aşağıdakılar daxildir:

-yaradılma siyasəti daxilində inkişaf proqramı layihəsinin hazırlanması;

- layihə və proqramın idarə edilməsi;

- qiymət tariflərinin idarə edilməsi;
- müqavilələrin idarə edilməsi;
- proqram təminatı;
- standartlaşdırılmanın idarə edilməsi;
- keyfiyyətin idarə edilməsi; sınaqların aparılması və onların qiymətləndirilməsi;
- logistik proseslərin idarə edilməsi.

Yuxarıda göstərilən idarəetmə istiqamətlərinin hər birinin ayrı-ayrılıqda həyata keçirilməsi xüsusi elmi hazırlıq və məsuliyyət tələb edir.

Müasir yaradılma sisteminin qurulmasının əsas məqsədi milli ordumuzun keyfiyyətə üstünlüyünün və döyüş qabiliyyətinin yüksəldilməsindən ibarətdir. Silahlı qüvvələrin operativ döyüş imkanlarının, yüksək effektivli silahlarla və xüsusi texnika ilə təmin edilməsi təxirə salınmaz məsələlərdəndir. Yaradılmanın inkişaf proqramı çərçivəsində yeni, dəqiqləşdirilmiş elmi – tədqiqat və təcrübə konstruktor işləri haqqında yaradılma təklifləri həyata keçirilir. Yüksək effektivli silah və xüsusi texnikanın əsas inkişaf istiqamətləri aşağıdakılardır:

- proqnozlaşdırılmış xarici və daxili elmi, texniki və texnoloji nailiyyətlərə əsaslanaraq yüksək effektivli silah və texnikaların mühüm inkişaf istiqamətlərinin təmin edilməsi;
- yüksək effektivli silah və texnikaların ən müasir nümunələrinin əsas xarakteristikalarının, yaradılmasına sərf olunan təqribi zaman və xərclərinin təmin edilməsi;
- yüksək effektivli silah və xüsusi texnikaların inkişaf istiqamətində yarana biləcək mühüm elmi texniki problemlər istiqamətində təkliflərin hazırlanması.

Monoqrafiyada göstərilmiş tədbirlər planlı şəkildə dövlət proqramı çərçivəsində MSN-nin müəssisələri tərəfindən kompleks şəkildə müvəffəqiyyətlə aparılır. Yaradılma sisteminin inkişafı planlı şəkildə yaradılmış qabaqcıl elmi-texnikanın və texnologiyaların sayəsində həyata keçirilir. Hal-hazırda MSN-nin müəssisələrində müxtəlif şəraitlərdə qarşıya qoyulmuş döyüş tapşırıqlarını yüksək effektivliklə yerinə yetirə bilən sistemlər, komplekslər və digər silah nümunələri yaradılır və istehsal olunaraq sifarişçi qurumlara təhvil verilir. Nəticədə silahlı qüvvələrimiz qarşısında qoyulmuş istənilən məsələlərin həlli və düşməyə adekvat cavab vermək imkanları təmin edilir.

2.3. Xüsusi təyinatlı optoelektron cihazların hazırlanması

Azərbaycan Respublikası müdafiə təhlükəsizliyinin artırılması məqsədilə ordu silahlarının idarə edilməsi sisteminin inkişafı çərçivəsində müxtəlif mürəkkəb optik - elektron cihazların istehsalı texnologiyası işlənib hazırlanmış və təşkil edilmişdir. İlk dəfə olaraq ölkəmizdə müxtəlif növ optik detalların və torların istehsalı yaradılmışdır. Məhsulların optik parametrlərini mexaniki - iqlim sınağından əvvəl və sonra ölçməyə imkan verən xüsusi metodikalar işlənib hazırlanmışdır. Hazırlanmış optik cihazların bütün növləri silahlandırmaya qəbul edilib və istismar şərtləri nəzərə alınmaqla sifarişçilərin hərbi məmullatlar üçün qoyduğu tələblərə cavab verir. Müəyyən edilmişdir ki, istehsal olunan cihazlar optik parametrlərinə görə xarici nümunələrin mövcud müasir analoqlarından geri qalmır.

Məlumdur ki, ölkənin müdafiə qüdrətinin möhkəmləndirilməsi, ilk növbədə, ordunun silah idarəçiliyi sisteminin elmi

təşkilatçılıq fəaliyyətindən asılıdır. Azərbaycan Respublikasının Müdafiə Sənayesi Nazirliyində xüsusi təyinatlı optik-elektron cihazların işlənilib hazırlanması və təkmilləşdirilməsi mühüm istiqamətlərdən biridir.

Bununla əlaqədar xüsusi təyinatlı optik-elektron cihazların və sistemlərinin işlənməsi üzrə nəzəri və fundamental elmi-tədqiqat işləri geniş şəkildə aparılır [15-17].

2006-cı ildə ilk dəfə olaraq MSN nəzdində Optik-mexaniki İstehsalat Birliyi yaradıldı və cihazqayırma uğurla inkişaf etdirilməyə başladı. Fizika sahəsində ən yaxşı mütəxəssislər seçilməklə xüsusi müdafiə təyinatlı məhsulların hazırlanması və istehsalı üzrə işlərə start verildi.

Əsas məqsəd respublikamızın güc strukturlarının yaradılma tətbiq edilən optik nişangahlara, gecəgörmə və termal təsvir qurğularına və optik sistemlərə olan ehtiyacların təmin edilməsidir.

Optik-elektron cihazqayırma fizikanın müxtəlif bölmələrində - elektronika, optika, bərk cisim fizikası, həmçinin metal və şüşə dəqiq mexaniki emal sahəsində geniş və dərin biliklər tələb edən sənayenin elm tutumlu mürəkkəb sahəsidir.

Təsadüfi deyil ki, optik cihazqayırma məhdud istehsal sahəsi kimi, dünyanın inkişaf etmiş ölkələrində də xüsusi istehsal payına malikdir.

Bununla əlaqədar xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycanda ilk dəfə olaraq Müdafiə Nazirliyinin maraqları çərcivəsində mürəkkəb optik - elektron cihazların bütöv bir qammasının istehsalı təşkil edilmişdir.

Optik-elektron cihazqayırmanın yüksək səviyyəsi bir çox hallarda ölkənin müdafiə qabiliyyətini müəyyənləşdirir və real döyüş əməliyyatları şəraitində canlı qüvvədə və texnikada müm-

kün itkiləri minimuma endirir. Bunun sübutu ondan ibarətdir ki, xüsusi təyinatlı rəqabətə davamlı optik-elektron cihazların hazırlanması üçün optik istehsalın, elmi-istehsalat laboratoriyalarının və sınaq bazasının yaradılmasına və inkişafına çoxlu qüvvə sərf olundu ki, bu da bizə optik detalların şüşədən tez və keyfiyyətlə lazımi miqdarda hazırlanması üçün böyük istehsal imkanları verir və bunlar aşağıdakılardır:

- sferik və düz səthli linzalar, diametri 50 mm-ə qədər, səthlərin hazırlanma dəqiqliyi müasir interferometrlə nəzarət olunur;

- yapışdırılmış optik hissələr, yapışdırıcı ultrasəs bərkitmə texnologiyasından istifadə etməklə istehsal olunurdu ki, bu da mexaniki və iqlim amillərinin təsirinə qarşı yüksək dəqiqliyə malik olan qovşaqların hazırlanmasını təmin edir;

- düzbucaqlı, rombik, kubik, yapışdırılmış prizmalar hazırlanır;

- müxtəlif torlar və şkalaların 8 mikron ölçüləri olan elementləri pantoqrafda və ya fotolitoqrafik olaraq oyma üsulu ilə hazırlanır;

- spektrin görünən və yaxın İQ diapazonda istifadə etmək üçün vakuum və kimyəvi üsullarla aydınlaşdırıcı, güzgülü, qoruyucu şəffaf və interferensiya süzgəcləyici örtüklər çəkilmişdir. Örtüyün parametrlərinə müasir spektrofotometrin vasitəsilə etalonlarla nəzarət olunur.

Detaiların hazırlanması prosesində nəzarət olunan, həmçinin Metrologiya və kalibrlemə laboratoriyalarda və Texniki Nəzarət şöbəsində yoxlanılan optik detalların parametrlərinə qabarit ölçüləri (qalınlıq, diametr, uzunluq, en və s.), ayrilik radiusları, fokus məsafələri və fokuslama hissələri, prizmalar, pazlar və faskalar, səthlərin forma və təmizliyi, mərkəzləşdir-

mə, silindr şəkilli linzaları əmələ gətirən səthlərin qeyri – paralelliyi aiddir.

Bununla yanaşı, menecment sisteminə əsas tələblər hərbi məhsulların sifarişçinin taktiki-texniki tapşırığının tələblərinə və hərbi məhsulun həyat dövrünün bütün mərhələlərində müqavilənin şərtlərinə uyğunluğunun təmin edilməsinə yönəldilmiş tədqiqatlar, işlənmə, istehsal, tədarük, hərbi məhsulun istismarı, təmiri və utilizasiyası və bu işləri aparən təşkilatların keyfiyyəti standartlarla müəyyən edilir [16-21].

Biz, həmçinin, Rusiya, Türkiyə, Belarusiya, Rumıniya, Almaniya, İsrail və İran kimi ölkələrin aparıcı müəssisələri ilə elmi - tədqiqat işləri üzrə müzakirə və təcrübə mübadiləsi və optik nişangahların, gecə görmə cihazlarının və termal görüntü cihazlarının hazırlanması sahəsində sıx əməkdaşlığı davam etdiririk. Qısa müddət ərzində bir çox işləmələr yaradılmaya qəbul edilmiş, aşağıda adları çəkilən məmulatların seriyalı istehsalı təşkil edilmişdir:

- KN-A, KN-AW və RS-M markalı üç növ kollimator nişangah qırmızı nöqtəli, istənilən işıqlanma şəraitində atış zamanı hədəfə tuşlamaq üçün işlənilib hazırlanmış pulemyotlu atıcı silah: gündüz vaxtı, toranlıqda, gecə görmə cihazları ilə birgə istifadə edildikdə (gecə görmə eynəyi və ya A-100 növlü gecə görmə monokulyatorları ilə) [15].



Şəkil 2.2. Kollimator nişangahları

Müxtəlif şəraitdə hazırlanmış “göyərçin quyruğu” tipli istiqamətləndiricilər üçün “Picatini reyl MIL-STD 1913” nişangahlar lülə dəstəyinin yan hissəsinə və ya ayrıca oturacağı bərkidilir. Kollimator nişangahları bütün modifikasiyalı AK, G3, G36 avtomatlarında, FN pulemyotlarında, bütün modifikasiyalı M-16 tüfənglərində və iki növ nişangahı olan digər avtomatik atıcı silahlarda quraşdırılmışdır (Şəkil 2.2) . Kollimator nişangahların işlənilib hazırlanması zamanı biz kollimator nişangahların işlənməsi sahəsində dünya bazarında fəaliyyət göstərən aparıcı şirkətlər İsveç şirkəti "Aimpoint AB", Belarusiya firması "Belomo", Novosibirsk (Rusiya) OMZ müəssisəsi və digər firmalarla sıx əməkdaşlıq etmişik [22, 23].

- bizim hazırladığımız kollimator nişangahlarının iş prinsipi obyektivin iki lenzasının səthindən işıq şüasının əks olunmasına əsaslanır. Hər iki linza kollimator nişangahının uzunlaşmasına oxuna bir az bucaq altında əyilmiş vəziyyətdə yerləşdirilmişdir. 650 nm dalğa uzunluğunda şüa yayan işıq mənbəyi, göz üçün təhlükəsizdir və o korpusun daxili səthində okulyara yaxın quraşdırılmışdır. Obyektiv lenzaların ayrılma səthindən əks olunan işıq şüaları paraleldir və Paralaks hadisəsini tamamilə istisna edir. Lenzaların əyilməsi obyektivin kənar tərəfində yaxşı görünür. Gövdənin kənarı və lenzaların yerləşdirildiyi boru alüminiumdan hazırlanır və möhkəm örtüklərlə qorunur. Lenzalar işığın buraxılmasını artıran çoxsaylı örtüyə malikdir. Optik sxem təsvirin böyüdülməsini nəzərdə tutmur, kollimator nişangahlı silahdan 100 m-ə qədər məsafəyə atəş açır, hədəfdə qırmızı nöqtənin şaquli və üfüqi vəziyyətdə iki ayrı diyircəklə tənzimlənməsi nəzərdə tutulur. Bizim işləmələrimiz-nişangahlar hermetikdir və onun optik parametrləri dünya miqyasında mövcud olan Rusiya, Belarus, İsveç, İsrail, Almaniya və s. kimi ölkələrin analoji nümunələrinin optik parametrlərindən geri qalmır [22,23];



Şəkil 2.3. Qumbaraatanın teleskopik nişangahı və A-100 monokulyarı.

- PQQ-7V3 qumbara-atanları üçün nəzərdə tutulmuş QON - 1 teleskopik nişangahı əl qumbaraatan-larını hədəfə gətirmək, 5 müxtəlif döyüş sursatından istifadə etməklə hədəfə atəş açmaq və döyüş sahəsinə nəzarət etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. (Şəkil 2.3) Hazırlanmış yeni nişangah toru standart hədəflərə qədər məsafəni ölçməyə, müxtəlif döyüş sursatlarının ballistikasını nəzərə almağa, həmçinin hədəf xəttinin vəziyyətinə yan düzəlişlər etməyə imkan verir. Hermetik korpus temperaturun kəskin dəyişməsi zamanı optik linzaların tərləməsinin qarşısını almaq üçün quru azot qazı ilə doldurulmuşdur. Xüsusi qurğunun köməyi ilə gecə görmə cihazı-monokulyar A-100 nişangaha quraşdırılmışdır ki, bu da gecə vaxtı nişangahdan istifadə etməyə imkan verir:

- hədəfin təbii uzaq nöqtələri olmadığı və məhdudiyətli görünmə şəraitində horizontal nişanalma üçün nəzərdə tutulmuş K-1 top kollimatoru işlənilib hazırlanmış və təkmilləşdirilmişdir: gecə, dumanda, döyüş mövqeyinin tüstülənməsində, silah qapalı mövqelərdə yerləşdirildikdə, MPM-44M minomyotunun optik toru ilə üst-üstə salınır (Şəkil 2.4) ;



Şəkil 2.4. K-1 top kollimatoru

-mınaatanın optik nişangahı MPM-44M qapalı mövqelərdən atəş açarkən mınaatanı yönəltmək üçün lazımdır. Nişangah bucaq ölçən mexanizm ilə və kobud, eyni zamanda dəqiq dərəcələnməmiş hündürlük bucaq mexanizmi ilə təchiz edilmişdir. Mınaatanın gövdəsinin hədəfə üfqi yönəldilməsi üçün iki, şaquli yönəldilməsi üçün isə bir nişanlama səviyyəsi var (Şəkil 2.5).



Şəkil 2.5. Mınaatanın optik nişangahı MPM- 44M

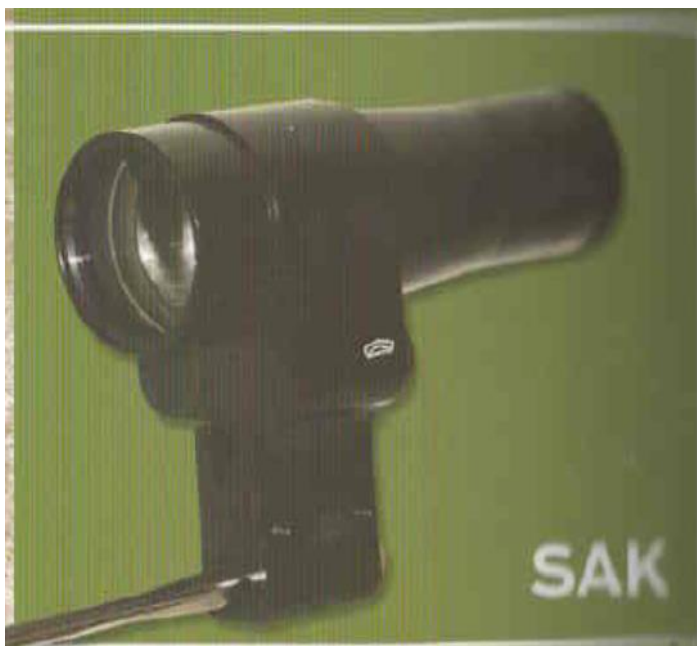
Sutkanın qaranlıq vaxtında işləmək üçün nişangah torunun və nişanlanma mexanizmlərinin şkalası üçün işıqlandırma sisteminin yeni variantları işlənilib hazırlanmışdır. Uzaq məsafədə təbii hədəf nöqtələri olmadıqda nişangahın hədəfə istiqamətləndirilməsi üçün K-1 silah kollimatoru ilə komplektləşdirilmiş nişangah istifadə edilə bilər. Hədəf toru kollimatorla işləmək üçün xüsusi şkalaya malikdir.



Şəkil 2.6. CTOH (4-14) və CTOH (6-24)x50 markalı iki növ müasir teleskopik snayper nişangahları

Hal-hazırda MSN-da (Optik-mexaniki İstehsalat Birliyi) dəyişən böyüdücüyə malik CTOH (4-14) və CTOH (6-24)x50 markalı iki növ müasir teleskopik snayper nişangahları işlənmişdir (Şəkil 2.6). Dəyişən əmsallı böyüdücülüyə malik nişangahlar potensial olaraq qatı qaranlıq təəssüratı yaradır, ona görə də onların istehsalı üçün daha keyfiyyətli linzalar tələb olunur, lakin bu cür nişangahlar daha universaldır, belə ki, onlar görmə sahəsini dəyişməyə imkan verir, açılış bucağı böyütmə əmsalı ilə tərs mütənasibdir: böyütmə nə qədər çox olursa, baxış sahəsi bir o qədər kiçik olacaqdır. Bu nişangahlar snayper tüfəngləri üçün MSN müəssisələrində yaradılmış "İstiqlal", "Gürzə" və s. markalı silahlarda modernləşdirilmişdir. Nişangahlar mexaniki-iqlim sınaqlarının nəticələrinə görə, yəni etibarlılıq və möhkəmliyə görə onlara qoyulan tələbləri təmin edir. Bu nişangahlar optik parametrlərinə görə

mövcud müasir xarici nümunələrdən heç də geri qalmır [24, 25];



Şəkil 2.7. SAK tipli optik kollimator

- soyuq atəş SAK tipli optik kollimator silahda quraşdırılan optik və optik elektron nişangahların, ştat mexaniki nişangah əlavələrinin, həmçinin yürüشلərdən sonra silahlarda nişangahların, döyüşdə olmadan uzun müddətli saxlanmadan sonra nişangahların atəş açmadan yoxlanılması üçün işlənmişdir (Şəkil 2.7). Soyuq atəş optik kollimatorun istifadəsi əhəmiyyətli dərəcədə sursata qənaət etməyə imkan verir. Bizim tərəfimizdən mövcud analoqlarla müqayisədə kollimatorun istifadəsinin dəqiqliyini və rahatlığını artıran yeni, görünüşcə dəyişdirilmiş gövdə və lülə içliyi işlənmişdir;



Şəkil 2.8. Kompaslı prizmatik durbin

- geniş spektrli tətbiqlər və həmçinin müxtəlif döyüş məsələlərinin həlli üçün nəzərdə tutulmuş 7x42 və 10x40 kompaslı prizmatik durbinlər işlənib hazırlanmışdır. (Şəkil 2.8) Durbin uzaq obyektlərin istiqamətini, nümunəvi bucaq ölçülərini, maqnit sahələrini ölçmək, müşahidə aparmaq və atışların idarə edilməsi məqsədilə taktiki əməliyyatların aparılması üçün etibarlı və rahat müşahidə vasitəsidir. Rahat kəsilmiş korpus durbini əldə etibarlı saxlamağa imkan verir və onu zərbələrdən qoruyur. Durbin hermetikliyə dair xüsusi tələbləri nəzərə alınmaqla işlənib hazırlanmışdır ki, bu da onun yüksək nəmlik şəraitində istismarına imkan verir. Aydınlaşdırılmış optika obyektlərə əyani və rahat şəkildə nəzarət etmək imkanını təmin edir;

- gecəgörmə cihazı monokulyar A - 100 hüquq-mühafizə orqanlarında, ordunun xüsusi bölmələrində və digər güc strukturlarında gündüz və gecə vaxtı [15] işə kollimator nişangahları

ilə birlikdə müşahidə və hədəfləmədə istifadə etmək üçündür (Şəkil 2.9). Plastik materialdan (poliamiddən) təkmilləşdirilmiş parametrlı və praktiki istifadə üçün rahat olan gecəgörmə cihazları hazırlanmışdır. Məmulatlarda "FOTONİS" firmasının istehsalı olan 2+ və ya 3-cü nəsil elektron-optik çeviriciləri tətbiq olunmuşdur.



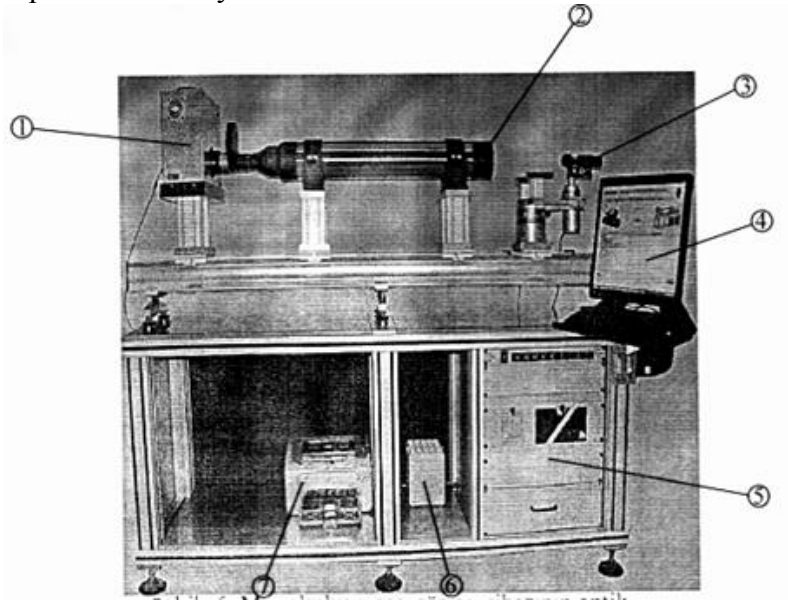
Şəkil 2.9. Gecəgörmə cihazı monokulyar A - 100

Hər bir məhsul üçün mexaniki - iqlim sınaqlarından əvvəl və sonra optik parametrləri ölçməyə və nəzarət etməyə imkan verən xüsusi ölçü stendləri yaradılmışdır: obyektivin fokus məsafəsi, mm; görünüşün böyüdülməsi, dəfə; bucaq görünüşü, bucaq dərəcə; dioptriyalı qəbulu üçündür, linzanın optik qüvvəsi (Dptr); göz bəbəyinin (diafraqma) giriş diametri, mm; giriş diafraqmanın çıxarılması, mm; uzlaşma addımı, sürüşmə bucağı (MOA); nişangətirmə işarəsi və torunun parlaqlıq dərəcələrinin sayı; nişangətirmə işarəsinin görünən ölçüsü, bucaq ölçüsü, min; üfüqi və şaquli istiqamətlərdə

uzlaşma diapazonu, bucaq dərəcəsi; 2⁺ və ya 3-cü nəsil elektron-optik çeviricilərin (EOÇ) parametrlərinin monitorinqi; səviyyəsi qiymət bölgüsü, min; qabarıt ölçüləri, mm; kütlə, kq.

Monokulyar optik gecəgörmə cihazının optik parametrlərinin ölçülməsi kompüterlə proqramlaşdırılmış xüsusi hazırlanmış standart qurğu vasitəsi ilə aparılır (Şəkil 2.10).

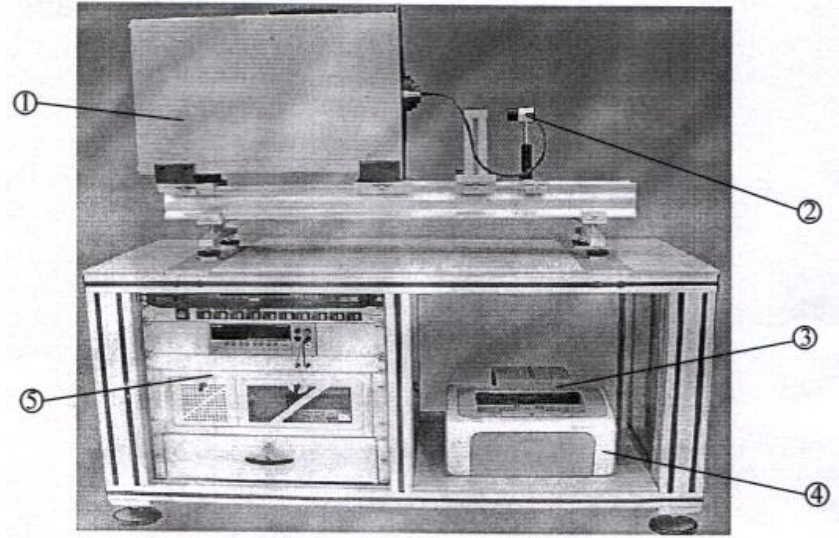
Bu qurğunun köməyi ilə gecə görmə cihazının işləmə rejiminə, yaxına və uzaq məsəfəyə fokuslamaya nəzarət, onun dioptriyası, ayırdetmə qabiliyyəti, böyütmə və görüş bucağı kimi parametrləri təyin edilə bilər.



Şəkil 2.10. Monokulyar gecəgörmə cihazının optik parametrlərinin ölçülməsi üçün yaradılmış qurğu

- 1-ışıq mənbəyi; 2- kollimator; 3- proqramlaşdırılmış test cihazı;
4 –monitor; 5- xüsusi kompüter; 6- düzləndirici;
7-çap cihazı.

Gecə görmə cihazlarında parlaqlıq dərəcəsini (gücünü) təyin etmək üçün yaradılmış qurğu isə şəkil 2.11-də göstərilmişdir:



Şəkil 2.11. Monokulyar gecəgörmə cihazının parlaqlıq səviyyəsini təyin edən qurğu

1-ışıq gücləndirici mənbə; 2 – xarici sensor; 3- elektrik düzləndiricisi; 4-lazer çap cihazı; 5-xüsusi kompüter.

Sonda alınmış nəticələr xüsusi programlaşdırılmış kompüter vasitəsi ilə qeyd edilir və çap olunaraq çıxarılır. Alınmış parametrlərin qoyulmuş tələblərə uyğunluğu müqayisə olunur. İstehsal olunmuş cihazlar mexaniki və iqlim (yüksək və aşağı temperatur, rütubət, yağış, zərb, titrəmə, yüksəklik, suya batırma, temperatur dəyişkənliyi, toz və s.) sınaqlarına qarşı test olunur və sifarişçiyə təhvil verilir. Aparılmış elmi - tədqiqat işlərinin nəticəsi olaraq istehsal prosesində edilmiş dəyişikliklər həm optik parametrlərin, həm də fiziki və konstruktiv göstəricilərin yaxşılaşdırılmasına səbəb olmuşdur.

Əlavə olaraq gövdə və digər hissələrin poliamid materialdan təzyiqlə altında tökülməsi, monokulyarı praktiki olaraq istifadə üçün yüngül və bərklik nöqtəyi nəzərdən etibarlı etmişdir.

Məhsulların etibarlılığı nişangahların silahla birlikdə istismarını nəzərə almaqla sifarişçinin qoyduğu tələbləri ödəyir.

Yalnız gecə və gündüz görmə cihazlarının parametrlərinin təyin edilməsi laboratoriyası deyil, həmçinin Azərbaycan Respublikası Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin elmi-texniki bazasının daha da uğurla inkişaf etdirilməsi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edən iqlim və mexaniki sınaqlar laboratoriyaları yaradılmışdır ki, bu da öz növbəsində müdafiə sənayesinin daha sürətli inkişafını təmin edən yeni strategiyaları müəyyən edir.

Hal-hazırda Milli Aviasiya Akademiyasının Elm İstehsalat Birliyinin tabeliyində olan “Texno-ritm” Mərkəzində bir çox elektron-optik cihazların və müxtəlif təyinatlı dronların istehsalı prosesi mənimsənilmişdir. Müdafiə Nazirliyinin tələbatına uyğun olaraq, bu məmulatlar istehsal olunaraq Müdafiə Nazirliyinin müvafiq qurumlarına müqavilələr əsasında təhvil verilir. İstehsal olunan məmulatlar onlara qarşı qoyulmuş tələblərə uyğundur və bu növ analoji məmulatlarla müqayisədə bir çox parametrləri üstünlüyə malikdir. “Texno-ritm” Mərkəzində mexaniki klimatik sınaqların aparılması üçün və Metrologiya və kalibrləmə laboratoriyaları yaradılmaqdadır.

III FƏSİL. KALİBRLƏMƏ VƏ ÖLÇÜ ALƏTLƏRİ

3.1. Kalibrasiya nəzəriyyəsi

Kalibrlemə

- Kalibrlemə müəyyən şərtlər altında ölçmə cihazı tərəfindən göstərilən dəyərlər və ya maddi meyar, və ya istinad materialı ilə verilən dəyərlərlə ölçmə standartları tərəfindən yerinə yetirilən müvafiq dəyərlər arasında əlaqə quran bir sıra əməliyyatlar kimi müəyyən edilir.
- Bu anlayış türk terminologiyasında nadir hallarda etalonaj kimi də ifadə edilir.
- Başqa sözlə, kalibrlemə ölçmə üçün istifadə olunan cihaz və ya etalon tərəfindən göstərilən qiymətlə onun göstərməli olduğu qiymət arasındakı fərqin müəyyən edilməsidir.
- Kalibrlemə bütün alətlər üçün vacibdir və aləti məlum standartla uyğun yoxlamaq deməkdir. Kalibrlemə müəyyən bir cihazın kalibrlemə cihazından daha yüksək dəqiqliklə əsas standart, ikinci dərəcəli standart və ya digər standartla müqayisəsi prosesidir.
- Metrologiyada istifadə olunan kalibrlemə termini alətin tənzimlənməsinə aid olan sənaye prosesi ilə qarışdırılmamalıdır. Metroloji mənada kalibrlemə standartlarla müqayisə prosesidir və bu müqayisə nəticəsində alınan nəticələrin qiymətləndirilməsi yoxlama mənasını vermir.
- Kalibrlemədən alınan nəticələr kəmiyyətin ölçülmüş qiymətlərinin indikatora ekvivalentləri müəyyənləşdirməyə və ya indikator üçün düzəlişləri müəyyənləşdirməyə imkan verir. Kalibrlemə nəticələri bəzən kalibrlemə, bəzən kalibrlemə hesabatı adlanan sənədlərdə qeyd olunur.

Temperatur ölçü alətləri

- Temperatur ən çox ölçülən və istifadə olunan mühəndislik göstəricisidir. Biz temperaturu atom və molekulyar hərəkətlərin

kinetik enerjisinin makro dünyaya əks olunmasının ölçülməsi kimi təyin edə bilərik.

■ Əsasən iki temperatur şkalası istifadə olunur.

Selsi (1701-1744) tərəfindən müəyyən edilən sistemdə 1 atmosfer (1,01325 bar) təzyiqdə suyun qaynama nöqtəsi 0 və donma nöqtəsi 100 olaraq təyin olundu, sonra bu şkala tərsinə çevrilmiş, suyun atmosferdə donma nöqtəsi 0-a və qaynama nöqtəsi 100-ə dəyişdirildi. Bu ölçmə sistemi indi dərəcə Selsi (C) adlanır.

Farenqeyt şkalası

Farenqeyt –1724-cü ildə alman fiziki Daniel Qabriel Farenqeyt (1686-1736) tərəfindən irəli sürülmüş istilik ölçü vahididir. XX əsrin 60-70-ci illərinə qədər ingilisdilli ölkələrdə geniş istifadə edilsə də, sonradan Selsi şkalasının populyarlıq qazanması ilə istifadədən çıxmışdır. Hazırda yalnız ABŞ, Beliz və Kayman adalarında geniş istifadə edilir.

Farenqeyt şkalasına görə normal atmosfer təzyiqində suyun donma temperaturu $+32^{\circ}\text{F}$, qaynama temperaturu isə $+212^{\circ}\text{F}$ təşkil edir. Farenqeyt şkalası üzrə 1 dərəcə bu iki temperatur göstəricisi arasındakı fərqin $1/180$ -ə bərabərdir.

■ Beynəlxalq əsas standartlarda temperaturun ölçü vahidi Kelvin dərəcəsidir, lakin xüsusilə temperatur fərqlərini təyin edərkən Selsi dərəcələrindən də istifadə olunur.

■ Mühəndislik tətbiqlərində temperatur ölçmələri atomların və molekulların kinetik enerjisinin sıfır olduğu nöqtəyə əsaslanır və bu nöqtənin Selsi şkalasında qiyməti $-273,15$ -dir.

■ Beynəlxalq Əsas Standartlarda temperatur vahidi Kelvindir, lakin, xüsusilə də, temperatur fərqlərini bildirərkən Selsi də istifadə olunur.

■ Müasir mühəndislikdə dəqiq temperatur ölçmələrini yerinə yetirə bilmək üçün standartlara ehtiyacımız vardır. Bu standart istinad temperaturları 1990-cı il beynəlxalq temperatur şkalasında (ITS-90) müəyyən edilmişdir. Bu standartda əsasən

müxtəlif maddələrin üçlü nöqtələri (eyni vaxtda maddənin həm bərk, həm maye, həm də qaz halının mövcud olduğu nöqtələr) və ya atmosferdə ikili nöqtələri (eyni vaxtda bərk və maye halının mövcud olduğu nöqtələr) müəyyən edilir.

■ Bu şkalalar dəqiq və təkrarlana bilən temperatur ölçmələrinə imkan vermək və ölçülmüş temperatura uyğun olan termodinamik temperatura mümkün qədər yaxın temperaturu hesablamaq üçün yaradılmışdır.

Temperaturun ölçülməsi üçün istifadə olunan əsas üsullar bunlardır:

1. Şüşədə maye və qaz termometrləri
2. Bimetallik termometrlər
3. Elektrik müqavimət termometrləri
4. Termoelektrik termometrlər (termocütlər)
5. Radiasiya termometrləri

■ Şüşə içərisində maye və qaz termometrləri

Şüşədəki mayelərdən istifadə etməklə temperaturun ölçülməsi ən qədim texnikadır. Bu termometrlər mayenin saxlandığı qabdan və tamamilə təzyiqsizləşdirilmiş mikroskopik borudan ibarətdir. Mikroskopik borudakı mayenin səviyyəsi temperatur dəyişdikcə xətti olaraq dəyişir.

■ Bimetal termometrlər

Bimetal termometrlər müxtəlif metalların fərqli istilik genişlənməsinə malik olması prinsipinə əsaslanır. Bir-birinə yapışdırılmış iki müxtəlif metal fərqli istilik genişlənməsi səbəbindən temperaturdan asılı olaraq əyilir. Temperaturun funksiyası olan bu tendensiyanın ölçülməsi bizə temperaturu verir.

■ Elektrik müqavimət termometrləri

■ Elektrik müqavimətinə görə termometrləri iki əsas qrupa bölmək olar. Birincisi, müqavimətin temperatur sensorları (RTD), ikincisi, isə termistorlardır. RTD üsulu metalların müqavimətinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsinə əsaslanır və təmiz metallar üçün bu dəyişmə yaxşı məlumdur. Termistorlar (istiliyə həssas rezistorlar) isə keramikadan hazırlanan yarımkeçirici materiallardır.

■ Termoelektrik termometrlər (termocütlər)

Termoelektrik termometrlər adətən termocütlər adlanır və ən çox istifadə olunan temperatur ölçmə üsuludur. Termocüt, iki fərqli materialdan hazırlanmış məftillərin vahid nöqtədə birləşməsinə əsaslanır. Alman fiziki Tomas Johan Zeybek (1770-1831) kəşf etdi ki, bu iki naqilin birləşmə nöqtələri müxtəlif temperaturlu bir mühitə yerləşdirildikdə naqildən cərəyan keçir. Bu fenomen Zeybek effekti adlanır. Əgər naqillərin bir ucu standart nəzarət nöqtəsində (məsələn, su və buz qarışığında) yerləşdirsə, onda dövrənin gərginliyi termocüt naqil üçün temperaturun funksiyası (birbaşa asılı) olacaqdır.

■ Radiasiya termometrləri

Radiasiya bir cismin səthindən elektromaqnit dalğalarının yayılmasıdır. Deyə bilərik ki, şüalanma həm dalğa, həm də korpuskulyar xüsusiyyətlərə malikdir. Radiasiya mənbəyinin yaydığı enerji səthin dalğa uzunluğundan, səthin xüsusiyyətlərindən və temperaturdan asılıdır.

■ Təzyiq ölçmə alətləri

■ Təzyiq vahid səth sahəsinə düşən qüvvə kimi müəyyən edilir. Yaşadığımız mühit yerin səthidir. Atmosfer qalın bir qaz təbəqəsi olduğu üçün təmasda olduğu səthlərə müəyyən təzyiq göstərir. Buna görə təzyiqi ya mütləq qiymət kimi, ya da atmosfer təzyiqinə nəzərən ölçürük. Ümumi təzyiqin qiymətinə

mütləq təzyiq deyilir . Manometrlə atmosfer təzyiqinə nəzərən ölçdüyümüz təzyiqə isə alət təzyiqi (ölçmə təzyiq) deyilir.

■ Mütləq təzyiq = Alət təzyiqi + Atmosfer təzyiqi

■ Standart atmosfer təzyiqi 101, 325 kPa-dır. Həssas ölçmələrdə bu dəyər atmosfer təzyiqi kimi istifadə edilə bilər.

■ Əlbəttə, mütləq təzyiqi ölçmək üçün atmosfer təzyiqini də ölçmək lazımdır. Atmosfer təzyiqini ölçdüyümüz cihazlara ümumi olaraq barometrlər, atmosferə nəzərən sistem təzyiqini ölçdüyümüz alətlərə isə manometrlər deyilir.

□ Nisbi rütubət ölçmə alətləri

■ Nisbi rütubətin ölçülməsində ən çox istifadə edilən üsul yaş və quru termometrlərin temperaturunu təyin edərək bu qiymətdən istifadə etməklə enerji balansından rütubətin miqdarını hesablamaqdır. Bu üsul hava-su qarışığının (nəmli hava) ilkin temperaturunun ölçülməsinə, daha sonra rütubəti 100%-ə (buxarlanma vəziyyəti) çatdırmaq üçün onu çox uzun su hovuzundan keçirməyə əsaslanır.

- Rütubətin ölçülməsinin əsas üsulları bunlardır:

1. Şeh nöqtəsi ölçən.
2. Müqavimət sensoru, empedans nəmlik ölçən (hiqrometr).
3. Mexaniki hiqrometr.
4. Alüminium oksid keramika sensorları.
5. Maye, quru otaq hiqrometri.

■ Şeh nöqtəsi ölçən

Şeh nöqtəsi ölçən cihaz “optik detektə ilə soyudulmuş güzgü” texnikasından istifadə edərək ölçmələr aparır. Kondensasiya güzgüsündə optik detektə ilə aparılan ölçmələrdə hər hansı qazın şeh və ya donma nöqtəsinin temperaturu ölçülür.

■ Empedans və müqavimət sensorlu rütubət ölçən (hiqrometr)

Bu tip sensorlar su molekullarını udan və bunu elektrik dəyişikliyi kimi qəbul edən su saxlayan (hiqroskopik) materiallardan hazırlanır. Bir qayda olaraq, bu tip sensorlar 100% nisbi rütubətdə zədələnmir, lakin kalibrləmə nəticələri dəyişə bilər. Empedans sensorları şəh nöqtəsindən çox, nisbi rütubəti təyin etmək üçün daha əlverişlidir. Yüksək nisbi rütubət hallarında daha dəqiqdirlər. Bununla belə, onlar kondensasiyaya dözmürlər və zədələnmə bilərlər.

■ Mexaniki rütubət ölçüsü

Mexaniki rütubətölçənlər konstruksiyasında nəzərdə tutulan genişlənmə və ya yığılan üzvi materiallardan istifadə edərək ölçmə aparır. Həssas element qismində insan saç, tekstil və ya plastik ola bilər. Uzunluğun dəyişməsinin amplitudu qrafikdən təyin edilir. Bu tip cihazlar ucuzdur, elektrik enerjisi və akkumulyator tələb etmir və davamlı qeyd aparıldıqda saxlamaq asandır. Lakin rütubətin dəyişməsinə nisbətən gec aşkar edir, histerezis müşahidə olunur və onlar daşınma zamanı asanlıqla xarabə ola bilərlər. Bu səbəblərə görə kalibrləmə və izləmə üçün uyğun deyil.

■ Alüminium oksid, keramika sensorları

Sensorun aktiv elementi alüminium oksid, başqa metalların oksidləri və ya silikon əsasında hazırlanır. Bu tip sensorlar su buxarının təzyiqini aşkar edir. Başqa sözlə, sensor empedansının qiyməti su buxarının təzyiqinin qiyməti ilə əlaqəlidir. Bu sensorlar, ümumiyyətlə, kondensasiyaya davamlıdırlar və geniş ölçmə diapazonuna malikdirlər. Ancaq çox aşağı rütubət ölçmələrində gec sabitləşir və sürüşməyə meyillidir. Onlar yüksək temperatur və yüksək rütubət ölçmələrində istifadə edilərsə, kalibrləmə qiymətlərində dəyişiklik baş verə bilər.

■ Yaş və quru kameralı rütubətölçən

Yaş və quru kameralı rütubətölçənlər iki eyni termometrdən və hava axınıni təmin edən ventilyatordan ibarətdir. Quru kameralada havanın temperaturu hava ilə birbaşa təmasda olan termometr ilə ölçülür. Bu termometr xarici şualardan (günəş işığı, lampa və s.) və rütubətdən qorunur. Termometrin digər sensoru (civə kamerası) daimi nəmlik təmin edən fitillə (pambıq parça ilə) əhatə olunub. Yaş termometr yuxarıda yerləşən pərlərin fırlanması ilə soyudulur. Yaş kamerasının temperaturu ventilyatorun soyudulmasından əldə edilən temperaturdur. Nisbi rütubətin qiyməti yaş termometrin göstərdiyi temperaturdan və quru ətraf mühitin normal temperaturunu göstərən termometrin temperaturundan istifadə etməklə əldə edilir.

Uzunluq ölçmə alətləri:

■ Kalibrəmə bloku və interferometrik uzunluq ölçmələri.

İnterferometrik metodda materialların uzunluğu beynəlxalq səviyyədə tanınmış dalğa uzunluğu standartları ilə birbaşa müqayisə yolu ilə müəyyən edilir. Bu proses BIPM tərəfindən dərc edilmiş rəhbər sənədə uyğun olaraq uzunluğun qiymətini vizuallaşdırma metodundan istifadə edərək (beynəlxalq vahidlər sistemində göstərildiyi kimi) ölçməyə imkan verir. İnterferometrik metoddan istifadə edərək, detaldan keçən lazerin dalğa uzunluqlarını hesablamaqla və hissələri interpolasiya etməklə metrdən nanometrə qədər geniş ölçü diapazonunda çox həssas ölçmələr aparmaq olar. Uzunluq ölçmə bloklarının kalibrənməsi interferometrik üsulla da həyata keçirilə bilər.

■ Bucaq ölçmələri

Beynəlxalq vahidlər sistemində bucaq ölçü vahidi radiandır. 1 radian — qövsünün uzunluğu radiusa bərabər olan mərkəzi bucaqdır.

Sənayedə bucaq vahidi kimi dərəcələrdən ($^{\circ}$) də istifadə olunur. Bir dairəni 360-a bölmək yolu ilə əldə edilir, bir dərəcə 2TT radiandır. Bir dərəcə 60 dəqiqəyə ($'$) və bir dəqiqə 60 saniyəyə ($''$) bərabərdir.

■ Bucaq ölçənlər:

Bucaq üçün bir səviyyəli standart yoxdur. Bucaq vahidinin seçilməsi bütün dairəni mümkün qədər çox hissəyə bölmək yolu ilə əldə edilir. Bu proses özünükalibrəlmə üsulu ilə həyata keçirilir. Özünükalibrəlmə üsulları üçün avadanlıqlar aşağıdakılardır: bucaq ölçü qurğuları, bucaq ölçmə masası, kiçik bucaq kənaraxıxmalarını ölçə bilən avtokollimator (Şəkil 3.1 və 3.2).



Şəkil 3.1. Avtokollimator cihazı



Şəkil 3.2. Sinus çubuğu

■ **Kobud səthlərin (cilalanmamış səthlərin) ölçülməsi.**

Səthin başqa bir səthə hopa bilmə (yapışma) qabiliyyəti detalların mexaniki və fiziki xüsusiyyətlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Detailın səthinə istənilən hopma (yapışma) müvafiq istehsal prosesinin seçilməsi və tətbiqi ilə əldə edilir. Bu yolla istehsalçı uyğun istehsal üsulunu seçərək sürtünmə, aşınma, sızdırmazlıq, metal sıxlığı, səthə yapışma, elektrik və istilik təması kimi xüsusiyyətləri və hətta parıltı kimi optik xüsusiyyətləri idarə edə bilər. Kobud səthlərin ölçülməsi kontakt ölçmə cihazları ilə aparıla bilər və bu cihazlarla bütün səth kobudluq parametrləri təyin edilə bilər.

Vaxt və tezlik ölçü alətləri.

■ Yeddi əsas SI vahidindən biri, 10^{-13} - 10^{-14} dəqiqliyi ilə ölçülə bilən ən dəqiq vahiddir. Bu səbəbdən digər vahidlərin ölçmə dəqiqliyini artırmaq üçün vaxt və tezlik ölçmələrindən istifadə edilir.

■ Bu gün Koordinasiya edilmiş Universal Saati (UTC) adı altında yaradılmış vaxt şkalası ümumiyyətlə Universal Saati (UT1) və Beynəlxalq Atom Saati (TAI) şkalalarını birləşdirməklə həyata keçirilir. UT1 Yerin fırlanma vaxtından asılıdır və Beynəlxalq Yer Fırlanma Xidməti (IERS) tərəfindən dünya rəsədxanalarının töhfələri ilə yaradılmışdır. TAI isə atom saatlarına əsaslanır və Beynəlxalq Ölçülər və Çəkilər Bürosu (BIPM) tərəfindən TAI Club üzvü olan metrologiya mərkəzlərinin istinad saatlarının töhfələri ilə yaradılır.

□ **Zaman və tezlik ölçü alətləri**

■ Zamanı və yeri (məkanı) müəyyən etmək üçün yer ətrafında 6 müxtəlif orbitlərdə dövr edən cəmi 24 GPS peyk vardır . Bu peyklərdəki atom saatları Amerika Birləşmiş Ştatları Dəniz Rəsədxanasının (USNO) xüsusi stansiyasından göndərilən zaman siqnalları ilə sinxron işləyir və daimi olaraq yerə zaman siqnalları göndərir. TAI klub üzvlərinin vaxt və tezlik laboratoriyası peyk qəbuledicisi ilə əldə edilən siqnallardan istifadə edərək peyk saatları ilə etalon saatlar arasındakı vaxt fərqlərini davamlı olaraq ölçür.

□ **Optik ölçü alətləri**

■ Radiometrik ölçmələr elektromaqnit spektrində rentgen şüaları və radio dalğaları arasındakı diapazonu düşür və 106 -1 nm dalğa uzunluğu diapazonunda ölçmələri əhatə edir.

■ Laboratoriya səviyyəsində əsas etalon olaraq elektrik əvəzetmə üsulu ilə işləyən aşağıtemperaturlu heliumla soyudulmuş radiometr sistemidir (Crayogenic, Radiox). Bu ölçmə sistemi 1mVt-a qədər lazer mənbələrinin mütləq optik gücünü ölçə bilər.

■ Ağ işığın intensivliyinin və işıqlandırma enerjisinin ölçülməsi fotometrik ölçmələrə daxildir. Bu bölmədə aparılan bütün ölçmələr elektromaqnit dalğaları spektrinin insan gözü tərə-

findən aşkarlana bilən diapazonunda aparılır. Odur ki, fotometrik ölçmələr 380-780 nm dalğa uzunluğu diapazonu ilə məhdudlaşır.

■ Beynəlxalq fotometrik ölçmələrdə harmoniyanı təmin etmək üçün insan gözünün orta həssaslığı 1924-cü ildə Beynəlxalq İşıqlandırma Komitəsi tərəfindən müəyyən edilmiş və “gözün fotohəssaslığı” adlandırılmışdır. Gözün rənglərə qarşı həssaslığı işıqlanma səviyyələrinə görə (xüsusilə də qaranlıqda) dəyişə bildiyinə görə CIE bu vəziyyət üçün “skotopik göz həssaslığı” xüsusiyyətini də standartlaşdırmışdır.

■ Fotometriya şöbəsinin laboratoriyalarında işıq mənbələrinin (közərmə, halogen, İYD, flüoressent və s.) xüsusiyyətlərini təyin etmək üçün ölçmələr aparılır. SI əsas ölçü vahidlərindən biri olan işıq şiddətinin vahidi kandela, 1979-cu ildəki son tərifə əsaslanaraq detektor əsaslı (filtr-radiometr) ölçmə metoduna uyğun olaraq həyata keçirilmişdir. Işıq şiddəti məlum olduğu üçün fotometriyanın digər parametrləri olan parlaqlıq səviyyəsini (lüks) və parlaqlığı (cd/m^2) standart fotometr başlıqları və parlaqlıq mənbələrindən istifadə etməklə ölçülə bilər.

■ Işıq mənbələri üçün digər mühüm fotometrik kəmiyyət olan işıq seli (lümen) 2 m diametrlə toplayıcı kürədən istifadə edilməklə ölçülə bilər.

Elektrik ölçü alətləri

■ Empedans (tutum, induktivlik, müqavimət) ölçü sistemləri

■ Empedans əsas elektrik ölçülərindəndir. Müqayisə körpüsü dəqiq kalibrləmələrdə tutum ölçmələri üçün istifadə edilə bilər. Bu üsulla 0,1 pF və 11 mF diapazonunda tutum etalonları çox kiçik xətalara ölçülə bilər.

■ İlkin mərhələdə 1 kHs-10 mHs tezlik diapazonunda induktivliyin ölçülməsi üçün Maksvell və Vin körpüsündən istifadə etməklə nail olmaq olar. Bu, 1:10 induktiv müqayisə körpüsündən istifadə etməklə digər induktivliklərə də aid edilir.

■ 100 mOm və 10 kOm diapazonunda standart rezistorlar avtomatik rezistor körpüsü ilə ölçülə bilər. 100 kOm-1 POm (PentaOM-10¹⁵ Om) diapazonunda olan yüksək müqavimətli rezistorlar yüksək müqavimət körpüsü və Uistston körpüsü ilə ölçülə bilər.

■ Gərginlik ölçmə sistemləri

■ Cozefson gərginlik etalonu ilə standart ilkin səviyyə DC gərginliyinin kalibrənmələrini və -10V-dan + 10V-a qədər 8 bölgülü ayırmaq qabiliyyətinə malik voltmetrlərin və ya multimetrin DC gərginliyinin kalibrənmələrini həyata keçirmək olar (Şəkil 3.3).

■



Şəkil 3.3. Gərginlik ölçmə sxemi.

Standart Multi-Joint Termal Gərginlik Konvertoru ilə əsas səviyyəli AC/DC cərəyan çeviriciləri etalonunu, AC/DC cərəyan şuntunu, AC kalibratorunu, AC voltmetrini və AC ampermetrini kalibrləyə bilərsiniz.

3.2. Qeyri-müəyyənlik

□ Ölçmənin nəticəsi barədə məlumat verildikən nəticənin keyfiyyətinin ədədi göstəricisi olmalıdır ki, bu nəticənin istifadəçiləri nəticənin etibarlılığını müəyyən edə bilsinlər. Ölçmə keyfiyyətinin və ölçmə nəticələrinin etibarlılığının göstəricisi **qeyri-müəyyənlik parametridir**.

□ Ölçmə qeyri-müəyyənliyi – ölçmə nəticələrinə daxil olan **fərqli müxtəlif** qiymətləri xarakterizə edən və ölçülən kəmiyyətə və onun həqiqi qiymətinin də daxil olduğu qiymətlər diapazonuna uyğun ola bilən parametridir.

□ Ölçmə qeyri-müəyyənliyi, adətən bir çox komponentləri əhatə edir. Sistemik effektlərdən yarananlar da daxil olmaqla, müşayiət olunan düzəlişlər, etalon standartlar, ölçü cihazları və standartlarla ölçülən komponentlər bu qeyri-müəyyənliyin bir hissəsidir.

□ Bu komponentlərdən bəziləri bir sıra ölçmələrin nəticələrinin statistik paylanmasından hesablanıla bilər və eksperimental standart xətalara xarakterizə olunur. Standart xəta ilə xarakterizə edilə bilən digər komponentlər də təcrübə və ya digər məlumat əsasında qəbul edilmiş ehtimalla əsasən hesablanıla bilər.

□ Ölçmə xətası sistemik xəta ilə təsadüfi xətanın cəmindən ibarətdir. Bir çox hallarda sistemik və təsadüfi xətalara ayırd etmək çox çətindir.



- Sistematik xəta təkrarlanabilmə şəraitində ölçmə aparıldıqda ölçmə nəticələrinin orta qiyməti ilə həqiqi qiyməti arasındakı fərkdir. Bu xətlərin mənbələri tam olaraq bilinməzsə, onların bir çoxu ölçmə mütəxəssisi tərəfindən aradan qaldırıla bilər.
- Sistemli səhv bəzən nəzəri hesablamalarla tapıla bilər. Məsələn, mühitin temperaturunun ölçülməsində istilik itkisi yaxud istilik ayrılması və istilik ötürülməsi termodinamikanın qanunlarına əsasən hesablanır. Sistematik xəta ölçülmüş temperatur ilə nəzəri hesablanmış temperaturun müqayisəsi yolu ilə müəyyən edilir. Ancaq hesablama həmişə mümkün deyil və bəzi amillər nəzərə alınmaya bilər.
- Təsadüfi xəta, – eyni ölçmə sonsuz sayda aparıldıqda və müəyyən statistik paylanmanı göstərdikdə, hər bir ölçmə qiymətinin sonsuz sayda ölçmələrin orta qiymətindən kənara çıxmasıdır. Dəqiqlik termini qurğunun və ölçü cihazının sürünmə effektlərinin, elektron fluktuasiyalarının və s. nəticəsində yaranan təsadüfi xətləri xarakterizə etmək üçün istifadə olunur.
- Ölçmə xətləri, ümumiyyətlə, qeyri-müəyyənliklə ifadə edilir. Ölçmənin etibarlılığını təmin etmək üçün ölçmə cihazı daha yüksək dəqiqlik standartı ilə kalibrlənməlidir. Ölçmənin qeyri-müəyyənliyi kalibrləmə ilə müəyyən edilir.
- Metrologiya laboratoriyalarında qeyri-müəyyənliyin hesablan-masında iki müxtəlif hesablama üsulundan istifadə olunur. Bunlar A -tip və B-tip hesablanma üsullarıdır.
- A-tip: müşahidə nəticələrinə görə statistik təhlilə əsaslanan qeyri-müəyyənliyin hesablanması üsuludur.
- B-tip: statistik təhlildən fərqli metodlardan istifadə etməklə silsilə müşahidə nəticələrinə əsasən qeyri-müəyyənliyin hesablanması üsuludur.
- Mürəkkəb qeyri-müəyyənlik: Bir çox digər kəmiyyətlərin ölçmələrindən əldə edilən yekun nəticənin mürəkkəb qeyri-müəyyənliyi, dispersiya və ya kovariasiya ifadələri cəminin kvadrat kökünə bərabərdir.

- Ümumiləşmiş qeyri-müəyyənlik: Hər hansı bir kəmiyyətin dəfələrlə ölçülməsi zamanı alınmış nəticələrinin əksəriyyətinədən təşkil olunmuş diapazon kimi müəyyən edilir.
- Əhatə əmsalı: Mürəkkəb standart müqavilələrdən yaxınlıq qeyri-müəyyənliyini əldə etmək üçün istifadə olunan əmsal.
- A tipli qeyri-müəyyənliyin hesablanması:

Metroloji laboratoriyalarda iki fərqli yolla ölçmələrin qeyri-müəyyənliyi hesablanır. Birinci yol - gözlənilən seriyalı nəticələrə görə statistik analiz etməklə aparılan hesablamalardır. İkinci yol gözlənilən seriyalı nəticələrə görə statistik analizdən fərqli olaraq aparılan qeyri-müəyyənlik hesablamalarıdır. Birinci yolla hesablanan qeyri-müəyyənlik təkrarlanan ölçmələrin nəticələrinə əsaslanır. Ölçmə vasitələrinin metroloji etibarlılığının göstəriciləri təcrübə yolu ilə təyin olunur. Bu məqsədlə ölçmə vasitələrinin metroloji etibarlılıq sınağı aparılır. Sınaq üçün n sayda eyni tipli ölçmə vasitələrinin nümunələri götürülür. Hər bir nümunənin tədqiq edilən metroloji xarakteristikasının qiyməti x_i müəyyənləşdirilir. Sonra x -in ehtimal paylanma qanunu və bu qanunun ədədi xarakteristikaları təyin olunur. Əksər hallarda x -in ehtimal paylanma qanunu normal qanundur və o orta qiymətlə \bar{X}_i və dispersiya $u(x_i)$ xarakterizə edilir [8]:

$$x_i = \bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X_{i,k} \quad (3.1)$$

$$u(x_i) = s(X_i) = \left(\frac{1}{(n-1)} \sum_{k=1}^n (X_{i,k} - \bar{X}_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3.2)$$

İkinci yolla hesablanan qeyri-müəyyənlik zamanı aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır:

İlkin aparılan ölçmələrdə əldə etdiyimiz nəticələr; ölçü alətləri və cihazlarla aparılan ölçmə nəticələri; istehsalçı firmanın məlumatları; kalibrləmə və digər sertifikat göstəriciləri; ədəbiyyatdan götürülmüş göstəricilər və s.

Hər iki yolla əldə edilmiş qeyri-müəyyənliyin nəticələri mürəkkəb qeyri-müəyyənlik kimi adlandırılır:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2} u^2(x_i) \quad (3.3)$$

Mürəkkəb qeyri-müəyyənliyi əhatə əmsalına vurmaqla ümumiləşmiş qeyri-müəyyənliyi hesablamaq mümkündür.

$$U = ku_c(y) \quad (3.4)$$

□ Ölçmə nəticələrinin hesabatı:

■ Qeyri-müəyyənlik hesablamaları haqqında verilən hesabat:

- Ölçmə nəticələrinin və onların xətlərinin sınaqlar və çıxış parametrləri əsasında hesablanması metodunun izahı. O, bütün qeyri-müəyyənlik komponentlərini və onların hesablama metodunu göstərməlidir.
- Hesablamalarda istifadə olunan düzəliş qiymətləri və sabitlər izah edilməlidir.
- Ölçmə nəticəsi kalibrləmə sertifikatında $y \pm U$ kimi göstərilməlidir.

3.3. İzlənilə bilənlik

□ **İzləmə qabiliyyəti** - ölçmə nəticəsinin və ya ölçmə etalonunun qiymətinin davamlı müqayisə ölçmə zəncirində xüsusi etalonlarla, adətən milli və ya beynəlxalq standartlarla əlaqələndirilə bilməsi xüsusiyyətidir ki, bunların da hər birisi ölçmədə qeyri-müəyyənliyə malikdir.

- Ölçmə cihazı tərəfindən göstərilən qiymətin müvafiq milli standartla müqayisəsi mərhələlərlə təmin edilir. Mərhələlərin hər birində ölçü cihazı, ölçmələrdəki xətalər və kənarəxıxmalar daha yüksək səviyyəli standartla kalibrlənərək əvvəllər müəyyən edilmiş standartla müqayisə edilir.
- İstehsalın və keyfiyyətə nəzarətin ən mühüm elementlərindən biri olan ölçmə etibarlılığını təmin etmək üçün istifadə olunan cihazlar kalibrlənməlidir, yəni cihazın apardığı ölçmələrdəki xəta daha yüksək dəqiqliyə malik başqa cihaz tərəfindən müəyyən edilməlidir.
- Kalibrləmə prosesini yerinə yetirən cihazlar tərəfindən aparılan ölçmələrin etibarlılığını təmin etmək üçün bu cihazların özləri də kalibrlənməlidir.
- Hər bir aşağı səviyyəli laboratoriya öz iş standartlarını daha yüksək səviyyəli laboratoriyaya uyğunlaşdırır və onun dəqiqliyinin ən həssas laboratoriyalara qədər izlənilə biləcəyi təmin edilir. Bu şəkildə əmələ gələn müqayisəli ölçmələrin qırılmamış zənciri “İzlənmə Zənciri” adlanır. Bu zəncir vasitəsilə edilən hər bir ölçmə BIPM tərəfindən müəyyən edilmiş yeddi əsas ölçü vahidi ilə əlaqələndirilir.
- İzlənə bilən kalibrləmələr milli ölçmə sisteminin strukturu əsasında həyata keçirilir. Dünyanın müxtəlif ölkələrində milli ölçmə sistemləri ümumi fiziki əsasa malikdir və bu prinsiplər milli vahidlər sisteminə (SI, Beynəlxalq vahidlər sistemi) əsaslanır. Milli ölçmə sistemində SI vahidlərinə əsaslanan milli standartların saxlanması və fasiləsiz izlənilməsinin təmin edilməsinə cavabdeh olan milli laboratoriya mövcuddur. Türkiyədə bu vəzifəni Milli Metrologiya İnstitutu (TÜBİTAK UME) yerinə yetirir.
- Hər bir ölkə ya hər ölçü üçün milli laboratoriya standartlarından, ya da başqa ölkənin milli laboratoriyalarından istifadə edir. İş standartları yerli laboratoriyaların standartlarını kalibrləmək üçün istifadə olunur. Yerli laboratoriyalar yerli standartları dəstəkləyir və istinad standartları vasitəsilə müvafiq

ölçüləri milli laboratoriyalardan yerli laboratoriyalara ötürür. Ötürülmüş standartlar fiziki olaraq milli laboratoriyalara ötürülə bilməlidirlər ki, onlar milli standartlarla müqayisə oluna bilsinlər.

- Milli və beynəlxalq əmək bölgüsünün artması və bununla əlaqədar olaraq aralıq məhsulların müxtəlif yerlərdə istehsalı, son məhsulun isə bir mərkəzdə formalaşdırılması, qurumlar, nəzarət-ölçü avadanlığı mütəxəssisləri ölçmə standartlarının kalibrəlmə ilə milli standartlara uyğunluğunun təmin edilməsinin zəruriliyini nümayiş etdirdilər.
- Ölçmə və nəzarət avadanlığı mütəxəssislərinin nəzarəti sayəsində bütün istehsal zamanı aparılan ölçmələrin dəqiqliyinə zəmanət verilir. Bunun üçün bu tip avadanlıqların müntəzəm olaraq kalibrənməsi və milli standartlara uyğunluğu təmin edilməlidir.

Standartlar iyerarxiyası

- **Milli Standart:** Milli standart ölkədə rəsmi olaraq tanınan və dəyəri ölkədəki bütün digər standartlar üçün istinad olan ən yüksək dəqiqliyə malik əsas standartdır. Türkiyədə milli standartlar UME tərəfindən yaradılır və saxlanılır. UME bu standartların düzgünlüyünə görə məsuliyyət daşıyır.
- **Etalon Standartı:** Bu, ölçmə yerlərində saxlanılan və orada aparılan ölçmələr üçün etalon kimi xidmət edən yüksək dəqiqliyə malik standartdır.
- **Transfer Standartı:** Etalon standartları ilə kalibrənməmiş və dəyəri şirkət və ya təşkilat daxilində aşağı səviyyəli iş standartları üçün etalon təşkil edən standartdır.
- **İş standartı:** Etalon standartları və ya transfer standartı və uyğun ölçü cihazları ilə kalibrənməmiş və tez-tez kalibrəlmə və nəzarət işlərində istifadə olunan nisbətən aşağı dəqiqlik standartıdır.
- **Standartlarda qeyri-müəyyənlik:** Hər bir standartdan istifadə zamanı ölçmələrin qiymətlərində qeyri-müəyyənlik var. Kalibr-

ləmə iyerarxiyasında standart nə qədər yüksəkdirsə, qeyri-müəyyənlik bir o qədər kiçikdir (aşağıdakı standartın ən azı üçdə biri qədər). İyerarxiyada aşağı hərəkət etdikcə ölçmə etibarlılığı azalır və qeyri-müəyyənlik artır.

3.4. Akkreditasiya

Akkreditasiya: Akkreditasiya, laboratoriya və Sertifikatlaşdırma orqanlarının beynəlxalq səviyyədə qəbul edilmiş texniki meyarlara uyğun olaraq qiymətləndirilməsi, onların səlahiyyətlərinin təsdiqi və bu qurumların müntəzəm aralıqlarla yoxlanılması yolu ilə funksional baxımdan bir-birinə ekvivalent olmasının təmin edilməsi kimi müəyyən edilir.

□ Akkreditasiyanın məqsədi akkreditasiya üçün müraciət edən namizəd-təşkilatın öhdəlikləri vaxtında məqbul və yüksək keyfiyyətlə yerinə yetirmək iqtidarında olduğunu üçüncü tərəf vasitəsilə qərəzsiz olaraq qiymətləndirmək və iddia etməkdir. Ümumiyyətlə, istehlakçıya təklif olunan məhsulla bağlı altı əsas mərhələ vardır:

- Dizayn;
- İstehsal;
- İstehsal testi;
- Satış;
- Tip Testi və təsdiqi;
- Audit/Performans Testi və təsdiqi.

□ Bu mərhələlərdən ilk dördü istehsal təşkilatı daxilində həyata keçirilir və yerinə yetirilməli olan əsas prinsiplər və minimum tələblər ISO 9001 standartı ilə müəyyən edilir.

□ Beşinci və altıncı mərhələlər kənar müstəqil laboratoriyalar tərəfindən həyata keçirilir və texniki ölçü və sınaq tələb olunur. Bu laboratoriyaların iş prinsipləri ISO/IEC 17025 “Sınaq və Kalibrlemə Laboratoriyalarının səlahiyyətlərinə dair ümumi tələblər” ilə müəyyən edilir.

Hər bir ölkədə milli miqyaslı keyfiyyət sistemindən Kalibrəmə, Təhlil və Sınaq Xidmətlərini təmin edən Laboratoriyaların, Məhsul və ya Xidmət Sertifikatı verən təşkilatların, Sistem Sertifikatlaşdırmasını və Element Sertifikatlaşdırmasını həyata keçirən təşkilatların fəaliyyətini tənzimləyən və icazə verən akkreditasiya sistemi mövcuddur.

Ölkələr arasında tanınma hökumətlər səviyyəsində deyil, ölkələrin akkreditasiya qurumları arasındadır. Akkreditasiya sisteminin tanınmasını tələb edən ölkənin Akkreditasiya Agentliyi beynəlxalq akkreditasiya təşkilatı tərəfindən yoxlanılır və bu auditə uyğun qərarlar qəbul edilir. Yoxlanılan ölkə Çoxtərəfli Tanınma Sazişi (MLA) əhatə dairəsinə daxildir və onun verdiyi sənədlər MLA çərçivəsində digər prinsiplərlə tanınır.

TÜRKAK: Türkiyədə laboratoriya, sertifikatlaşdırma və yoxlama xidmətlərini həyata keçirəcək yerli və xarici qurumların akkreditasiyası, bu qurumların müəyyən edilmiş milli və beynəlxalq standartlara uyğun fəaliyyət göstərməsinin təmin edilməsi məhsul/xidmət, sistem, personal və laboratoriya sertifikatları milli və beynəlxalq arenada bu yolla əldə edilir. Qəbulunu təmin etmək üçün hüquqi şəxs və inzibati və maliyyə muxtariyyətinə malik Türkiyə Akkreditasiya Təşkilatı, 04.11.1999-cu ildə Rəsmi Qəzetdə dərc edilən 4457 sayılı Türk Akkreditasiya Təşkilatının Quruluş və Vəzifələri haqqında Qanunla fəaliyyətə başlamışdır.

□ TÜRKAK yenidən strukturlaşma işlərini sürətlə tamamladı və 15 iyun 2001-ci il tarixindən etibarən akkreditasiya üçün müraciətləri qəbul etməyə başladı.

□ TÜRKAK, Avropa Birliyinə üzv ölkələrin akkreditasiyası 28 noyabr 2002-ci ildə Avropa Akkreditasiya Assosiasiyasının (EA) tamhüquqlü üzvü oldu və EA tərəfindən aparılan audit və qiymətləndirmələrdən uğurla keçdi və 4 aprel 2006-cı ildə EA ilə Qarşılıqlı Tanınma Sazişi (MRA) imzaladı.

Laboratoriyaların akkreditasiyası ISO/IEC 17025 standartında müəyyən edilmiş meyarlar əsasında həyata keçirilir. Bu

səbəbdən akkreditasiyadan keçmək istəyən laboratoriya bu standartda göstərilən şərtləri yerinə yetirməlidir. Bu şərtləri qısaca aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar:

- Planlaşdırılan kalibrəmə üçün laboratoriya və texniki avadanlıq kifayət qədər olmalıdır.

- Laboratoriyada kalibrəmə/təcrübə və ya nümunə götürmə zamanı istifadə olunan və nəticələrə əhəmiyyətli təsir göstərən standartların və cihazların kalibrənməsi aparılan ölçmələrin Beynəlxalq Vahidlər Sisteminə (SI) uyğun olaraq izlənilə bilən olmasını təmin etməlidir.

- Ölçmə üsulları, cihaz siyahıları, kalibrəmə proseduru, cihazların dövrü yoxlanılması kimi məlumatlar keyfiyyət təlimatında müəyyən edilməli və təsdiq edilməlidir.

- Tətbiq edən laboratoriyada kifayət qədər təcrübə, bilik və bacarıqlara malik işçi heyəti olmalıdır.

- Kalibrəmə laboratoriyasına sahib olan təşkilat laboratoriyanın düzgün işləməsi və ona texniki xidmət göstərilməsi üçün lazımi maliyyə resursları ilə təmin etmək iqtidarında olmalıdır; O, kalibrəmə fəaliyyətləri ilə əlaqədar məsuliyyət daşdığı zərərləri ödəmək iqtidarında olduğuna zəmanət verməlidir.

3.5. Mikroelektronik Güdüm və Elektro-Optik (MGEO) kalibrasiya laboratoriyası

□ Keyfiyyət Siyasətimiz:

Təqdim etdiyimiz məhsul və xidmətlərdə daim inkişaf edən və dəyişən müştəri gözləntilərini qarşılayarkən, minimum xərclə ən yüksək səviyyədə müştəri məmnuniyyətini təmin etmək, effektiv idarəetmə, vaxtında çatdırılma və rəqabətli qiymətlərlə davamlı təkmilləşdirməyi hədəfləyən keyfiyyət idarəetmə sistemi yaratmaq.

Kalibrəmə laboratoriyasında:

- Kalibrəmə xidməti TS EN ISO/IEC 17025-ə uyğundur.

- Kalibrəlmə xidmətinin keyfiyyəti məhsulların keyfiyyətini aşağı salmayacaq səviyyədədir.
- Laboratoriya işçiləri lazımi təlim keçməli, müvafiq iş şəraiti yaratmalı, öz vəzifələrini qərəzsiz və təsirsiz yerinə yetirməlidir.
- Laboratoriya işçilərinin keyfiyyətli sənədlərə çıxışı, onların siyasət və prosedurlara uyğun işləməsi təmin edilməlidir.
- Təsdiq edilmiş prosedurlara uyğun olaraq kalibrəlmələrin aparılması həyata keçiriləcək.

Kalibrəlmə laboratoriyasında 1 baş mühəndis, 1 ekspert mühəndis, 1 mühəndis, 1 baş texnik, 3 ekspert texniki heyət, 2 texniki işçi və 2 müvəqqəti texniki heyət olmaqla, 11 nəfər çalışır. Laboratoriyamız təmiz otaqdan və istehsal zalından ibarət olmaqla təqribən 150 m² sahədə xidmət göstərir. Təmiz otaqda elektrik ölçmələrin aparılması üçün hissələr, istehsalat zalında optik kalibrəlmələrin yerinə yetirildiyi qaranlıq otaq və digər kalibrəlmə və inzibati işlərin aparıldığı bölmə vardır.

Bundan başqa laboratoriyamız mobil kalibrəlmə xidməti də göstərir. Mobil kalibrəlmə üçün ən azı iki laboratoriya işçisi ayrılır. Səyyar kalibrəlməyə gedən personal müəyyən olunmuş vaxtda kalibrəlmə xidmətinin göstərilməsi, kalibrəlmə zamanı istifadə olunacaq etalonların təhlükəsiz daşınması, kalibrəlmə işlərinin başa çatdırılması, uçotun aparılması və baş verənlər barədə laboratoriyanın texniki rəhbərinə məlumat verilməsinə cavabdehdir.

□ Kalibrəlmə sistemin daxilində həyata keçirdiyimiz kalibrəlmə proqramı, MGEO Group inventarındakı ölçmə və sınaq cihazlarının müqavilə, texniki spesifikasiyalar və dizayn tələblərinə uyğun olaraq istənilən ölçməni xüsusi dəqiqliklə ölçmək qabiliyyətində davamlılığı təmin edir.

Köməkçi ölçmə və nəzarət alətləri və standartları. Kalibrəlmə Proqramı:

■ ISO-10012, AQAP-2110, AS-9100 Keyfiyyət İdarəetmə Sistemi Tələblərinin (Aviasiya) müddəalarına uyğun olaraq strukturlaşdırılmışdır.

■ Dəqiqlik və dəqiqlik səviyyələri məlum olan, müntəzəm və müəyyən edilmiş tələblərin dəqiq ölçülməsinə imkan verən kalibrləmə standartlarının istifadəsini nəzərdə tutur. MGEO Group ölçmə standartları və cihazları milli və beynəlxalq kalibrləmə mərkəzlərində izlənilə bilər.

■ Proqrama daxil edilmiş ölçmə və sınaq cihazları, standartlar üçün avadanlıqların xüsusiyyətlərinə əsasən müəyyən edilmiş intervallara uyğun olaraq cihazların yenidən kalibrlənməsini və profilaktik baxılmasını təmin edən çağırış sistemini idarə edir. Bu zəng sisteminin işində Met-Track kalibrləmə izləmə proqramından istifadə olunur.

■ Proqram çərçivəsində istehsal və sınaq sahələrində istifadə olunan köməkçi ölçü alətləri, yoxlama və sınaq alətləri, ölçü cihazları və digər yoxlama mühitlərini təsdiq edir, qəbul edir və daxil edir.

MGEO Qrupunda istifadə edilən ölçmə və sınaq cihazları üçün cihazın təsvirini, xarakteristikasını, kalibrləmə tarixini və kalibrləmə vəziyyətini göstərən qeydlər saxlanılır. TL-im ölçmə və sınaq cihazları onların kalibrləmə statusunu və etibarlılıq tarixlərini göstərmək üçün etikətlənir. Kalibrləmə etikətləri ölçmə və sınaq cihazlarına, köməkçi ölçmə vasitələrinə və standartlara icazəsiz müdaxilələrin qarşısını alacaq şəkildə tətbiq edilir və səlahiyyətli kalibrləmə işçiləri tərəfindən möhürlənir.

□ MGEO Group inventarına daxil olan hər bir yeni sınaq və ölçmə cihazının ilk kalibrlənməsindən sonra cihazın xüsusiyyətləri, istehsalçının tövsiyələri və istifadə yeri nəzərə alınmaqla kalibrləmə intervalı müəyyən edilir. Kalibrləmə intervalları alət təlimatlarında və monitoring səhifələrində

göstərilmişdir. Kalibrlemə intervalları cihazın performansına uyğun olaraq yenidən təyin edilə bilər.

□ Ölçmə və sınaq cihazlarının kalibrleməsi təlimatlarla təmin edilmiş Aselsan tərəfindən hazırlanmışdır və kalibrlemə təlimatlarına uyğun olaraq həyata keçirilir. Kalibrlemə, müəyyən ekoloji şəraitdə ixtisaslı kadrlar tərəfindən yerinə yetirilir. Ölçmə və sınaq cihazları hər cür fiziki zədələnmədən və icazəsiz müdaxilədən qorunacaq şəkildə daşınır və saxlanılır.

□ İstehsalat sahələrində istifadə olunacaq ölçmə və sınaq cihazlarının qəbulu kalibrlemə sistemi daxilində həyata keçirilir. Kalibrlemə prosesləri tamamlanan ölçmə və sınaq cihazları müvafiq olaraq etikətlənir və istifadəçi bölməsinə ötürülür.

Kalibrlemə laboratoriyamız Türkiyə Akkreditasiya Təşkilatı (TÜRKAK) tərəfindən 2008-ci ilin may ayında ISO 17025 standartına uyğun olaraq akkreditasiya olunub. TÜRKAK tərəfindən akkreditasiyamız 22 prosedur, 8 ölçülü və 14 elektrik ölçmə metodlarını əhatə edir. Akkreditasiyaya hazırlıq məqsədilə TÜBİTAK Milli Metrologiya İnstitutundan olan əməkdaşlar laboratoriya işçiləri kimi 15 müxtəlif təlim keçmişlər. Bu təlimlərlə yanaşı, müxtəlif təşkilatlardan ISO 17025 Təcrübə və Kalibrlemə Laboratoriyaları üçün Ümumi Tələblər, ISO 17025 Laboratoriya Akkreditasiyası və Ölçmə və Kalibrlemə Laboratoriyalarının Keyfiyyət İdarəetmə Sistemi ilə bağlı təlimlər də keçirilib.

□ Laboratoriyamız TÜBİTAK Milli Metrologiya İnstitutu, digər yerli akkreditə olunmuş laboratoriyalar və akkreditə olunmuş istehsalçılar vasitəsilə izləmə zəncirini təmin edir.

□ Laboratoriyamızda struktur kalibrlemələrinin ölçmə nəticələrinin qeyri-müəyyənliyinin hesablanması EA-4/02 kalibrlemədə ölçmənin qeyri-müəyyənliyinin ifadəsi və ISO ölçmə standartlarında qeyri-müəyyənliyin ifadəsi təlimatına uyğun olaraq həyata keçirilir.

Laboratoriya ISO 17025 standartına uyğun olaraq, ətraf mühit şəraitinin alınmış nəticələri ləğv etməməsini və hər hansı ölçmə üçün tələb olunan keyfiyyətə mənfi təsir göstərməməsini təmin etməlidir. Ətraf mühit şəraiti nəticələrin keyfiyyətinə təsir göstərə bildikdə, ətraf mühit şəraitinə nəzarət edilməli, izlənməli və qeyd edilməlidir. Akkreditasiya çərçivəsində laboratoriyamızın elan etdiyi temperaturun və rütubətin qiymətləri elektrik kalibrləmələri üçün $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ və $5 \pm 10\%$, ölçülü kalibrləmə üçün $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ və minimum 40% təşkil edir. Temperatur elektrik həssaslığı $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ və ölçü həssaslığı $\pm 0,125^{\circ}\text{C}$ olan cihazlarla, rütubət isə elektrik həssaslığı $\pm 2\%$ və ölçü həssaslığı $\pm 1,5\%$ olan cihazlar tərəfindən izlənilir. Ətraf mühit şəraitini izləmək və qeyd etmək üçün istifadə etdiyimiz cihazlar və sensorlar Milli Metrologiya İnstitutunda kalibrlənir (Şəkil 3.4).



Şəkil 3.4. Kalibrləmə cihazları

□ İSO 17025-in Texniki Şərtlərində işçilərlə bağlı bölmədə qeyd edilir ki, laboratoriya rəhbərliyi xüsusi avadanlıqları idarə edən, kalibrləmə apararı, nəticələrin qiymətləndirilməsi və kalibrləmə sertifikatlarının imzalanması ilə bağlı bütün işçilərin səriştəsini təmin etmək üçün məsuliyyət daşıyır. Laboratoriyamızda kalibrləmə üçün yeni heyyyətin keçməli olduğu təlimlər və bu təlimlərdən əvvəl və ya sonra nəzarət altında aparılacaq kalibrləmələr müəyyən edilir. Mövcud kadrlarımızın adekvatlığı yoxlamalar nəticəsində TÜRKAĞ tərəfindən təsdiq edilir. İşçilərə yalnız öz səlahiyyətləri bu şəkildə təsdiq edildikdən sonra müstəqil olaraq kalibrləməyə icazəsi verilə bilər.

□ Laboratoriya tərəfindən həyata keçirilən hər bir kalibrləmənin nəticələri dəqiq, aydın, qərəzsiz və kalibrləmə üsullarının bütün xüsusi təlimatlarına uyğun olaraq bildirilməlidir. Nəticələr kalibrləmə sertifikatı şəklində verilir və kalibrləmə nəticələrinin təfsiri üçün müştəri tərəfindən tələb olunan bütün məlumatları, o cümlədən istifadə olunan metodun tələb etdiyi xüsusi məlumatları özündə əks etdirməlidir.

□ **Laboratoriyada həyata keçirilən kalibrləmələr:**

- Həcm;
- Elektrik;
- Optik;
- Temperatur və Rütubət Əsası (Vakuum);
- Dönmə momenti.

□ **Kalibrləmə İmkanlarımız:**

■ Akkreditasiya çərçivəsində edilən kalibrləmələr

■ Akkreditasiyadan kənarında aparılan kalibrləmələr

• Akkreditasiyanın əhatə dairəsinə daxil edilməsi planlaşdırılan kalibrləmələr

□ Laboratoriyada həyata keçirilən kalibrləmələr:

■ Qabarit ölçüləri

Ölçülərin kalibrlənməsi əsasında qranit masanın kalibrlənməsi akkreditasiya çərçivəsində kalibrləmə imkanlarımızdan biridir. Maksimal ölçüsü 3x3m olan qranit masaları kalibrləmək mümkündür. Bəzi qranit masalar köçürülə bilsələr də, onlar istifadə yerində kalibrlənməlidir. Qranit masaların kalibrlənməsi zamanı qranit masaların səthinin müstəvisi əsasən bucaq optikası və lazer interferometr sistemindən istifadə etməklə müəyyən edilir. İzləmə qabiliyyəti İstehsalçı (lazer dalğa uzunluğu, sensorlar) və TÜBİTAK UME (bucaq optikası) tərəfindən təmin edilir.

• Avtokollimator



Şəkil 3.5. Avtokollimatorlarla bucaq ölçmələri.

Avtokollimator – ± 1000 arcsan - qövs diapazonunda bucağı dəqiq ölçmək üçün istifadə olunan bir cihazdır. Akkreditasiya

əhatəməzə daxil olan avtokollimatorun kalibrlənməsi istinad avtokollimatoru ilə müqayisə üsulundan istifadə edilməklə həyata keçirilir (Şəkil 3.5). Avtokollimator kalibrləmələrində 0,20 arcsan dəqiqliklə ölçmələr aparıla bilər. Kalibrləmə əsasən bir-birinə qarşı yerləşdirilmiş iki avtokollimator arasında dönər masaya yerləşdirilmiş həssas əksetdirici səthdən istifadə etməklə hər iki avtokollimatorun oxunuşlarını müqayisə etməklə həyata keçirilir. İzləmə qabiliyyəti TÜBİTAK UME-dəndir. Laboratoriya olaraq qeyri-müəyyənliyi azaltmaq üçün o, Sine Bar investisiyasını həyata keçirir (Şəkil 3.6).



Şəkil 3.6. Kalibrləmə cihazları.

• Kalibr

Kalibr – xarici diametri, daxili diametri və dərinliyi ölçmək üçün istifadə olunan, düz bir rels üzərində gedib-gələn və üzərində bölgüləri olan mühüm ölçü və nəzarət alətidir. Kalibrlər həm rəqəmsal, həm də analoq displeyli versiyalarda mövcuddur. Mexaniki ölçmələrdə istifadə edilən bu kalibrlərin

müəyyən ölçülərdə standart ölçü cihazlarından istifadə etməklə kalibrənməsi vacibdir. Kalibrələrin kalibrənməsi standartlara uyğun olaraq həyata keçirilir. Maksimum xarici diametri 750 mm, daxili diametri 600 mm və dərinliyi 150 mm olan ölçmələrdə istifadə olunan kalibrələrin kalibrənməsi həyata keçirilə bilər. Kalibrəmə 0,01 mm dəqiqliklə edilə bilər.

■ Ölçü



Şəkil 3.7. Mikrometr alətlər dəsti.

• Mikrometr

Mikrometr – sabit bir vahiddə fırlanan vint prinsipi ilə işləyən dəqiq ölçmə cihazıdır. Xarici diametrli mikrometrlər, daxili diametrli mikrometrlər, vintli mikrometrlər kimi növləri vardır. Mexanik ölçmələrdə istifadə olunan bu mikrometrlərin müəyyən ölçülü standart ölçü cihazlarından istifadə etməklə kalibrənməsi vacibdir. Onlar kalibrələrdən daha dəqiq ölçmələr üçün istifadə edilən cihazlardır. Maksimum 25 mm ölçə bilən mikrometrlərin kalibrənməsi 0,001 mm dəqiqliklə edilə bilər.

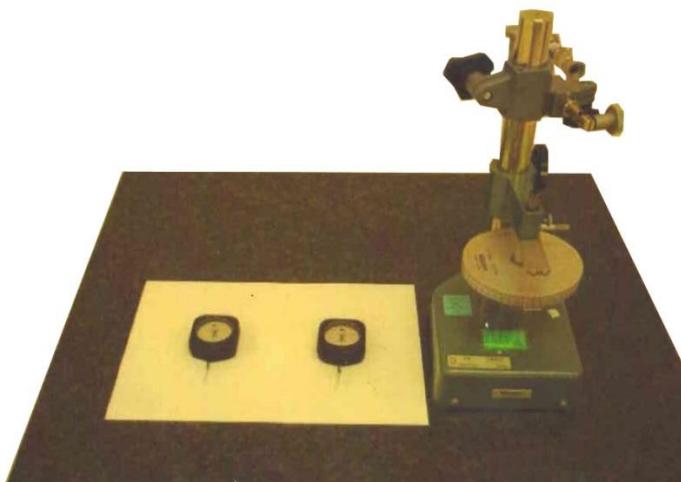
Mikrometr sabit dövrədə fırlanan və vint prinsipi ilə işləyən dəqiq ölçmə cihazıdır. Xarici diametrlı mikrometrlər, daxili diametrlı mikrometrlər, vintli mikrometrlər kimi növlər vardır. Mexaniki ölçmələrdə istifadə olunan bu mikrometrlərin standart ölçü cihazlarından istifadə etməklə kalibrlənməsi vacibdir. Onlar kalibrlərdən daha dəqiq ölçmələr üçün istifadə edilən cihazlardır. Maksimum 25 mm qalınlığı ölçə bilən mikrometrlərin kalibrlənməsi 0,001 mm dəqiqliklə edilə bilər (Şəkil 3.7; 3.8).



Şəkil 3.8. Ölçü alətləri

• Saatları ölçən

Ölçü saatları dişli sancaqlar və dişli çarxların köməyiylə ölçü uclar arasındakı məsafəni böyütməklə, ölçmələri müqayisəli şəkildə aparmaq, kiçik ölçü fərqlərini oxumaq və həndəsi deformasiyaları idarə etmək üçün istifadə olunan ölçmə və nəzarət alətidir. Akkreditasiya çərçivəsində olan saat mexaniki hissələrin səth qüsurlarını ölçmək üçün istifadə olunur. Ölçü saatları kalibratorla təkbətək müqayisə edilərək kalibrlənir (Şəkil 3.9).

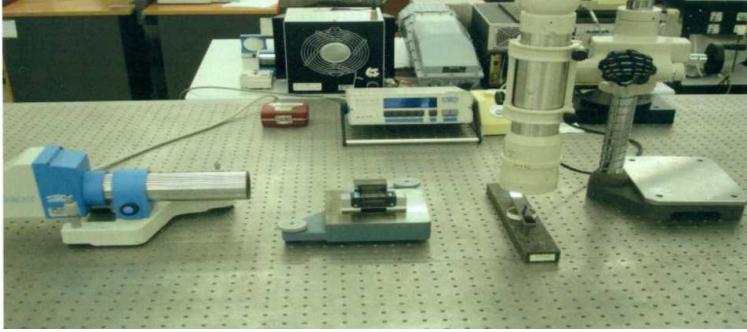


Şəkil 3.9. Səth qüsurlarının ölçülməsi.

• **Paralel çubuq və səviyyəölçən**

Paralelliyi ölçmək üçün istifadə edilən ölçmə metodu kvadrat çoxbucaqlıdan istifadə olunan kalibrasiya prosesilə həyata keçirilir. Bunlar, əsasən, avtokollimatorla yerinə yetirilən bucaq ölçmələridir. Paralel çubuq kalibrlənməsi bucaqölçmə cihazlarının akkreditasiyasına hazırlıqdır.

Səviyyəölçənlər maye və az miqdarda hava qovucuqları olan alətlərdir. Onlar üfüqi əyilmə və kiçik bucaq qiymətlərinin ölçülməsi və ya idarə edilməsi üçün istifadə olunur. Əsas uzunluğu 150 mm-ə qədər olan səviyyələrin kalibrlənməsi istinad avtokollima-torundan istifadə olunmaqla qarşılıqlı müqayisə üsulu ilə həyata keçirilir. (Şəkil 3.10)



Şəkil 3.10. Səviyyə ölçmələri.

• **Cilalama alətləri** xüsusi məqsədlər üçün istehsal olunan test sistemlərinin (pestestal) kalibrəlmələrində və INS cihazlarının kalibrəlməsi zamanı istifadə olunur. Bu alətlərin iki mühüm və idarə olunan parametrləri var: onların müəyyən istinada görə yerə paralelliyi və müəyyən istinada görə şimala paralelliyi. Zavodda şimal bucağı olan xətt var və kürsülərə şimal istinadı bu xətdən aparılır. Xətt Xəritəçəkmə Baş Komandanlığı tərəfindən müəyyən edilir. Bu cilalama alətlərinin kalibrəlməsi avtokollimatordan istifadə edilərək qranit masada aparılır (Şəkil 3.11).



Şəkil 3.11. Cilalama test kalibrəlmələri.

• Form Test Cihazı

Form Test Cihazı mexaniki detalların səhindəki defektləri ölçmək üçün istifadə olunur. Kalibrləmə etalon silindrinin və etalon kürəsinin köməyi ilə həyata keçirilir. Bu etalonlar Milli Metrologiya İnstitutunda saxlanılır. Edilən kalibrləmələr ölçü şupunun statik və dinamik nəzarət ölçmələrinin dəqiqliyini, etalon silindrlə sütun nəzarətini, kürə etalonu ilə ölçü şupunun üfüqi vəziyyətdə ölçmə dəqiqliyinə nəzarəti və optik şüşə ilə ölçü şupunun şaquli vəziyyətdə ölçmə dəqiqliyinə nəzarəti əhatə edir (Şəkil 3.12).



Şəkil 3.12. Form test cihazı.

Uzunluq çubuğu

■ Ölçü

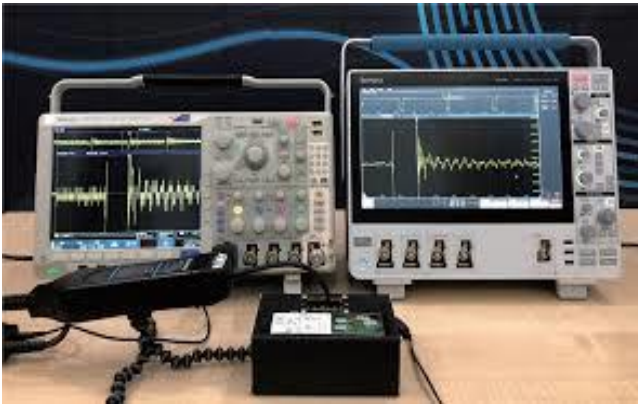


Şəkil 3.13. Etalon uzunluq cubuqları.

Etalon ölçülü olan bu uzunluq çubuqları CMM cihazının kalibrənməsi zamanı istifadə olunur. Standart çubuklar Milli Standartlarlaşma və Metrologiya İnstitutundan alınır. Onların ölçüləri bir CMM ilə ölçülür, xətalarnı qiymətləri müəyyən edilir və CMM cihazına lazımi düzəlişlər edilir. Laboratoriyada mövcud olan uzunluq çubuqları 200, 300, 400, 500 və 750 mm uzunluqlara malikdir (Şəkil 3.13).

■ Elektron osilloqraf

Osilloqrafın kalibrənməsi akkreditasiya çərçivəsində kalibrəlmə imkanlardan biridir. Rəqəmsal və analoq osilloqrafların kalibrənməsi laboratoriyamızda həyata keçirilə bilər. Osilloqraflar AC/DC gərginliyi, tezliyi, dövrə elementlərinin xarakteristikalarını, fazalar fərqi və histerezis əyriləri kimi ölçmələr üçün istifadə edilən cihazlardır. Osilloqraf kalibrənməsində istehsalçılar ümumiyyətlə, şaquli sapma (amplituda), üfüqi sapma (vaxt), buraxma zolağı, start funksiyaları, xətdə edilə bilən bəzi fərqli testlərdən başqa, hər bir osilloqraf üçün kalibrənməlidir. Şaquli və üfüqi sapmaların kalibrənmə imkanları 550 mV-200 V və 0,5 nsan - 5san diapazonundadır. Buraxma zolağının kalibrəlmə imkanı 6 GHz tezliyinə qədərdir. (Şəkil 3.14).



Şəkil 3.14. Müxtəlif təyinath elektron osilloqraflar.

■ Elektron multimetr

Multimetrin kalibrasiyası da yenə akkreditasiya çərçivəsində olan imkanlarımızdandır. Multimetrlər DC (dəyişən cərəyan) və AC (sabit cərəyan) gərginliklərin qiymətlərini və müqaviməti ölçə bilən cihazlardır. FLUKE 5700 A və FLUKE 5500 A kalibratorları multimetrlərin kalibrasiyalarında istifadə olunur. (Şəkil 3.15). Laboratoriyamızın imkanları aşağıdakı şəkildədir:

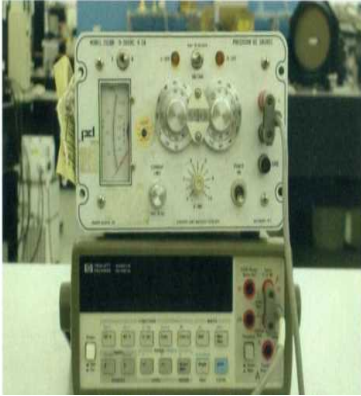
- DC gərginliyi: 100 μ V-1100 V
- DC cərəyanı: 0 A-11 A
- AC gərginliyi: 1 mV-1100V (10 Hz - 1 MHz)
- AC cərəyanı: 0,9 μ A-11 A (10 Hz - 10 kHz)
- 4 dişli müqavimət: 1 Om - 19 MOm
- 2 çıxış rezistoru: 1 Om - 100 MOm



Şəkil 3.15. Elektron multimetr.

• Qida mənbəyi və elektrik yükü

Akkreditasiya çərçivəsində qida mənbəyi və elektrik yüklərinin kalibrlənməsi də mümkündür. Bizim multimetr, cərəyan şunt, osilloqraf və izlənilə bilən kalibrator etalonları qida mənbəyi və elektrik yüklərinin kalibrlənməsi zamanı istifadə olunur. Cərəyan şuntu ilə qida mənbəyinin kalibrlənməsi 100 A və 1000 V-a qədərdir (Şəkil 3.16).



Şəkil 3.16. Elektrik yükünü ölçmək üçün cihazlar.

• Standart müqavimət

İmkanlarımız daxilində akkreditasiya çərçivəsində DC rezistorlarının kalibrlənməsi mümkündür. Rezistorlar voltmetr-ampmetr, cərəyan mənbəyi və multimetrin standart müqavimətlə müqayisəsi, birbaşa multimetrlə ölçülmə, DC müqavimətinin müqayisəsi körpüsü və birbaşa ommetrlə ölçülmə kimi bir çox yolla kalibrlənə bilər. Laboratoriyamızda tələb olunan dəqiqlik və qeyri-müəyyənlik səviyyələrinə uyğun olaraq üç müxtəlif üsul tətbiq olunur: multimetr ilə birbaşa ölçmə; cərəyan mənbəyi ilə müqayisə və multimetr ilə etalon müqavimət və Kelvin - Varley bölücüdən istifadə edərək DC müqavimətinin müqayisə körpüsü (Şəkil 3.17).



Şəkil 3.17. Standart müqavimətlərin ölçü cihazları.

Siqnal mənbəyi

Siqnal mənbəyinin kalibrənməsi laboratoriyamız tərəfindən akkreditasiya çərçivəsindən kənarəda həyata keçirilən kalibrəlmə imkanlarından biridir. Yalnız tezliyin kalibrənməsi (vaxt və tezlik) akkreditasiya çərçivəsində bizim imkanlarımıza daxildir. Siqnal mənbələrinin kalibrənməsi, ümumiyyətlə, laboratoriya etalonları ilə ölçülməklə həyata keçirilir (Şəkil 3.18).



Şəkil 3.18. Siqnal mənbələri.

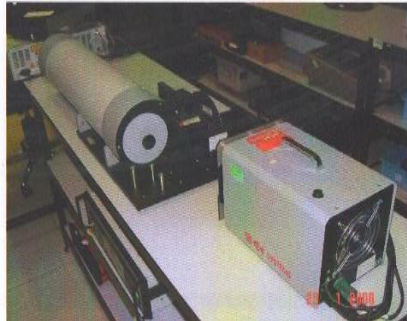
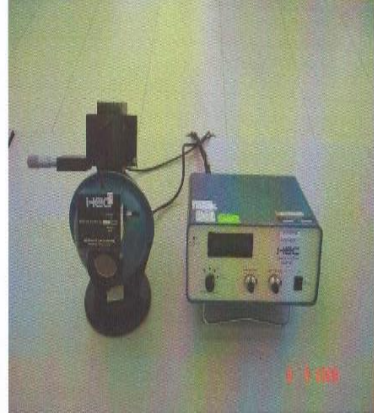
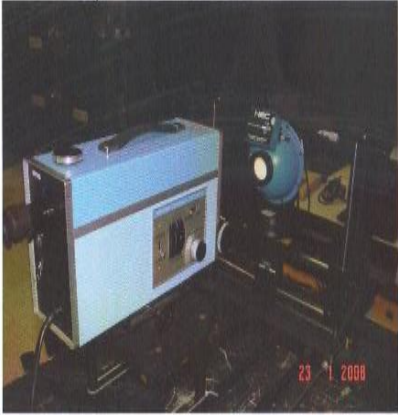
Optik kalibrlemə.

- Optik kalibrlemələrdə enerji sayğacımızın köməyi ilə lazerlərin enerji ölçüləri $1 \text{ C}/\text{sm}^2$ -ə qədər yerinə yetirilir. Diopterin ölçülməsi avtokollimator və 1 m-ə fokuslanan linzanın köməyi ilə aparılır. Monokollimatorun vasitəsilə UB və İQ filtrlərinin buraxma əmsallarını ölçmək olur.
- Spektroradiometr sistemi monoxromator, detektor, spektral kalibrlemə lampaları, etalon lampa, işıq mənbələri, ND Filtr dəsti və proqram təminatı elementlərindən ibarətdir. Bu sistemlə işıq və lazer mənbələrinin dalğa uzunluğunun xarakteristikaları çıxarılır. O, həmçinin filtr ölçmələrini yerinə yetirməyə imkan verir (Şəkil 3.19).



Şəkil 3.19. Spektroradiometr sistemi monoxromatoru.

- Laboratoriyamızda 0 - 350 FL diapazonunda işıq intensivliyi yarada bilən parlaqlıq standart cihazı vardır və fotometrin kalibrleməsində etalon kimi istifadə edilə bilər. İzləmə qabiliyyəti istehsalçı tərəfindən təmin edilir.
- Bundan əlavə, mövcud olan ANVIS və Fotopik detektorların vasitəsilə 1800 K - 3000 K arasında rəng temperatur ölçmələri edilə bilər.
- Monoxromator və detektorların köməyi ilə 350 nm - 15 μm dalğa uzunluğu diapazonunda işıq və şüalanma mənbələrinin və optik materialların dalğa uzunluqları ölçülə bilər.
- Lazer gücünün ölçülməsi 0 - 200 mW/sm^2 diapazonunda aparıla bilər.
- Qara cisim isə -40°C - $+1000^{\circ}\text{C}$ temperatur diapazonunda kalibrlemə bilər (Şəkil 3.20).



Şakil 3.20. Optik ölçülərdə istifadə edilən cihazlar.

İstilik kalibrlənməsi.

• Temperaturun kalibrlənməsi sahəsi üzrə laboratoriyamız -30°C - $+90^{\circ}\text{C}$ arasında temperatur ölçən cihazları kalibrləmək qabiliyyətinə malikdir. İstinad standartı ilə müqayisə üsulu maye, yəni spirt və su vannasından istifadə etməklə həyata keçirilir. Temperaturun kalibrlənməsi lazımi investisiyalar edildikdən sonra akkreditasiya əhatəsinə daxil etməyi planlaşdırdığımız kalibrləmələrdən biridir (Şəkil 3.21).

İstilik ölçmələri



Şəkil 3.21. İstilik ölçü cihazları.

Rütubət ölçən.

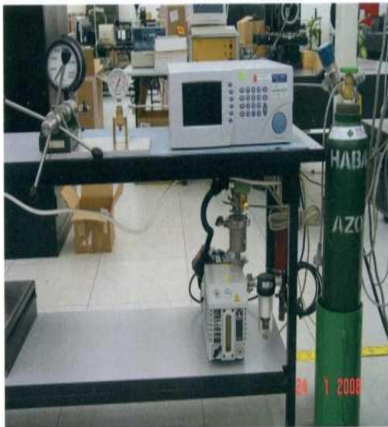
Rütubətölçənlər laboratoriyamızda olan rütubətölçənlərdən istifadə edilməklə kalibrlənə bilər. Onun dəqiqliyi təxminən 0,5% təşkil edir (Şəkil 3.22).



Şəkil 3.22. Rütubəti ölçən cihaz.

Vakuüm, təzyiq

- Manometrlərin kalibrənmələri müəyyən edilmiş intervallarda etalon kalibratorların köməyi ilə yerinə yetirilə bilər (Şəkil 3.23).



Şəkil 3.23. Vakkum və təzyiq cihazları.

Fırılanma momenti

- Fırılanma momentinin kalibrılənməsi 0,1- 50 Nm aralığında etalon ağırlıq çəkilerin köməyi ilə aparılır. (Şəkil 3.24)



Şəkil 3.24. Fırılanma momentinin kalibrılənməsi.

- Tərəzi kalibrıləmələri E2 çəki sinfinə aid olan 0,1 mq-dan 10 kq-a qədər çəkileri olan etalon çəki dəstinin köməyi ilə aparılır (Şəkil 3. 25).



Şəkil 3.25. Kütlə kalibrılənməsi.

MTF (optik) masasının kalibrlənməsi

- Linzaların ayırma qabiliyyəti xüsusi sınaq qurğuları ilə obyektiv olaraq ölçülür. (Şəkil 3.26)



Şəkil 3.26. Optik masanın kalibrlənməsi.

Gecəgörmə sistemlərinin kalibrlənməsi

- Başqa bir xüsusi test qurğusu ilə gecəgörmə sistemlərində istifadə edilən bütün cihazlar kalibrlənə bilər. (Şəkil 3.27)



Şəkil 3. 27. Gecəgörmə sistemlərinin kalibrlənməsi

- Laboratoriyada yaradılan xüsusi test qurğuları ilə gecə görmə sistemlərində istifadə edilən bütün cihazların kalibrlənməsi həyata keçirilir. Bundan əlavə optik və qırmızı nöqtəli kolimator nişangahlarının parametrlərini ölçmək üçün istifadə edilən cihaz və qeyri-standart stendlərin kalibrlənməsi prosesi tam şəkildə laboratoriyada reallaşdırılır. Müəssisələrdə müasir tələblərə uyğun Metrologiya və kalibrləmə laboratoriyalarının inkişafı konsepsiyası mühüm bir sahə kimi daima inkişaf etdirilməkdədir.

IV FƏSİL. CİHAZQAYIRMA TEXNOLOGİYASININ NƏZƏRİ ƏSASLARI

4.1. Texnoloji proseslərin tərkibi və layihələndirilməsi prinsipləri

İstehsalatın yaradılması məsələsinin həlli zamanı texnoloji proseslərin perspektiv inkişaf səviyyəsini nəzərə almaqla gələcəyin istehsalat sahəsini yaratdığımızı unutmamalıyıq. Yəni, istehsalatı qurarkən biz çalışmalıyıq ki, istehsal prosesində texnoloji proseslərin ən yeni, iqtisadi cəhətdən ən səmərəli və optimallaşdırılmış variantını istifadə edək. Dövlət standartlarında (DÜST) həmin məsələlərin həlli qaydaları öz əksini tapır və bu sənədlərdə məqsədəuyğun icra ardıcılıqları haqqında göstərişlər şərh edilir. Beləliklə, məqsədə çatmaq üçün lazım olan əməliyyatlar ardıcılığını elə qurmalıyıq ki, biz bu işləri yüksək səviyyədə, keyfiyyətli və səmərəli yerinə yetirə bilək.

İstehsal predmetinin halını və formasını dəyişən və müəyyən emaldan ibarət olan istehsalat prosesinin hissəsi texnoloji proses adlandırılır.

Texnoloji prosesin iki əsas mərhələyə ayırılır: parçaların hazırlanması və yığılı.

Parçaların hazırlanmasının texnoloji prosesi - ilkin özülün hazırlanması və onun sonrakı emalı proseslərindən ibarətdir.

Birinci mərhələ olaraq bütün detalların cizgiləri, texniki şərtləri, dəqiqlik normaları, xüsusi şərtlərə qoyulan tələblər, istismar şərtləri, detalın təyinatı, cihaza aid daxil olan dəstləyicilər nələrdir və s. bunlar hamısı öyrənilməlidir. Yəni, istehsalata başlamamışdan əvvəl nə istehsal olunacaqsa bu işləməni aparən mütəxəsisin verdiyi cizgini təhlil etməli-öyrənməliyik. Bununla biz nə istehsal etdiyimizi və tələb olunan şərtləri öyrənmiş oluruq.

İkinci mərhələdə eyni zamanda dəyişməz cizgilər əsasında hazırlanmalı olan yarımfabrikatların, parçaların, yığım vahidlərinin miqdarı müəyyən olunmalıdır.

Üçüncü mərhələ olaraq həmin işlərə uyğun texnoloji prosesin qurulmasıdır. Texnoloji prosesin qurulması bizə lazım olan avadanlıqların alınması, yerləşdirilməsi ilə formalaşdırılır. Yəni, görülən işə uyğun olaraq istehsal prosesinin yaradılmasıdır.

Dördüncü mərhələ olaraq qurğuların bütün hissələri hazırlanır və son hazırlamalardan keçərək bir qurğu şəklində yığılır və sonda istehsal prosesi başa çatdırılır.

İstehsal prosesi standartı uyğun olaraq dörd mərhələyə bölünür:

1. Obyektin öyrənilməsi;
2. Obyektin tərkib hissələrin seçilməsi;
3. Obyektə uyğun istehsal prosesinin yaradılması;
4. İstehsal və qurğunun ortaya qoyulması.

Məhsulun istehsalı üçün texniki tapşırıqdan irəli gələn bütün şərtlər nəzərə alınmalıdır. İstehsal keyfiyyətli olmalı və qısa müddətdə yerinə yetirilməlidir. İstehsalın təşkili üçün bu şərtlərə əməl əsas prinsipləri özündə əks etdirir.

Vahid layihələndirmə üsulu.

Bu üsul istehsal prosesinin təşkili üçün qəbul edilmiş və sovetlər birliyi dövründə geniş istifadə sahələrinə malik olmuşdur. Amma üsulun əsas bazası İngiltərədə formalaşmışdır. Vahid layihələndirmə hər hansı bir işin bütöv şəkildə layihələndirilməsi və hər bir bölmədə də ayrı-ayrılıqda istehsalatın layihələndirilməsidir. Bu çoxlu sayda nomenklaturası olan məmulatların geniş istehsalında tətbiq edilir. Nomenklatura dedikdə məmulata daxil olan hər bir elementin ayrılıqda sayı nəzərdə tutulur.

Vahid layihələndirmə üsulunda blokların ayrılaraq geniş sahədə unifikasiya olunmaq şərtilə layihələndirilməsi aparılır ki, bunun əsasında istehsal prosesi layihələndirilir. Bu üsulun müsbət cəhəti odur ki, o, çox geniş sahədə istehsalı təşkil etməyə imkan verir.

Mənfi cəhəti isə odur ki, işə başlayanda, nəzəri cəhətdən məlum olduğu kimi, istehsalın yaradılması üçün çox böyük maliyyə vəsaiti tələb olunur.

İstehsal prosesinin yaradmasını mümkün qədər qısa müddətdə başa çatdırmaq lazımdır. Ləngimələr olduqda artıq yeni texnologiyalar yaradılır və sizin yaratdığınız istehsal prosesi köhnələ və səmərəliliyini itirə bilər.

Vahid layihələndirmə üsulunun xarakterik cəhəti çoxlu sayda alt strukturların (kiçik istehsal qrupları) yaradılmasıdır. Kiçik istehsal qruplarının yaradılması idarəetmə sərbəst olduğu halda mobilliyi azalda bilər. Bunlar istehsal sürətini və keyfiyyətini aşağı salan faktorlardır. Bu faktorlar isə istehsal olunan məhsulun bahalaşmasına gətirib çıxarır. Bizə lazım olan isə məhsulun optimallaşdırılması və ucuzlaşdırılmasıdır. Ucuzlaşdırmanı təmin etməyin ən rahat yolu unifikasiyadır. Unifikasiyalaşdırmada detal ehtiyacı azalır ki, müxtəlif variantlarda istifadə olunması mümkün olsun. Nəticədə, unifikasiya olunmuş məhsula ehtiyac artır və çox sayda müxtəlif məmulatların istehsalında da istifadə olunur.

Unifikasiya olunmuş texnoloji proseslər.

Unifikasiya olunmuş texnoloji proseslər iki növə bölünür bunlar tipik və qrup texnoloji proseslərdir.

1. Tipik texnoloji proseslər. Texnoloji prosesin işlənməsinin rəşional sistemi onun növlərə ayırma prinsipini müəyənələşdirməyə imkan verir. Texnoloji prosesin növlərə ayırma prinsipi dedikdə hazırlanan detalların konstruktiv-texnoloji

siniflərə (növlərə) ayrılması və bu növlərin hər biri üçün tipik texnoloji prosesin tərtib edilməsi başa düşülür. Texnologiyayı təşkil edəndə növləşdirmə addımını həyata keçirməliyik. Texnoloji prosesi hazırlanan detalların müxtəlif bölmələr üzrə istehsalın növünə uyğun olaraq təşkil edilir.

Tipik texnoloji proses dedikdə ümumi konstruktiv əlamətlərə malik məmulatlar qrupu üçün eyni tərkib və ardıcılıqla səciyyələnən texnoloji proseslər və keçidlər başa düşülür (DÜST 31109-73).

Bütün bunların hamısı dövlət standartı DÜST 31109-73-də öz əksini tapır.

Texnoloji proseslər növlərin ayrılmasına görə mahiyyətə aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Müxtəlif parçalar, detallar (yığma daxil olur, ümümlikdə məmulatın istehsalında istifadə olunur) siniflərə bölünür. Siniflərə ayırma detalın konfigurasiyasından, ölçülərindən, səthinin hamarlığının keyfiyyətindən asılıdır.

2. Siniflərə ayırdıqdan sonra hər bir sinif üçün uyğun detalları bir yerə toplamaq lazımdır. Sinifləsədmədə detalları bir sinif kimi göstərərək istehsalı təşkil etmək lazımdır. Bütün bunlar çox vacib məsələlərdir.

3. Ünvanlama - yeni nömrələmə aparılır və bir detalı digər detalla qarışdırmamaq üçün istifadə edilir. Elə etmək lazımdır ki, bir detalı digər bir detalın yerinə montaj vaxtı quraşdırmaq mümkün olmasın. Hər bir texnoloji prosesin növü öz mahiyyəti etibarilə emal prosesini göstərməlidir. Biz istehsalat yaradanda bu sinif üçün hansı istehsal prosesindən keçməli olduğumuzu göstərməliyik. Hər bir əməliyyatın hərəkət planı olmalıdır.

4. Növləşdirmə ilə əlaqədar işlərin elmi tərəfi də vardır. Nəticələrin təhlili aparılmalı, alınmış elmi nəticələrin istehsalata tətbiqi təmin olunmalıdır. Elmi nəticələrin istehsalata tətbiqi məhsulun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına xidmət etməlidir.

2. Qrup texnoloji prosesləri. Qrup texnologiyasının əsasında detalların istehsalının əlamətlər üzrə birləşdirilməsi-qruplaşdırılması durur. Parçanın emalı zamanı onun təyinatından asılı olmayaraq aşağıdakı əlamətlər üzrə birləşdirilməsi-qruplaşdırılması aparılır:

- konstruktiv tərtibat;
- texnoloji əməliyyatlar;
- keçidlərin ümumiliyi.

Bu, vahid və kiçik seriyalı istehsal şəraitində detalların çoxunun kütləvi və böyük seriyalı istehsalə xas olan yüksək məhsuldarlıqlı üsullarla hazırlamağa imkan verir.

Cihazlar üçün əsas tələblər - etibarlılıq, dəqiqlik, əməliyyatın sadəliyi, kiçik çəki və ölçüləri, həmçinin səmərəli istehsalıdır. Əməliyyat prosesində təyyarədə istifadə edilən qurğular onların dəqiqlik və etibarlılığı əhəmiyyətli dərəcədə bir sıra iqlim və mexaniki amillərin təsirinə məruz qalırlar.

Cihazların istismarı -60 -dan $+ 50$ °C-yə qədər geniş temperatur intervalında (bəzi hallarda $+ 100$ °C və ya daha yüksək) cihazların hissələrinin həndəsi ölçülərinin və materialın fiziki parametrlərinin dəyişməsi, eləcə də elektrik müqavimətinin azalması ilə xarakterizə olunur. Cihazların göstəricilərinə temperatur dəyişməsinin mənfi təsiri kiçik temperatur əmsallı materialların, donmayan yağların və s. tətbiqi, termokompensasiya sxemlərinin (məsələn, cihazlarda elastik-əsnək həssas elementlərlə) istifadəsi, cihazların və onların elementlərinin termostabilləşdirilməsi və həmçinin temperaturun təsirini nəzərə almaqla yığım metodlarının layihələndirilməsi ilə azaldılır.

Cihazların işinə uçuş hündürlüyünün artması ilə havanın təzyiqinin azalması böyük ölçüdə təsir göstərir. Bu, cihazların elektrik elementlərindən istilik ayrılmasının pisləşməsi, izolyasiya boşluqlarının deşilmə gərginliyinin azalması

şəklində özünü göstərir. Bu halda cihazların etibarlılığının yüksəldilməsi onların hermetikliyinin artırılması və təsirsiz qazlarla doldurulması ilə əldə edilir.

Cihazlar müxtəlif atmosfer şəraitində işləyir, tez-tez yüksək ekoloji rütubətə məruz qalırlar, bunun nəticəsində hissələrin korroziyası sürətlənir, izolyasiya müqaviməti azalır. Bu baxımdan paslanmayan materiallardan, boya, lakdan və qalvanik örtüklərdən istifadə etmək, həmçinin cihazların hermetikləşdirilməsi və onların təsirsiz qazla doldurulması lazım gəlir.

Alətlərin dəqiqliyi və etibarlılığı təkcə iqlim amillərinin təsiri altında deyil, həm də təyyarələr xətti və bucaq sürətlənmələri ilə hərəkət edərkən yaranan ətalət qüvvələri ilə müəyyən edilən mexaniki təsirlər, habelə alətlərə düşən vibrasiya yükləri nəticəsində azalır. Qurğuların işinə mexaniki amillərin təsirinin azaldılması onların hərəkət edən sisteminin balanslaşdırılması, amortizatorların və digər üsulların tətbiqi ilə həyata keçirilir. Vibrasiya yüklərinin dağıdıcı təsirinin qarşısını müvafiq materiallardan hazırlanmış aşınmaya davamlı hissələrin istifadəsilə çox asanlıqla almaq olar. Hissələrin səthi sərtləşdirmə texnologiyasından istifadə edərək işlənməlidir.

Cihazın verdiyi məlumatların dəqiqliyi məhsulun (maşın sisteminin) təyin edilmiş tapşırığı yerinə yetirmək qabiliyyətini böyük ölçüdə müəyyən edir.

Alətlərin istehsal qüsurları ilə bağlı olan xətalara müəyyən edən bəzi amilləri nəzərdən keçirək.

Şkalanın texniki qüsurları. Kalibrələnmiş alətlər üçün bu qüsurlar siferblat tərzilərinin qeyri-dəqiq istehsalının nəticəsidir.

Standart şkalası olan cihazlar üçün xətalər hissələrin, ölçü və kinematik zəncirlərin istehsalında və tənzimləmənin qeyri-dəqiqliyi səbəbindən yaranır.

Sürtünmə xətası. Bu xətalər diyircəkli yastıqlar və digər hərəkətli hissələrdə sürtünmə nəticəsində yaranır. Onlar əsasən işlənmiş səthlərin codluğu dərəcəsindən, hissələrin formasının qeyri-müntəzəmliyindən və montaj texnologiyasından asılıdır.

Boşluqlardan yaranan xətalər. Cütləşmiş qarşılıqlı sürtünən səthlər arasındakı boşluqların ölçüsü cihaz göstəricilərinin dəqiqliyini təsir edir. Bu dizayn həm də (xətalərin düzgün seçilməsi və açılış) və texnoloji (ölçü və formalı müşahidə) amillərindən asılıdır. İstifadəyə verilmiş cihazlar əlverişli və texniki xidmətin asan olması baxımından qoyulan tələblərə cavab verməlidir. Bu tələblərin yerinə yetirilməsi başlanğıc tutacaqların, düymələrin, tənzimləyici qurğuların və s. keyfiyyətindən asılıdır. Cihazların ümumi ölçüləri və çəkisi kiçik olmalıdır. Cihazların çəkisi cihazların yüngül ərintilərdən hazırlanmış hissələri ilə doyma dərəcəsindən, həmçinin mikrominiatizasiyanın həyata keçiril-məsi səviyyəsindən asılıdır.

İstehsalatın texnoloji hazırlanması (İTH) problemin mürəkkəb və kompleks həllini nəzərdə tutur. Ümumilikdə İTH məsələsinin həlli dedikdə cihazların, cihaz komplekslərinin və idarəetmə sistemlərinin xidməti təyinatına tam cavab verən ən səmərəli variantın hazırlanmasının təmin edilməsi başa düşülür. Bu problemi həll edərkən, verilən istehsalat şərtlərində emalatxanalar tərəfindən tədarük olunan yarımfabrikatlardan bitmiş hissələrə, daha sonra montaj və sınağa keçid üçün optimal variant tapmaq tələb olunur. Məmulatın hazırlanmasının seçilmiş optimal variantı texnoloji marşrutun bütün mərhələlərində onun qiymətinin minimal olmasını təmin etməlidir.

Ona görə də İTH – nı həyata keçirərkən çoxlu sayda müxtəlif faktorların təsirini nəzərə almaq lazımdır. Həmin faktorların təsir əmsalını müəyyənləşdirmək və sintez etməklə uyğun texnoloji proses işlənir. Bu şərtlər daxilində texnoloji prosesin DÜST 14.301—73-ə uyğun olaraq müəyyən ardıcılıqla yerinə yetirməsi məqsədəuyğundur:

1. Cihazların və onun sistemlərinin parçalarının onların xidməti təyinatına, yığmaq üçün qoyulan qaydalara, ətraflı işçi cizgilərə, texniki şərtlərə, dəqiqlik standartlarına və xüsusi iş şəraitinin tələblərinə uyğun olaraq öyrənmək;
2. Dəyişməz cizgilərə görə müyyən zaman müddətində istehsal ediləcək yarımfabrikat (natamam) məhsulların, hissələrin, montaj vahidlərinin sayını müəyyənləşdirmək;
3. Gələcək texnoloji proseslərin növlərini və təşkilati formalarını (axın və ya axınsız istehsal; axın növləri, təşkilat formaları) təsvir etmək;
4. Texniki parçaların birbaşa yarımfabrikat məhsulundan istehsalı iqtisadi cəhətdən səmərəli deyilsə və ya fiziki cəhətdən qeyri-mümkündürsə, ilkin özülün alınmasının texnoloji proseslərini işləmək.

Texnoloji proseslər bütün mərhələlərdə bir neçə mümkün variantlardan seçilməli və realizasiyası nisbətən əlverişli olmalıdır. Yuxarıda göstərilən İTH işləri içərisində texnoloji proseslərin layihələndirilməsi xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Ona görə də yeni və təkmilləşdirilmiş tanınmış texnoloji proseslərin tətbiqi zamanı onların layihələndirilmə üsullarının seçimi böyük əhəmiyyəti kəsb edir. Hazırkı dövrdə cihazqayırmada texnoloji proseslərin layihələndirilməsi zamanı tez-tez vahid layihələndirmədən istifadə edilir. Məmulatların böyük nomenklaturası və hələ də gələcəkdə məmulatların istehsal

nomenklaturasının çoxaldılmasına artan tələblər şəraitində bu üsul özünü doğrultmur.

Onun mənfi tərəfi-texnologiyanın hazırlanması və optimal variantın axtarılması üçün maliyyə vəsaitinin və sərf olunan zamanın çox olmasıdır ki, bu da mövcüd texnoloji proseslərin müasirləşdirilməsini və yeni texnoloji proseslərin tətbiqini ləngidir.

İstehsalat cihazlarının səciyyəvi xüsusiyyətləri (kiçik həcmli istehsalın böyük həcmi 70....80%; məmulatların nomenklaturasının dəyişikliyinə sıxlığı) , həmçinin iqtisadi göstəricilərin yaxşılaşdırılması (emal dəyərinin azaldılması, əməyin məhsuldarlığının artırılması) məsələləri və istehsalatın hazırlanması müddətinin ixtisarı – texnoloji proseslərin yeni layihələndirmə prinsiplərinin tətbiqi və təkmilləşdirilməsi kimi vacib texnoloji problemin həlli ehtiyacını yaratdı.

İstehsalatın idarəetmə və hazırlıq sisteminin keyfiyyətli təkmilləşdirilməsinin aparılması proseslərin tək-tək formasından vahid şəkə salınmış (unifikasiya edilmiş) formaya keçirilməsi zamanı mümkündür. Hal-hazırda unifikasiya üzrə işlər iki istiqamətdə aparılır: bunlardan biri - standart tətbiq digəri isə texnoloji proseslərin qrupşəkilli tətbiqidir. Standart texnologiya əsasən iri seriyalı və kütləvi istehsal şəraitində, qrupşəkilli texnologiya isə tək-tək xırda seriyalı və həmçinin iri seriyalı və kütləvi istehsalın kiçik istehsal əməliyyatlarının tsikli zamanı tətbiq olunur.

Bu problemin qoyulması və onun həll edilməsinin elmi sferada ilk addımları prof. A. P. Sokolovskiyə aiddir.

Tipik texnoloji proseslər. Texnoloji proseslərin hazırlanmasının rəasional sistemi onların tipləşdirmə prinsipini nizamlayır.

Texnoloji proseslərin tipləşdirməsi adı altında konstruktiv-texnoloji siniflər (tiplər) üzrə hazırlanan və hər hansı bir tipik texnoloji prosesin tərkibi olan detalların problemi başa düşülür.

Tipik texnoloji proses anlayışına - eyni tərkibli əksər texnoloji əməliyyatların ardıcılığı və ümumi konstruktiv əlamətli məmulat qrupları üçün keçidlə xarakterizə olunan texnoloji proses daxildir (DÜST 3.1109-73).

Tipik texnoloji proses verilmiş istehsalat şəraiti üçün müvafiq təsnifat qrupuna aid istənilən detalın konkret emal prosesindən ibarət ola bilər.

Tipik texnoloji prosesin mahiyyətinə aşağıdakılar daxildir:

1. Müxtəlif məmulat detalları siniflərdən və onların konfigurasiyasından, ölçülərindən, dəqiqlik və səth keyfiyyətindən asılı olaraq, yarımşinif və tiplərdə qruplaşdırılır. Məsələn, dişli halqalar, pərlər, vallar, metal borular; korpus və s. detal sinifləri üçün xarakterik sayılır. Detaiların formasından asılı olaraq bu siniflər öz növbəsində yarımşiniflərə bölünür (val sinfi üçün hamar, pilləli, çiyinli və s. yarımşinifləri ola bilər).

Yarımşinifləri bir-birindən ölçülərinə görə fərqlənən birtipli detallardan ibarət tiplərə ayırmaq olar.

2. Texnoloji oxşar detalların hər bir sinfi üçün (bir və bir neçə variantda) müvafiq sinfə daxil olan hər bir detalın emalında tətbiq edilə bilən tipik texnoloji proses işlənir.

3. Tipik texnoloji proses müvafiq sinif detalların emalı metodları müəyyən yarımşinif və ya növ detallarının emalının əməliyyat planı əməliyyatın tam ardıcılığı və müəyyən növ

detal emalına keçid barədə prinsiplial göstərişlərə malik olmalıdır.

4. Tipik texnoloji prosesin qurulmasında oxşar detalların hazırlanmasına dair sənaye nailiyyətləri və elmi tədqiqatları sistemləşdirirlər. Texnoloji prosesin davam etməsi üçün istənilən yeni detalın aid olduğu tipi müəyyənləşdirmək vacibdir. Bununla da texnoloji prosesin tərkibinin formalaşdırılması prinsipləri müəyyən olunur. Prosesin layihələndirilməsinin sürətlənməsi ilə yanaşı keyfiyyəti artır, belə ki, tipik texnoloji proses bütün vacib müqayisə və hesablamaların aparılması ilə həyata keçirilir.

Tipik texnoloji prosesin tətbiqi məmulatın iş həcmi əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa, məhsulların keyfiyyətini artırmağa, istehsalat hazırlığı dövrünü kiçiltməyə, əsaslandırılmış yeni vahid texniki normalar hazırlamağa, prinsipcə yeni emal metodlarını işləməyə və tətbiq etməyə imkan verir.

Vahid və seriyalı istehsalatda hər bir detal üçün fərdi texnoloji prosesin işlənməsində çoxseriyalı və kütləvi istehsalat xas olan yüksək istehsalat emal metodlarının tətbiqi kəskin məhdudlaşdırılır.

Vahid və azseriyalı istehsalın çoxseriyalı və kütləvi istehsal şərtlərinə yaxınlığı detalların emalının yüksək keyfiyyətli metodlarının istifadəsinə imkan verir ki, bu da elmi olaraq S.P. Mitrofanov tərəfindən işlənmişdir.

Qrupşəkilli texnologiyanın əsasında detalların yalnız konstruktiv qeydiyyatı deyil, həm də detalların təyinatından asılı olmayaraq, əksər detalların vahid və azseriyalı istehsal şəraitində kütləvi və çoxseriyalı istehsalat xas olan yüksək istehsalat metodları ilə istehsalata imkan verən texnoloji proseslər və emal keçidləri dayanır.

S.P. Mitrofanovun metodu əsasında ixtisaslaşdırılmış kompleks və tipik tənzimləmələr yaradılır. Bunlardan birincisi tək və azseriyalı kiçik istehsal üçün nəzərdə tutulub. Bu cür tənzimləmələrin əsasını təşkil edən texnoloji proses ardıcıl element - element səthinin işlənməsinin istifadəsi ilə xarakterizə olunur. Müxtəlif fərdiləşdirilmiş parametrlər toplusu ilə yalnız uzunluq və diametrlə deyil, həm də konfigurasiya ilə fərqlənən çox sayda hissə istehsal etmək mümkündür. Tipik ixtisaslaşdırılmış tənzimləmələr quraşdırılmış bir sinif və ya tip detallar üçün (buraxılan seriyalarla) hazırlanır.

Qrup texnologiyası üsulu emal üçün eyni tipli avadanlıq, ümumi qurğular və maşın parametrləri tələb edən hissələrin qruplarını müəyyən etməklə təsnifatlandırmaya əsaslanır.

Qrupşəkilli emal ayrılmış əməliyyatlarla yanaşı, ümumi əməliyyat ardıcılığına malik olan tam hazırlanmış detal qrupları üçün də tətbiq edilə bilər.

Qrupşəkilli emalın tətbiq edilməsi aşağıdakı hazırlıq işlərinin aparılmasını tələb edir:

- detalların təsnifatı (qruplaşdırma);
- detal qrupu üçün texnoloji prosesin işlənməsi;
- qrupşəkilli qurğular və alətlərin nizamlanmasının layihələndirilməsi;
- avtomatlaşdırmanın kifayət qədər yüksək səviyyədə təmin edilməməsi zamanı ixtisaslaşdırılmış texnoloji avadanlığın yaradılması və modernləşdirilməsi.

Qrupşəkilli metodun əsasında detalların emal növlərinin və texnoloji icmalının təsnifat prinsipləri dayanır.

Qrup yaradılarkən detalların hərtərəfli ölçüləri öyrənilir ki, bu da onların hazırlanmasında avadanlığın ölçüsü və imkanlarını müəyyənləşdirmək üçün vacibdir. Bundan başqa, ele-

mentlərin izahı, detal konfigurasiyası, səth və boşluqların emalı, işlənmiş səthlərin dəqiqliyi, boşluqların eyni tipliliyi və seriyalılıq kimi həndəsi formada öyrənilir.

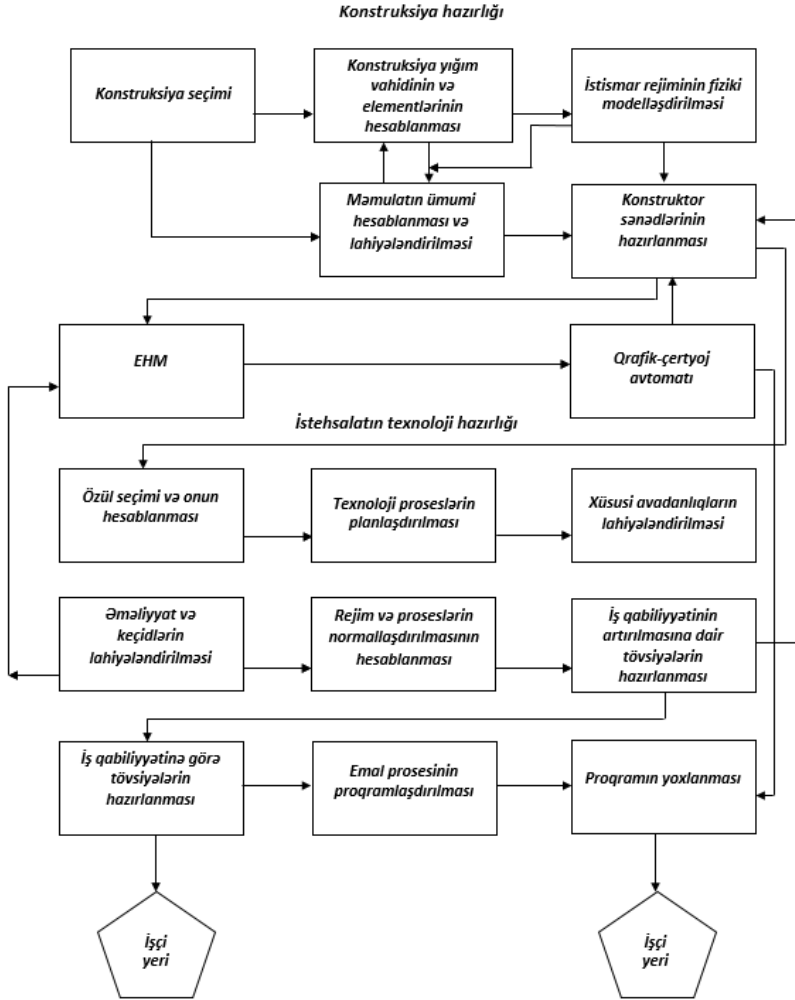
4.2. İstehsalatın texnoloji hazırlığının avtomatlaşdırılması

İstehsalatın texnoloji hazırlığının avtomatlaşdırılması anlayışı (DÜST 14.001-73). Mühəndis əməyinin avtomatlaşdırılması yaxın illərdə texniki inkişafın daha vacib və perspektiv istiqaməti hesab olunacaqdır ki, bu da istehsal prosesinin təsvirinin riyazi metodlar və alqoritmlərlə təsviri nəzəriyyəsinin işlənməsi sayəsində mümkün olmuşdur.

Müəssisələrin kompleks təkmilləşdirilməsi məsələləri müasir riyazi metodlar və kompüter texnologiyası vasitələrinin tətbiqi ilə layihələşdirilən texnologiyanın avtomatlaşdırılması probleminin ön plana çıxmasına təkan verir.

Son vaxtlaradək əsas diqqət avtomatlaşdırılmış avadanlıqlar (avtomat maşınlar və Rəqəmsal İdarəetmə **CNC**- dəzgahları) əsasında məmulatların hazırlanma prosesinin avtomatlaşdırılmasına yetirilirdi. Hal-hazırda hazırlanma texnologiyası baxımından bu kifayət qədər yetərli deyil, belə ki, yalnız hazırlanma prosesini əhatə edən avtomatlaşdırma istehsalın təşkili və texniki inkişafını tələb edən vacib prosesləri təmin etməyə imkan vermir.

Maşın- və cihazqayırmada texnologiyanın layihələndirilməsi prosesi daha çox əmək tələb edən prosesdir. Texnologiyanın layihələndirilməsində peşəkar texnoloqların sayı əhəmiyyətli yer tutur. Belə ki, çox sayda texnoloqların dəstəyi ilə layihələndirilmə metodikası kifayət deyil, və burada, həm uzun müddət, həm də icraçıların yüksək klassifikasiyası tələb olunur. Bəzən hər şeyin uyğunluğu təmin olunsada optimal həllin əldə edilməsi mümkün olmur.



Şəkil 4.1. Detalların hazırlanması və layihələndirilməsi proseslərinin kompleks avtomatlaşdırılması sistemində informasiyaların emalı sxemi.

Hazırlanma: Dəstəklə idarəolunan maşın. Proqramla idarəolunan maşın. Əgər bu günə qədər texnologiya hazırlığının avtomatlaşdırılması problemini ayrıca həll etmək mümkün idisə, hazırda bu məsələyə istehsal hazırlığının bütün mərhələlərinin avtomatlaşdırılması, o cümlədən, konstruksiyalandırılması, normalaşdırılması və planlaşdırılması problemlərilə razılaşdırılmalıdır.

İstehsal texnologiyasının hazırlığına aşağıdakılar aiddir: məmulat konstruksiyasının texniki şərtlərinin təmin edilməsi; texnoloji proseslərin layihələndirilməsi; texnoloji avadanlığın layihələndirilməsi və hazırlanması; istehsalın texnoloji hazırlığının təşkil edilməsi və onun idarə olunması. Sadalanan məsələlər istehsalın texnoloji hazırlığına aid həmçinin, məmulatın konstruktiv - texnoloji təhlili; istehsalatın təşkilat - texnoloji təhlili; istehsal gücünün hesablanması; maddi və əmək normativlərinin müəyyənləşdirilməsi; texnoloji proseslərin hazırlanması və tətbiqi işləri.

İstehsalat hazırlığı zamanı formalaşan informasiya başlanğıc məlumat kimi Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərində (TPAİS) istifadə olunur.

Texnoloji proseslərin layihələndirilməsinin avtomatlaşdırılmasında kompüter texnikasının tətbiqi. Ümumi görünüşdə adi dəstəklə idarəetmə, kompüter rəqəmsal idarəetmə (CNC) maşınları, prosessor texnikası əsasında istehsal proseslərinin kompleks avtomatlaşdırılması sistemində informasiyanın emalı sxemi şəkil 4.1-də göstərilmişdir. Sxem istehsalatın texnoloji hazırlığının avtomatlaşdırılmasının ümumi prinsiplərini təsvir edir.

İstehsalatın kompleks təkmilləşdirilməsinin əsası tipik və qrupşəkilli texnologiyada təsvir olunmuş bütün texnoloji proses elementlərinin birləşməsindən ibarətdir. Bu problemin

həllində hesablayıcı texnika - işi tezləşdirməyə və onun keyfiyyətini artırmağa imkan verən effektiv vasitədir.

Cihazqayırmada texnoloji proseslərin layihələndirilməsində kompüter texnikasının istifadəsinin vacibliyi istehsalın xarakterinə əsasən müəyyənləşdirilir. Məsələn, seriyalı və fərdi istehsalatda əməliyyat texnologiyası əksərən layihələşdirilmir, marşrut üsulu ilə məhdudlaşır. Bu halda optimal texnoloji prosesə zamanət verilmir, belə ki, bir çox suallar iş yerində müvafiq təcrübə və bilik səviyyəsinə malik istifadəçilərlə həll olunur. Kompüter texnikasının vasitəsilə texnoloji layihələndirmənin avtomatlaşdırılması müvafiq proseslərin düzgün riyazi modellərinin hazırlanması şəraitində optimal əməliyyat texnologiyasını əldə etməyə imkan verir.

Riyazi modelin mövcudluğu - texnoloji proseslərin maşınli layihələndirilməsinə keçid üçün mütləq şərtidir.

Maşın- və cihazqayırma müəssisələrində istehsalat hazırlığının avtomatlaşdırılması bir tərəfdən konstruktor işinin avtomatlaşdırılması ilə açıq şəkildə əlaqəlidir; digər tərəfdən - texnoloji proseslərin idarəedilməsi üçün daha tam informasiya əldə edilməsinə imkan verir.

4.3. Texnoloji proseslərin modelləşdirilməsi və tələblər

Texnoloji layihələndirmənin müasir prinsiplərini həyata keçirmək üçün texnoloji proseslərin modellərinin yaradılması vacibdir. Texnoloji proses modellərini qurarkən ilk növbədə, onu bir sıra standart simvollarla təsvir etmək, bir neçə rəsmi dilə tərcümə edərək şifahi şərh etmək zəruridir. Bu halda texnoloji prosesin şərhinin EHM dilində təqdim edilməsi və bunun köməyi ilə texnoloji layihələndirmə məsələlərinin həll edilməsi imkanı yaranır.

Texnoloji prosesin zəruri etibarlılıq səviyyəsində şərhinin formal (riyazi) qurulması onun formalaşdırılması adlanır. Texnoloji prosesin formalaşdırılmasının nəticəsi – onun modelinin qurulmasıdır. Modelin hazırlanması texnoloji prosesin mürəkkəb sistem kimi, ümumi halda zamandan asılı olan və ehtimal xarakteri daşıyan parametrlərin təqdim olunmasına əsaslanır.

Beləliklə, texnoloji proses modeli özündə funksional sxemlərinin, tənliklərin, məntiqi operatorların, nomoqramların, cədvəllərin və s. toplusunu birləşdirir ki, onların köməyi ilə sistemin vəziyyətinin proses parametrlərindən, giriş siqnalından və zamandan asılılığı müəyyənləşir.

Konkret texnoloji prosesin təsvirinin riyazi qurulmasının mürəkkəbliyi onun öyrənilmə səviyyəsindən və tələb olunan modelin spesifik xüsusiyyətlərindən asılıdır. Müasir cihaz-qayırmada çoxəməliyyatlı texnoloji proseslər üçün adətən formalaşdırma və ayrı - ayrı əməliyyat modellərinin qurulması başa çatdıqdan sonra onlar arasındakı qarşılıqlı əlaqə izlənilir. Belə ki, texnoloji prosesin riyazi modeli proses göstəriciləri (dəqiqlik, etibarlılıq, istehsal, iqtisadi effektivlik və s.) arasındakı asılılıq sistemini təqdim edir. Burada proses parametrlərinin simulyasiya sxeminə daxil olan sistem parametrlərini dəqiq aydınlaşdırmaq çox vacibdir. Modelləşdirilən texnoloji prosesin hərtərəfli əhatə səviyyəsi modelə qoyulan tələblərdən asılıdır.

Vacib tələb - real texnoloji proseslə modelin uyğunluğunun dəqiqliyidir. Modelin dəqiqliyi müxtəlif fiziki təbiətlərdə proses parametrlərinin qarşılıqlı fəaliyyətinin diqqətli öyrənilməsi və şərhilə təmin olunur.

Modelin tələb olunan dəqiqliyi prosesin təyinatından və əhəmiyyətindən asılıdır. Belə ki, bütün hallarda daha dəqiq sayılan mürəkkəb modelin tətbiq olunması nəticəsində EHM-

də texnoloji prosesin layihələndirilməsi zamanı əsaslandırılmayan vaxt itkisinə səbəb ola bilər. Buna görə də eyni bir proses və ya əməliyyat üçün müxtəlif dəqiqlik və mürəkkəblik səviyyəsinə malik model yığımına sahib olmaq məqsədəuyğundur. Lakin hələ də texnoloji proses modellərinin dəqiqliyinin qiymətləndirilməsinin yetərli universal üsulu yoxdur. Bu məqsədlə riyazi modelləri istifadə etmək olar [26-28].

Aydınlaşdırılan texnoloji proses modeli olaraq onun digər tələb onun daha kiçik həssaslığa malik variantı qəbul edilə bilər. Modelin həssaslığının artırılması iş prosesi modelləşdirilən texniki - iqtisadi göstəricilərin (dəqiqlik, istehsal, iqtisadi effektivlik və s.) texnoloji parametrlərinin tədqiq olunan ədədi qiymətləri aşağı dəqiqlikli modelə müqayisədə daha əhəmiyyətli dəyişikliklərlə xarakterizə olunur.

Əksər hallarda modelin yüksək həssaslığı konkret texnoloji proses və ya əməliyyatın riyazi təhlilini məhtudlaşdırır. Baxılan modellərdə həssaslığın müəyyənləşdirilməsi üçün həssaslıq nəzəriyyəsinin əsas müddəələrindən istifadəsi məqsədə uyğundur.

Texnoloji layihələndirmədə kompüterlərin tətbiqi ilə bağlı olan əsas tələb - modelin fasiləsizliyidir. Bu tələb adı altında texnoloji rejimlərin geniş diapazonu üçün eyni bir modelin istifadə oluna bilməsi başa düşülür. Əgər model rejim dəyişikliyinə bütün diapazonlarında fasiləsizlik xassəsinə malik deyilsə, onun adekvatlığının yoxlanmasının vacibliyi səbəbindən hesablama proqramları əhəmiyyətli dərəcədə mürəkkəbləşir.

Texnoloji proses modellərinin təsnifatı. Texnoloji proseslərin analizinə sistem şəklində yanaşsaq, onda, modelləri şərti olaraq: müəyyənədicisi və ehtimal; statik və dinamik; kombinə olunmuş (sadalanan xüsusiyyətləri birləşdirən) kimi növlərə ayırmaq olar. Texnoloji prosesin müəyyənədicisi

modelinin qurulması birbaşa fiziki kəmiyyətlər arasındakı funksional asılılıq anlayışından qaynaqlanır:

$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

burada, y - prosesin modelləşdirilən texniki - iqtisadi göstəricisi; x_1, x_2, \dots, x_n - texnoloji proses parametrləridir.

Müəyyənədicə modelin mövcudluğu prosesin tədqiq olunan y göstəricisi və texnoloji parametrlərin qiymətləri (məsələn, təzyiq, temperatur, kəsim sürəti və s.) arasındakı birmənalı funksional asılılığı ifadə edir.

Texnoloji prosesin ehtimal modellərinə - prosesin texniki - iqtisadi göstəricilərinin paylanma qanunu və onun parametrləri arasındakı əlaqənin formaləşdirilmiş təsvirinin nəticəsinə həm təsadüfi kəmiyyət, həm də təsadüfi funksiya səviyyəsində baxıla bilər. Prosesin ehtimal modeli adətən statistik kütlə, paylanma qanunu, reqressiya tənliyi, avtokorrelasiya funksiyası və s. [26] kimi təqdim olunur.

Müəyyənədicə və ehtimal modelləri bir - biri ilə yaxın qarşılıqlı əlaqədə olub, birinci təcrübi yoxlama və təcrübi məlumatların statistik işlənməsini tələb edirsə, ehtimal modellər - konkret texnoloji prosesin fiziki - kimyəvi xüsusiyyətlərini təsvir edən nəzəri fərziyyələrin hesaba alınması ilə qurulur. Bu qarşılıqlı əlaqə texnoloji proseslərin optimal parametrlərinin axtarışı zamanı yerinə yetirilməsi planlaşdırılan eksperiment metodlarında aydın görünür.

Müəyyənədicə statik modellər - zamandan asılı olmayaraq texnoloji prosesin texniki - iqtisadi göstəriciləri ilə onun parametrləri arasındakı funksional asılılığı ifadə edir. Bir qayda olaraq, bu modellər cəbri tənliklər sistemi kimi göstərilir.

Müəyyənədicə dinamik modellər - texnoloji proseslərin formalaşdırılmasının nəticəsi olub, parametrləri zamanın funksiyası hesab edilir və ya zaman parametrlərindən istifadə etməklə yaradılır.

Ehtimal - dinamik modellər - real hadisə funksiyası kimi texnoloji prosesin parametrləri və onun texniki - iqtisadi göstəriciləri arasındakı əlaqəni təsvir edir. Belə modellərin dinamik xarakteristikası riyazi gözləmə və təsadüfi proseslərin korrelyasiya funksiyası ilə kifayət qədər tam müəyyənləşdirilir.

Ehtimal statik modellər - zamandan asılı olmayaraq təsadüfi kəmiyyət kimi baxılan texnoloji prosesin vəziyyətinin parametrləri arasındakı qarşılıqlı əlaqəni göstərir.

Hazırda texnoloji prosesin formalaşdırılması sxemini riyazi asılılığın məntiqi struktur sxemi kimi təsvir etmək qrafik və cədvəl məlumatlarını təqribi ifadələrlə əvəz etmək mütləqdir. Belə ki, bu, kompüterə məlumatın daxil edilməsinin metod və vasitələrinin inkişafı proseslərinin funksional sxemlərinin cihaz layihələndirilməsi texnologiyasına, həmçinin şifahi şərhinə və qrafik təsvirinə imkan verəcəkdir.

Texnoloji proses modelinin qurulmasının ilk mərhələsi diqqətli və hərtərəfli öyrənməkdir. Bu zaman artıq mərhələdə tipləşdirmə və qrupşəkilli metodları istifadə etməyə icazə verən prosesin əsas qanunauyğunluqları öyrənilməlidir. Bu metodların tətbiqi prosesin sonrakı formalaşdırılmasını asanlaşdırır, belə ki, texnoloji prosesin qurulmasının vahid sxemini, həmçinin, keçidlər, quraşdırmalar və s. işarələməyə imkan verir.

Texnoloji proseslərin öyrənilmə mərhələsində eksperimentlərin aparılması, bu zaman əldə olunan məlumatların işlənməsi, həmçinin əvvəlcədən toplanmış təcrübə materiallarının ümumiləşdirilməsi daxildir. İşin bu hissəsinin aparılmasının vacibliyini proses hazırlığında müəyyənədicə və ya adekvat ehtimal modelinə malik olmayan müxtəlif (kimyəvi, elektrik,

maqnit və s.) əhəmiyyətli xüsusi çəkisi yüksək, real fiziki əməliyyatların aparılmasını diktə edir.

İnformativ təsvir, bu texnoloji prosesin öyrənilməsi məqsədilə aparılmış əvvəlki mərhələnin nəticəsinin təqdim olunma formasıdır. O, texnoloji zəncirin qrafik şəkli və bütün əməliyyatların zəruri şifahi və yazılı şərh kimi təqdim oluna bilər. Qurulmuş modelin təyinatı, texnoloji proses parametrlərinin siyahısı və onların ərtaflı xarakteristikası (cədvəl, qrafik və s.), peşəkar - texnoloq tərəfindən tərtib edilən və adətən dəqiq riyazi formada təqdim edilməyən, lakin texnoloji prosesin formalaşması sxeminin əsası hesab edilən informativ təsvir daxildir.

Texnoloji prosesin formalaşdırılmış sxemi, bu informativ təsvirlərdən riyazi modelə keçid mərhələsi hesab edilir. Formalaşdırılmış sxemə daxildir: layihələşdirilən prosesin sistem parametrləri; ilkin şərtlərin mahiyyəti; erkən öyrənilmiş əməliyyatların və keçidlərin modelləri.

Sadalanan məlumatlarda prosesin informativ təsvirinin hazırlanması mərhələsinə baxılır, lakin o, formalaşma sxeminə funksional sxem kimi, qısa şifahi açıqlama və s. cəmləşdirilmiş formada daxildir.

Texnoloji prosesin riyazi modeli - prosesin formalmalaşdırılmasının son nəticəsi hesab edilir. Bu zaman texniki - iqtisadi göstəricilər və proses parametrləri arasındakı bütün nisbət analitik asılılıq formasında təsvir olunur.

Texnoloji layihələndirmədə kompüterlərin tətbiqi süni alqoritmin qurulmasını tələb edir. Süni alqoritm prinsipcə texnoloji proses modelinin qurulması üzrə bütün suallar həll edildikdən sonra qurulur.

Kompüterdə məsələnin proqramlaşdırması və onların həlli - texnoloji prosesin layihələndirilməsinin texniki

mərhələsidir. Kompüterin konkret tipi ilə bağlı olmamaq üçün süni alqoritmi operator sxemi kimi təqdim etmək məqsədə-uyğundur.

Tipik və qrupşəkilli texnoloji proseslərin süni alqoritmi qurularkən operator yazı forması xüsusilə uyğundur və məqsədyönlüdür.

Texnoloji layihələndirmədə EHM tətbiqi zamanı texnoloji proseslərin tipləşdirilməsi və qrupşəkilli texnologiya metodları xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu metodların istifadəsi birləşmiş formalaşdırma sxemlərinin, modellərinin və alqoritmlərinin quruluşuna baxmağa imkan verir ki, bu da iş həcmi texnologiyanın layihələndirilməsi tsiklinə əvvəlki kompüterlərin daxil edilməsini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır.

4.4. Etibarlılıq və onun təmin edilməsi

Etibarlılıq - ən vacib göstəricidir. Onun yüksəldilməsi məhsulun mayadəyərini və istismar xərclərini azaldır və məmulatın ehtiyatını artırır. Eyni zamanda, dəstləyicilərin və montaj elementlərinin etibarlılığının artırılması, məhsulun çəkisini və ölçüsünü (parçaların möhkəmliliyinin ehtiyat əmsalları azalır, rezervləmə aradan qaldırılır və s.) azaltmağa imkan verir. Etibarlılıq dedikdə müəyyən istismar şəraiti və tələb olunan zaman müddətində məmulatın verilmiş funksiyaları verilmiş xüsusiyyətlərlə yerinə yetirilməsi imkanını təmin etmə xüsusiyyəti başa düşülür.

Məmulatın etibarlılığı onun imtinasızlığı, təmir olunma qabiliyyəti, mühafizəsi və həmçinin onun hissələrinin uzunömürlülüüyü ilə şərtlənir.

İmtinasızlıq - məmulatın öz iş qabiliyyətini tələb olunan müddət ərzində saxlaması xüsusiyyətidir.

Təmirə yararlılıq - məmulata texniki xidmət göstərilər kən və təmir zamanı imtinaların öncədən bilinməsi, aşkarlanması və aradan qaldırılması imkanlarını əhatə edən xüsusiyyətidir.

Saxlanma müddəti - məmulatın iş qabiliyyətini (texniki xarakteristikalarını) texniki tələblərlə təyin edilmiş saxlama və daşınma müddətindən sonra saz və işçi vəziyyətdə olmasıdır.

Uzun ömürlük - məmulatın son vəziyyətə qədər işləmə qabiliyyətini saxlamaq xüsusiyyətidir. O, məmulatın texniki sənədləşdirmələrində verilən effektivlik və ya təhlükəsizlik tələblərinin azalması ilə şərtlənən son vəziyyətdir. Etibarlılığın kəmiyyətə qiymətləndirilməsi üçün imtina anlayışı mühüm əhəmiyyətə malikdir.

İmtina - qurğunun işləmə qabiliyyətinin pozulmasına səbəb olan nasazlıqdır. İmtinalar aşağıda göstərilən növlərə görə təsnifatlandırılırlar: işləmə qabiliyyətinə təsirin dərəcəsinə görə — **tam, natamam və ya qismən**; imtinanın təzahürünün fiziki xarakterinə görə - **fəlakətli və parametrik**; başqa imtinalarla əlaqədar - **müstəqil və asılı**; prosesin təzahür xarakterinə görə - **qəfildən və tədricən**; imtinanın var olma müddətinə görə - **dayanıqlı, müvəqqəti və dövrü**.

Tam imtina - o imtinadır ki, yaranması vaxtı imtinanın səbəbinin aradan qaldırılmasına qədər aparaturadan istifadə etmək mümkün deyil.

Qismən imtina - o imtinadır ki, heç olmasa qurğunun qismən istifadəsi mümkündür.

Fəlakətli imtina - məmulatların işləmək qabiliyyətinin tam pozulmasına gətirən imtinasıdır. Ona qırılmalar və qısa qapanmalar, sındırmalar və mexaniki hissələrin deformasiyaları və s. aiddir.

Komponentlərin parametrik imtinaları mürəkkəb mə-mulatlardan qismən imtinasıdır, hansılar ki, məmulatların fəaliyyətinin keyfiyyətinin pisləşməsində ifadə edilirlər. Bu pisləşmə bir dəfəlik və ya müvəqqəti ola bilər.

Təsadüfi hadisələr kimi imtinalar da müstəqil və asılı ola bilər. Əgər sistemdə hər hansı elementin imtinası başqa elementlərin imtinasının səbəbi deyilsə, onda belə imtina müstəqil hadisə olacaq. Əgər bir elementin imtinası və ya onun yaranmasının ehtimalı başqa elementlərin imtinasına səbəb olarsa, o imtina asılı hadisə hesab edilir.

Qəfil imtinalar - elementlərin daxili defektləri və ya xidmət edən personalın səhvləriylə bağlı olan təsadüfi amillərdən bir, və ya bir neçəsinin təsiri altında əsas parametrlərin kəskin sıçrayışlarla dəyişməsi nəticəsində yaranan imtinalar.

Tədrici imtinalar - o imtinalardır ki, qocalma və ya elementlərin köhnəlməsi nəticəsində parametrlərin tədrici dəyişikliyi müşahidə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, adətən, detalların və ya komponentlərin xüsusiyyətlərinin gizli dəyişiklikləri qəfil imtinaların yaranmasından əvvəl olur və onları aşkar etmək həmişə mümkün olmur.

İmtinaların qəfil, tədricən və ya fəlakətli və parametrik imtinalara bölünməsi imtinaların təsnifatında ən əhəmiyyətli ləridir. Çünki onlar etibarlılığın hesablamasının uyğun üsulunu müəyyən edir.

Dayanıqlı imtinalar - yalnız təmir, tənzimləmə və ya imtina etmiş elementin dəyişdirilməsi nəticəsində aradan qaldırılan imtinalardır.

Müvəqqəti imtinalar - xidmət edən personalın müdaxiləsi olmadan imtinanı yaradan səbəbin aradan qaldırma-

sına görə özbaşına yox olan imtinalardır. Uyğunsuz şərait və ya iş şərtləri tez-tez belə imtinaların yaranmasına səbəb olur.

Dəfələrlə təkrarlanan müvəqqəti imtinalar **aralıq** imtinalar adlanır. Adətən onları aşkar etmək çətindir. Belə imtinalar məmulatın keyfiyyətinin və ya iş rejimlərinin və şəraitinin anormallığından xəbər verir.

Miqdarca etibarlılıq, “etibarlılığın göstəriciləri” adını almış kəmiyyətlərlə qiymətləndirilir. Etibarlılığın bütün miqdar xarakteristikaları ehtimal xarakterinə malikdir, çünki imtinalar təsadüfi hadisədir. Ehtimal xarakteristikalarının təyini mürəkkəb məsələdir. Buna görə hətta sadə məmullatlar üçün adətən etibarlılığın statistik xarakteristikaları müəyyən edilir. Sonuncular istismar və sınaq vaxtı müşahidələrin böyük sayının nəticələrinin riyazi emalıyla alınır. Yeni məmulatın etibarlılığının qiymətləndirilməsi zamanı əvvəlki sınaqların nəticələrinə görə məlum olan ayrı-ayrı elementlərin etibarlılığının xarakteristikaları istifadə edilir.

Təmir olunmayan məmullatların etibarlılığının göstəriciləri - bu imtinasız işin ehtimalı, imtinaya qədər orta işləmə müddəti, imtinaların tezliyi və intensivliyidir. Təmir edilən məmullatlar üçün isə bu imtinaya qədər işləmə müddəti, hazırlıq əmsalı, imtinalar axınının parametri, fasiləsiz işin ehtimalı, bərpa olunmanın orta vaxtı və sairdir.

Bu nümunələrdən bəzilərini nəzərdən keçirək.

$P(t)$ - məmullatlarının fasiləsiz işinin ehtimalı, yəni verilmiş vaxt intervalında və istismarın verilmiş şərtləri daxilində baş verən imtinasız işin ehtimalı:

$$p(t) = \lim_{N_0 \rightarrow \infty} \Delta t \rightarrow 0 \quad [(N_0 - \sum_{i=1}^m n_i)/N_0], \quad (4.1.)$$

burada N_0 - sınaqların və ya istismarın başlanğıcında məmullatların sayıdır; n_i isə i - ci zaman intervalında sıradan

çıxmış məmullatların sayıdır; $m=t/\Delta t$ - intervalların sayı; t - sınaq müddəti; Δt - zaman intervalının davam etmə müddətidir.

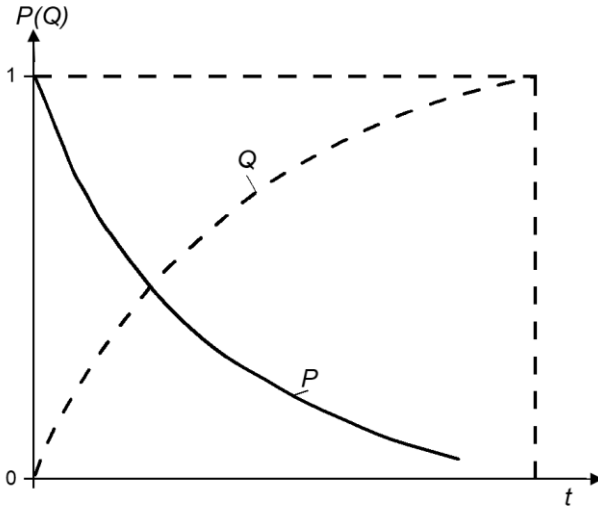
İmtinasız işin statistik ehtimalı

$$p(t) \approx \left(N_0 - \sum_{i=1}^m n_i \right) / N_0. \quad (4.2)$$

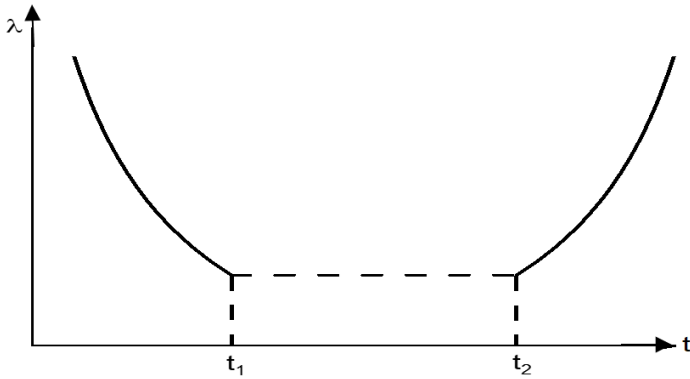
Nəzəri cəhətdən N_0 nə qədər çox olarsa, imtinasız işin ehtimalı da o qədər çox olur.

(4.1) düsturunda göstərilən asılılıq etibarlılığın zaman ərzində dəyişməsinin əyani göstəricisidir. Bu xarakteristika cihazların və cihaz komplekslərinin elementləri kimi etibarlılığın qiymətləndirilməsi üçün istifadə edilə bilər. Etibarlılığın təyini üçün həmçinin, imtinanın ehtimalından istifadə etmək olar.

$$Q(t) \approx 1 - p(t) \approx \sum_{i=1}^m n_i / N_0. \quad (4.3)$$



Şəkil 4.2. Etibarlılıq funksiyası



Şəkil 4.3. İmtinaların intensivliyinin zamandan asılılığı.

İmtinaların intensivliyi elementlərin etibarlılığının ən önəmli xarakteristikalarından biridir.

İmtinaların intensivliyi $\lambda(t)$ - nəzərdən keçirilən vaxt ərzində sıradan çıxmış elementlərin $n(t)$ sayının bu müddətin əvvəlində işləyən elementlərin $N(t)$ sayının onun davam etmə müddəti Δt hasilinə olan nisbətidir.

$$\lambda(t) \approx n(t) / [N(t) \Delta t] \quad (4.4)$$

Həmçinin λ - xarakteristikası adlandırılan bu kəmiyyət göstərir ki, yaxşı işləyən elementlərin orta sayına nisbətə elementlərin hansı hissəsi vahid zamanda sıradan çıxır.

Verilmiş zaman müddətində imtinaların dəyişmə əyrisi şəkl. 4.3. – də göstərilmişdir. Bu əyri cihazın qəfil imtinaları hadisəsi üçün tipikdir. İmtinaların intensivliyinin belə dəyişikliyinə üç əsas dövr seçmək olar: iş salınma, yəni əməliyyatın başlanmasından t_1 anına qədər olan dövr, normal (t_1 anından t_2 -yə qədər) və köhnəlmə (t_2 anından nəzarət edilən partiyanın bütün elementlərinin sıradan çıxmasına qədər).

İşə başlama dövrü nisbətən aşağı etibarlılıq ilə xarakterizə olunur. Bu dövrdə baş verən çoxlu sayda imtinalar istehsal və ya texnoloji qüsurların olması ilə izah olunur. Bu davam etmə müddəti elementin növündən, avadanlığın mürəkkəbliyindən və iş şəraitindən asılıdır. Bəzən bu dövrdə meydana çıxan nasazlıqlara struktur və texnoloji nasazlıqlar deyilir.

Normal istismar dövrü işəalma dövrü ilə müqayisədə sabitliyi və işin yüksək etibarlılığı ilə səciyyələnir. Bu dövrün imtinaları "istismarlar imtinaları" adını almışdır, çünki onlar istismar xətaları, bəzi detalların uzunömürlülüynün məhdud olması, ayrı elementlərin və kaskadların elektrik və mexaniki yüklənmələri ilə yaranmışdır. Adətən qurğuların istismarı normal istismar dövrünün sonunda qurtarır.

Qocalma dövrü ayrı - ayrı detalların köhnəlməsi nəticəsində elementlərin sıradan çıxması və detalların materiallarının qocalmasıyla yaranmış imtinaların sayının kəskin artmasıyla səciyyələnir. Qocalma hadisəsi ikinci dövrdə də baş verir, amma "qocalmanın sürəti" o qədər kiçik olur ki, bu halda imtinaların intensivliyini sabit hesab etmək olar.

Əgər yuxarıda sadalanmış anlayışlar texnoloji avadanlığın etibarlılığının xarakteristikasına aiddirsə, onda "etibarlılıq" anlayışının yerinə "texnologiya etibarlılıq" anlayışından tez-tez istifadə edilir. Ancaq bu halda, ədədi qiymətləndirmə elə həmin düsturlar üzrə aparılır, və bütün qəbul edilmiş anlayışların mənalı dəyişməz qalır, hərçənd, yalnız bu anlayışla cihazların və sistemlərin etibarlılığına texnologiyanın təsiri tamamilə xarakterizə edilmiş ola bilməz. Buna görə texnoloji proseslərin etibarlılığının nəzəriyyəsinə buraxılan məmulatların konstruktiv-texnoloji etibarlılığını müəyyən edən parametrlərlə texnologiya etibarlılığını əlaqələndirmək məqsədə uyğundur

Cihazın qurulması prosesində layihələndirmə tapşırığında olan tələblər təmin olunur (dəqiqlik, çəki xarakteristikaları, etibarlılıq və s.). Bu halda müasir elmi-texniki istehsalat səviyyəsi və aviasiya cihazlarının istismarı, nəzərdə tutulan istehsalın həcmi müəyyən edilir və istehsalat texnikası ilə bilavasitə bağlı olan növbəti məsələlər həll edilir:

1. Konstruksiyanın elementlərinə və cihazın çıxış parametrlərinə görə müşahidələrin optimallaşdırması.

2. Konstruksiyanın elementlərinin ölçü və funksional qarşılıqlı əvəzəndirmələrinin təminatı.

3. Texnologiya metodları vasitəsilə məmulatın tələb olunan etibarlılığının təminatı.

4. Məmulatın istehsalında texnoloji proseslərin mexanik-ləşdirmə və avtomatlaşdırma imkanlarının təmin edilməsi.

İstehsalın texniki hazırlığı, istehsal, istismar və təmir vaxtı əməyin, vasitələrin, materialların və vaxt sərfiyyatının optimallaşdırılmasının imkanları daxilində göstərilən cihazın konstruksiyasının xüsusiyyətlərinin məcmusu keyfiyyətin göstəricilərinin müəyyən edilmiş qiymətlərinin təminatı, eyni zamanda istehsal, istismar və təmirin qəbul edilmiş şərtləri bu məmulatların konstruksiyalarının eyninövlülüyə uyğun olan göstəriciləri ilə müqayisədə "**Konstruksiyanın texnolojiliyi**" anlayışını təşkil edir.

Aviasiya cihazlarının və cihaz komplekslərinin elə konstruksiyalarını texnoloji hesab etmək lazımdır ki, bu konstruksiyalar təqdim edilən istismar tələblərinə tamamilə cavab verərək, qəbul edilmiş tip və texnoloji proseslərin istehsalının ən qənaətlilərinin tətbiqi ilə istehsal edilsin.

Konstruksiyanın texnolojiliyi iki növə ayırılır: istehsal və istismar (DÜST 64.201-73).

Konstruksiyanın istehsalının texnoloji xarakteri yeni məmulatın istehsalının konstrüktor və texnologiya hazırlığına vaxtın və vasitələrin azaldılmasında və istehsalat prosesinin idarə edilməsi və təşkili proseslərində görünür.

Konstruksiyaların istehsal texnolojiliyi detalların tədarüklərinin konstrüksiyasının texnolojiliyindən, detalların konstrüksiyasından, quraşdırma vahidlərindən, ayrıca yığım vahidlərinin və həmçinin bütövlükdə cihazın konstrüksiyasının tənzimlənməsi və idarə edilməsindən formalaşır.

4.5. Cihazlara nəzarət və onların sınaqları

İstehsal prosesi – məhsul istehsalı və təmiri məqsədilə müəssisəyə məxsus zəruri insan əməyi və tətbiq olunan alətlər toplusudur. İstehsal prosesinə yalnız hissələrin istehsalı və montajın yerinə yetirilməsi ilə birbaşa əlaqəli əsas proseslər deyil, həmçinin bütün zəruri proseslər məsələn, istehsalın təşkili, materialların (yarımfabrikatlar) hazırlanması, daşınması, avadanlıqların təmiri, sənaye avadanlıqlarının istehsalı və s. daxildir.

İstehsal prosesinin bir hissəsi istehsal predmetinin vəziyyətinin dəyişdirilməsi və müəyyənləşdirilməsi üzrə fəaliyyətləri özündə əks etdirən proses texnoloji proses adlanır.

Texnoloji prosesin iki əsas mərhələsi vardır: hissələrin hazırlanması və montaj.

Hissələrin hazırlanmasının texnoloji prosesi tədarüklərin alınmasından və onların sonrakı emalından ibarətdir.

Hissələrin hazırlanması və ya məhsulun yığılmasının texnoloji prosesi qurğulara, mövqelərə, keçidlərə və texnikalara bölünür.

Texnoloji əməliyyat - müəyyən bir hissədə və ya montaj bölməsində (və ya bir neçə hissədən, montaj hissəsindən) bir işçi (və ya işçi qrupu) tərəfindən eyni iş yerində davamlı olaraq yerinə yetirilən texnoloji prosesin tamamlanmış hissəsi.

Fərdi əməliyyatların nümunələri: detalların səthinin dəlinməsi dişli çarxın dişlərinin kəsilməsi, maqnitlənən lövhələrin ştamplanması, transformatorun hopdurulması, örtüyün çəkilməsi, qaynaq hissələrinin birləşdirilməsi.

Texnoloji əməliyyatın fərqli bir xüsusiyyəti də onun davamlılığıdır (kəsilməzliyidir).

Əgər maddə əvvəlcə dəzgahda işlənirsə, bu halda onun termiki emalı aparılmalı və yenidən dəzgahda işlənməlidir, yalnız bu zaman prosesin üç əməliyyatdan ibarət olduğunu demək mümkündür.

Quraşdırılma - emal edilmiş boşluqların və ya yığılmış montaj vahidinin dəyişməz şəkildə sabitləşdirilməsini həyata keçirən texnoloji əməliyyatın bir hissəsidir.

Texnoloji keçid - səthlərin və tətbiq edilən alətin yığılı zamanı emal edilən və ya birləşdirilən texnoloji əməliyyatın tam hissəsidir.

Keçid - alətin və ya alət qrupunun işlənən səthə nəzərən bir dəfə hərəkəti zamanı emal olunan material qatının çıxarılması ilə bağlı keçidin bir hissəsidir.

Qəbul-hər hansı bir məqsədli təyinatla bağlı fəaliyyətlərin məcmusu olan əməliyyatın bir hissəsidir (məhsulun qurğuya quraşdırılması, dəzgahın daxil edilməsi və s.).

"Texnoloji əməliyyat" və "texnoloji keçid" terminləri ilə yanaşı DÜST 3.1109-73 "əməliyyat" və "keçid" terminlərinin müxtəlif şərhlərin mümkünlüyünü istisna edən hallarda istifadəsinə icazə verir.

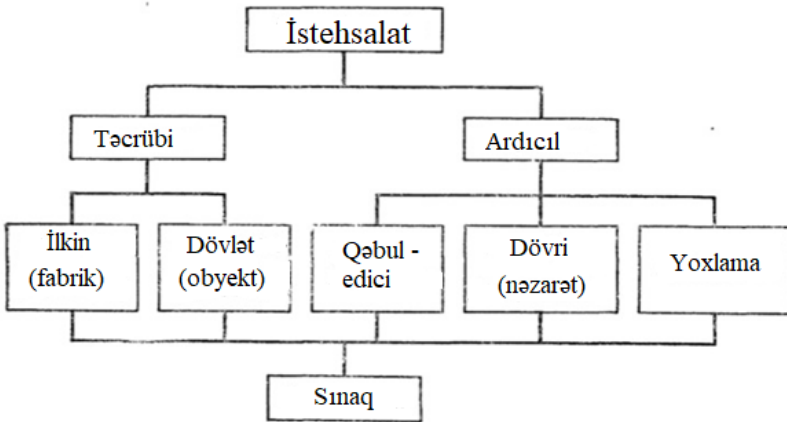
Cihazların və alət komplekslərinin işlənməsi müxtəlif hesablamaların yerinə yetirilməsini əhatə edir. Bu zaman fərziyyələr və sadələşdirmələrdən ibarət riyazi modellərdən

istifadə olunur. Onların qanunauyğunluğunu müəyyən etmək üçün həm alət kompleksinin, həm də onun elementlərinin təcrübə ili yoxlanılmasına imkan verilir. Hesablama texnikası daha tam və dəqiq hesablama aparmağa imkan verir. Cihazların maket dizayn mərhələsində hesablama rejimləri dəqiqləşdirilir. Müasir cihazların mürəkkəbliyi sxem və məmulatın dizaynının yoxlanılması bir çox hallarda ciddi araşdırmalara gətirib çıxarır.

Məhsul istehsalında son addım təcrübəli və ya texnoloji girişin bütün mərhələlərində nəzarət və sınaq cihazının tələbləri ilə xarakterizə olunan kütləvi istehsalıdır.

Test növlərinin həcmi və məzmunu ilk növbədə əsas istehsal növlərindən asılıdır (şəkil 4.4.).

İlkin və ya zavod sınaqları məmulatın iş qabiliyyətini müəyyən etmək və onun çıxış parametrlərini və xarakteristikalarını kəmiyyətcə qiymətləndirmək üçün istehsalçı tərəfindən aparılır.



Şəkil 4.4. İstehsal növündən asılı olan test növünün sxemi.

İlkin sınaqların nəticələrinə əsasən texniki sənədləşmələrdə verilən normativlər işlənib hazırlanır və onların keçirildiyi yerdən asılı olaraq laboratoriya və ya zavod stend testi adlandırılır.

Dövlət Sınaqları — təcrübi nümunələrin sınaq (partiya) məhsulları, eləcə də vahid istehsal məhsulları, onların keyfiyyətinə nəzarət, bu məhsulun istehsalı və ya istismara verilməsinin məqsədəuyğunluğunun müəyyən edilməsi Dövlət Komissiyası tərəfindən həyata keçirilir.

Təcrübi nümunələrin sınaqdan keçirildiyi yer ciddi şəkildə reqlamentləşdirilmir, buna görə də zavod poliqon sınaqları, dövlət stend sınaqları və s. ola bilər.

Qəbul və təhvil-təslim sınaqları məmulatın istehlakçıya təhvil verilməsi zamanı məhsulların nümunəyə və konstruktor sənədlərinə uyğunluğunu mütəmadi olaraq yoxlamaq üçün aparılır. Qəbul və təhvil-təslim sınaqları seriya və ya partiya məmulatının hər bir nüsxəsinin sınaqdan keçirildiyi və bir neçə nüsxənin, və ya seriya, və ya partiyanı təşkil edən məhsulların ümumi miqdarının müəyyən faizinin sınaqdan keçirildiyi zaman normal hesab edilir.

Dövri sınaqlar istehsal olunan məhsulların keyfiyyətinin dövri monitorinqini təşkil edir. Sınaqların bu növünə təcrübəli və ya seriya və təhvil-qəbul sınaqlarını keçmiş məmulatlar içərisindən xüsusi metodika üzrə seçilən seriya buraxılışın nümunələri məruz qalır.

Yoxlama sınaqları prinsipial sxemdə, konstruksiyada və ya texnoloji proseslərdə əhəmiyyətli dəyişikliklərdən, istifadə olunan materialların və alınmış detalların dəyişdirilməsindən sonra aparılır. **Test yoxlama proqramı** istehsal zamanı dəyişikliklər və əvəzedicilərin təsir göstərə biləcəyi parametrlərin yoxlanılması üçün nəzərdə tutur.

Parametrik sınaqlar məmulatın çıxış parametrlərinin texniki şərti, müəyyən edilmiş nümunənin tələblərinə və konstruktor sənədlərinə uyğunluğunu yoxlamaq üçün aparılır.

Parametrik sınaqlar bütün növ sınaqların tərkibinə daxildir: İlkin, dövlət, dövri və yoxlama.

Elektrik sınaqlarının məqsədi elektrik izolyasiyası parametrlərinin yoxlanılmasıdır. Parametrik sınaqlar kimi elektrik sınaqları da bütün növ sınaqların tərkibinə daxildir.

Mexaniki sınaqlar məmulatın parametrlərinin mexaniki amillərin təsirinə davamlılığının yoxlanılması üçün aparılır: vibrasiya, zərbə, xətti yüklənmə və daşınma sarsıntısı. Mexaniki sınaqlar ilkin, dövlət və dövri sınaqların eləcə də qismən təhvil-təslim sınaqlarının qəbulu sınaqlarının tərkibinə daxil edilir.

İqlim sınaqlarının məqsədi-məhsulun parametrlərinin meteoroloji amillərin təsirinə davamlılığının yoxlanılmasıdır: temperatur, təzyiq, şəh, donma və s. mexaniki sınaqlar kimi iqlim sınaqları da ilkin, dövlət və dövri sınaqların eləcə də qismən təhvil-təslim sınaqlarının qəbulu sınaqlarının tərkibinə daxil edilir.

Xüsusi sınaqlar xüsusi istismar şərtlərində (radiasiya, partlayış və s.) məmulatın parametrlərinin dayanıqlılığının yoxlanılması üçün həyata keçirilir.

Sınaq proseslərinin məzmunu və həcmi proqram test metodikası ilə tənzimlənir.

Sınaq proqramı test edilməli olan məhsulların parametrlərinin siyahısını təqdim edir.

Test metodikası nəzarət əməliyyatlarının məzmununu və onların ardıcılığını açıqlayır və əlavə olaraq xüsusi test şərtlərini müəyyənləşdirir (temperatur, ətraf mühit, atmosfer təzyiqi, rütubət və s.).

Test metodikası keçid texnoloji yoxlama prosesidir. Metodologiya "keçidlərin" məzmununu tərtib edir, icraçının kateqoriyasını, istifadə olunan avadanlıqları və iş rejimlərini göstərir, yoxlama üçün lazım olan nəzarət və ölçmə cihazlarını sadalayır və texnoloji xəritələrdə olanlara bənzər digər məlumatlar verir. Sınağın texnoloji proseslərinin layihələndirilməsi

üçün ilkin məlumatlar aşağıdakılardır: məhsulun texniki parametrləri, istehsalın miqyası, xarakteristikası və mövcud sınaq avadanlığı və ölçü cihazlarının siyahısı.

Sınaq proseslərinin layihələndirilməsi zamanı aşağıdakı məsələləri həll etmək lazımdır:

- onların effektivliyi və iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğunluğu ilə bağlı seçmə və bütöv nəzarət planlarının əsaslandırılması;
- nəzarət və sınaq üsullarının təyin edilməsi;
- standart nəzarət-ölçmə vasitələrinin tələb olunan xarakteristikalarının və tipinin müəyyən edilməsi;
- yoxlama əməliyyatlarının ardıcılıq və məzmununun inkişaf etdirilməsi (sınaq metodikası);
- sınaq prosesinin avtomatlaşdırılması və qeyri-standard sınaq avadanlıqlarının layihələndirilməsi;
- sınaq nəticəsində əldə olunmuş informasiyanın emalı üsullarının seçimi və s.;
- informasiyanın emalı üsullarının seçimi və s.

Texnoloji sınaq prosesini işləyib hazırlayarkən, eyni zamanda iki ziddiyyətli tələblərə cavab vermək lazım gəlir: məhsulların yoxlanılmasının yüksək etibarlılığı və düzgünlüyü və nəzarət-sınaq işlərinin bütün kompleksinin iqtisadi məqsədəuyğunluğunun təmin edilməsi. Bu ziddiyyəti həll etmək yalnız sınaq proseslərini optimallaşdırmaqla mümkündür.

Etibarlılıq və test etibarlılığı, vaxt və xərcləri onların həyata keçirilməsi üçün vəsait nəzarət əməliyyatlarının həcmindən asılıdır.

Sınağın yüksək etibarlılığını qoruyaraq sınağın operativliyini azaltmaq və artırmaq üçün başqa bir istiqamət də vardır — sınaqların minimallaşdırılması.

Hal-hazırda sınaqların minimallaşdırılmasının ən azı üç yolu vardır: statistik sınaq üsullarının təkmilləşdirilməsi, dolaylı parametr üzrə nəzarətin həyata keçirilməsi və sınaqların sürətləndirilməsi.

Effektiv statistik üsullar hələ ki, yalnız cihaz kompleksləri kimi mürəkkəb məmulatların yoxlanılmasında yaranan böyük çətinliklər nəticəsində ayrı-ayrı detalların nəzarətində tətbiq edilir.

Əlavə parametr üzrə sınaq xarakteristik amilin aşkarlanmasına əsaslanır. Analizin nəticələrinə görə kifayət qədər dəqiqliklə bütün məmulatın keyfiyyət göstəriciləri haqqında mühakimə etmək olar. Məsələn, fiziki proseslərin təhlili əsasında rezistorların küyünün və elektrik hərəkət qüvvəsinin dəyişməsi (xarakteristik amil) eyni zamanda onların etibarlılıq səviyyəsi arasında korrelyasiya əlaqəsinin yaradılması mümkün olmuşdur.

Sürətlənmiş sınaqlar normal rejimlərə nisbətən nəzarət edilən parametrlərin paylanması qanununun əhəmiyyətli dərəcədə deformasiyasına səbəb olmadıqda istifadə edilə bilən sürətləndirilmiş rejimlərdən (yüksək temperatur və yük, iş dövrünün sürətlənməsi və s.) istifadə edilməklə həyata keçirilir.

4.6. Sınaqların keçirilməsi üsulları və vasitələri

Sınaqların məzmunu, ardıcılığı və xarakteri dövlət standartları (DÜST), texniki şərtlər (TŞ), texniki tələblər (TT), istehsal və istismar prosesində müəyyən edilə bilən müvəqqəti texniki şərtlər (MTŞ), müxtəlif istehsalat təlimatları, tövsiyələri ilə tənzimlənir və müəyyən edilir.

DÜST, TŞ, TT və təlimatlarda məhsulların iş şəraitinə, daşınmasına və saxlanmasına uyğun olan bütün yoxlama kompleksləri, eləcə də sınaqların proqram və metodikası vardır. Bu komplekslər məhsulun istismar şərtlərinə uyğun olaraq ümumi (iqlim, mexaniki, nəqliyyat) və xüsusi (pnevmatik, hidravlik və s.) sınaqları nəzərdə tutur.

Cihazların və avadanlıq komplekslərinin istismar şərtləri normal, yerüstü və bort komplekslərinə bölünə bilər. Normal şəraitdə $+20^{\circ}\text{C} - -5^{\circ}\text{C}$, nisbi rütubət 50% – 80%, atmosfer

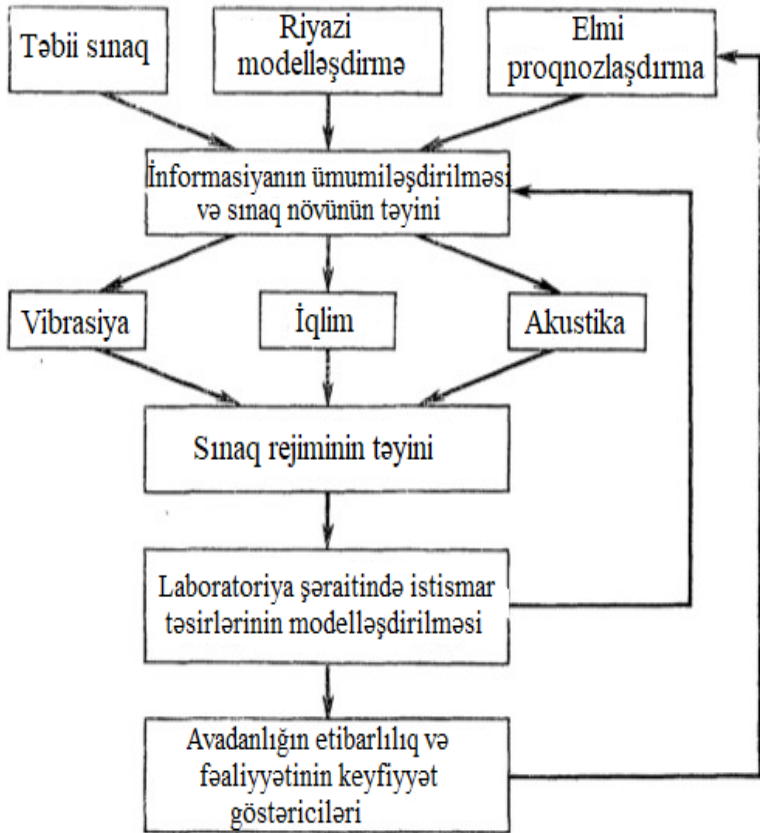
təzyiqi 133 Pa təşkil edir. Məmulatlara mexaniki imtinalar tozun, buxarın, qazların, duzların, turşuların və mikroorqanizmlərin normadan artıq miqdarda mövcudluğu zamanı təsir edir.

Yerüstü təbii şərait iqlim təsirləri və istismar xarakteri ilə müəyyən edilir.

Bort istismar şərtləri uçuş aparatlarının növünə və təyinatına uyğun olaraq məmulatın ən ağır iş rejimi ilə səciyyələnir.

Ümumi sınaqlar oxşar xarici şəraitdə istismarı olunan bütün növ məmulatlar üçün vahid proqram və metodika üzrə aparılır. Ümumi sınaqlardan fərqli olaraq, metodika və proqram üzrə xüsusi sınaqlar məhsulun hər növü üçün fərdidir. Yoxlamalar məhsulun normal istismar şəraitində fəaliyyətini müəyyən edən parametrlərə məruz qalır.

Tutaq ki, nəzarət olunan məmulatlar eyni uçuş aparatının konstruksiyasına daxil olan elektromexaniki rele, sabit elektrik cərəyan gücləndiricisi və elektropnevmatik sükan maşınlarıdır. Əgər onların iş şəraiti eyni oldarsa, onlar üçün ümumi sınaqlar da oxşar olmalıdır (eyni temperatur dəyişiklikləri, rütubət, həddən artıq yüklənmə və s.). Bu halda xüsusi sınaqlar isə müxtəlif olacaqdır. Beləliklə, rele “sərbəst” buraxılma əlaqələrinin bağlanması və qısaqapanma ilə idarə olunur. Gücləndiricidə isə - sıfır dreyfi, çıxış gücü, güclənmə əmsalı və s. ilə idarə olunur.



Şəkil 4.5. Məhsulların ətraf mühitin təsirinə görə iqlim sınağından keçirilmə sxemi.

Sınaqların əksəriyyəti hər hansı bir təsirin modelləşdirilməsi ilə həyata keçirilir. Lakin, müxtəlif növ hərəkətli obyektlərdə quraşdırılan aparatların imtinalarının ən əhəmiyyətli sayı intensiv mexaniki vibrasiyaların təsirinə səbəb olur. Şəkil 4.5-də məhsulların ətraf mühitin təsirinə görə iqlim sınağından keçirilmə sxemi verilmişdir.

İqlim sınaqlarının proqram və metodologiyası məhsulun istismarı üçün ən çətin şərtlərin müxtəlif ardıcılıqla təsirlərdən və göstərilən amillərə məruz qalma müddətindən sonra iş qabiliyyətinin bərpasını nəzərdə tutur.

Sınaqlar zamanı məmulatların aşağıdakı parametrləri yoxlanılır: istilik və soyuğa davamlılıq; hündürlükdən asılılıq, tozdan qorunma; donmaya və günəş radiasiyasına məruz qalma və s.

İqlim sınaqları, bir qayda olaraq, mexaniki sınaqlardan sonra və ən əlverişsiz ardıcılıqla aparılır, belə ki, çatların, boşluqların yaranması, mexaniki təsirlərdən yaranan naqillərin qırılması iqlim amillərinin intensiv təsirinə səbəb olur. Məsələn, istilik, rütubət və donma təsirlərinin ardıcılığı ən ağır pozulmaların yaranmasına səbəb olur.

Rütubətin təsiri sınağında nisbi rütubətin miqdarı müəyyən edilir:

$$r_e = \frac{e}{E} 100\% \quad (4.5)$$

Harada ki,

e – p atmosfer təzyiqində və t temperaturda havadakı su buxarının rütubətliyi.

E – eyni şərtlərdə doymuş su buxarının rütubətliyi.

Nisbi rütubəti havadakı su buxarının mütləq nəmliyini- a və eyni atmosfer və temperatur parametrlərindəki mütləq doyma nəmliyini - A bilməklə digər nisbətlərdən müəyyən etmək olar:

$$r_a = \frac{a}{A} 100\% = \frac{\delta_e}{\delta_E} 100\% = \frac{\delta_e}{\delta_E} r_e \quad (4.6)$$

Harada ki,

δ_e – havadakı su buxarının nisbi sıxlığı,

δ_E – doyma vəziyyətindəki su buxarının nisbi sıxlığıdır.

Sınaqlar xüsusi kameralarda ayrıca (istilik, rütubət, soyuq və s.) və kombinə edilmiş (istilik və rütubət kamerası, termobarokameralar və s.) yoxlamalar şəklində aparılır.

Parametrlərin avtomatik tənziplənməsini həyata keçirən kombinə edilmiş kameralar daha çox istifadə olunur.

Cihazlar və cihaz kompleksləri istismar və daşınmalar zamanı mənbələri aerodinamik qüvvələr, vint-motor qrupu və ya reaktiv mühərrik vibrasiyaları, artilleriya atışlarının verilmə qüvvələri, daşınma zamanı yaranan aşırı yüklənmələr olan mexaniki təsirlərə məruz qalırlar. Yüklə daşınmalar avtomobil vasitəsilə asfalt, torpaq yollarla müxtəlif sürətlərdə, eləcə də dəmiryolu, su və hava nəqliyyat vasitələri ilə həyata keçirilir.

Mexaniki təsirlər nəticəsində mexaniki möhkəmliyin, birləşmələrin və bərkitmələrin bütövlüyünün pozulması, elektrik kontaktlarının yararsız hala düşməsi, qısa qapanma, aqreqlərin öz-özünə hərəkəti ilə bağlı müxtəlif qüsurların yaranması və s. istisna edilmir.

Normal fəaliyyət göstərmə zamanı məmulatlar mexaniki amillərin dağıdıcı təsirinə qarşı (vibrasiya, zərbə) davamlı olur. Mexaniki təsir zamanı öz fəaliyyətini normal yerinə yetirə bilən məmulatlar vibrasiya və sarsıntıya dayanıqlı hesab olunur.

Dinamik yüklənmələr ϑ tezliyi, amplitudalar (yerdəyişmə L_y və sürətləndirmə L_s) və təsir müddəti (dövürlərin sayı) ilə xarakterizə olunur. Bu parametrlər arasındakı əlaqə aşağıdakı kimidir:

$$L_s = \frac{4\pi^2\vartheta L_y^2}{9810} = \frac{(2\pi\vartheta)^2 L_y}{g} \quad (4.7)$$

Dinamik yüklənmələr davamlı olaraq vibrasiya, rotasiya sınaq qurğuları və zərbə stendləri vasitəsilə yaradılır.

Dəyişmə qanununa görə vibrasiya yüklənmələri harmonik, biharmonik (iki sinusoidal dəyişən yüklənmələr), impulsu və müəyyən proqram üzrə dəyişən ola bilər. Müxtəlif yükləmə qanunlarından istifadə məmulatın istismarı zamanı mexaniki təsirlərin mürəkkəb xarakterinə səbəb olur.

Vibrasiya yükləri yükötürmə qabiliyyəti, yük parametrlərinin dəyişmə diapazonu, rejimlərin stabilliyi və digər gös-

təricilərlə xarakterizə olunan vibrostendlər tərəfindən yaradılır. Bu göstəricilərdən birinə vibrostend cədvəlinin müxtəlif nöqtələrinin monoharmonik rəqslərindən yol verilən sapmalar aiddir. Yüksək harmonikanın icazə verilən dəyəri L_1 daha yüksək harmonikaların L_2, L_3 amplitudlarının orta kvadratik qiymətinə nisbəti ilə müəyyən edilir və bu qiymətlər 8 ... 15% aşmamalıdır.

$$k = \frac{\sqrt{L_2^2 + L_3^2 + \dots}}{L_1} \quad (4.8)$$

Sürətləndirmə amplitudasının - s, fırlanma tezliyi - n və qolların uzunluğundan - R asılılığı aşağıdakı kimidir:

$$s = \frac{(\pi n)^2 R}{900g} \quad (4.9)$$

Sürətlənmənin qiyməti sərbəst düşmə hündürlüyündən və elastiklik xüsusiyyətlərdən asılıdır. Bir sıra məhsullar digər parametrlərə, məsələn, xidmət müddətinə (iş resursuna), elektrik boşalma xəttlərinin birləşmələri və budaqlanmalarının sayının yoxlanılmasına görə sınaqlara məruz qala bilər.

4.7. Bəzi materialların mexaniki fiziki xassələri

4.7.1. Davamlılıq

Davamlılıq bir materialın dağıdıcı yüklərə qarşı müqavimət qabiliyyətidir. Davamlılıq kəmiyyətcə materialın dağılmasına səbəb olan məhdudlaşdırıcı mexaniki gərginliklərin dəyəri ilə müəyyən edilir.

Optik materiallar üçün xarakterik olan kövrək qırılma – $\sigma = (1 \div 100) 10^7 \text{ N/m}^2$ möhkəmlik dəyərlərində baş verir ki, bu da atomlar arasındakı əlaqələrin gücünə görə hesablanan bərk maddələrin nəzəri möhkəmlik dəyərlərindən əhəmiyyətli dərəcədə azdır təqribən $\sigma \approx 0,1E = (0,4 \div 0,5) 10^{10} \text{ N/m}^2$.

Kövrək optik materiallar üçün ən çox maraq doğuran parametrlər onların dartılma streslərinə qarşı müqavimətidir, lakin dartılma sınağı üçün **dumbbell** tipli nümunələrin istehsalının çətinliyi səbəbindən əyilmə testləri daha geniş yayılmışdır.

Optik materiallar üçün yana əyilmə gücünü ölçmək üçün əsasən iki üsul istifadə olunur: mərkəzi halqavari əyilmə və dörd nöqtəli əyilmə.

Mərkəzi-dairəvi əyilmədə, dəyirmi lövhə şəklində olan material sərbəst şəkildə dairəvi bir dəstəyə söykənir və sabit bir sürətlə yükün tətbiq olunduğu daha kiçik diametrlili bir dairəvi puansonla istifadə edərək yük tətbiq edilir.[

Davamlılıq bu düsturla hesablanır

$$\sigma = \frac{3P}{2\pi h^2} \left[(1 - \nu) \frac{a^2 - r_0^2}{2b^2} + (1 + \nu) \ln \frac{a}{r_0} \right]$$

burada P - qırılma-dağılma anında Puassona düşən yük; h – lövhənin qalınlığı; ν - Puasson əmsalı; a, r_0 - halqavari dayağın və puansonun radiuslarıdır; b - nümunənin radiusudur.

Qüsurlu kənarların gücə təsirini aradan qaldırmaq üçün nümunənin kənarlarının hər tərəfdən dəstəyin konturundan nümunənin qalınlığının alt qatından az olmayan bir miqdarda yanlara çıxması təmin edilir, ona görə ölçmələrin aparıldığı bu üsul səthin möhkəmliyini xarakterizə edir. Bu üsul şüşə və polikristallar üçün geniş istifadə olunur. Mexaniki xassələrin anizotropiyası ilə səciyyələnən monokristallarda bu üsul nümunə müstəvisində müxtəlif kristalloqrafik istiqamətlər üzrə “ortalanmış” qırılma gərginliklərinin bəzi təxmini qiymətini verir.

Dörd nöqtəli ("təmiz") əyilmədə, kvadrat və ya düzbucaqlı kəsikli nümunə dayaq arasında yerləşdirilir və iki kəsici qüvvə ilə yüklənir. Puanson altında bərabər gərginlikli

sahə yaranır. Bunun sayəsində $\sigma = 3Pa/(bh^2)$ düsturu ilə hesablanmış qırılma gərginliklərinin qiymətləri həqiqi qiymətlərə yaxın olur (b - en; h - hündürlük; a – hərəkətsiz dayaqdan kəsmə qüvvəsinin tətbiqi nöqtəsinə qədər olan məsafə). Bu üsulda nümunənin kənarlarında olan qüsurlar nəzərə çarpan təsir göstərir.

Yumşalma temperaturundan əhəmiyyətli dərəcədə aşağı olan temperaturlarda şüşə qırılması ingilis alimi Robert Huk qanununa tam uyğun olaraq plastik deformasiya olmadan baş verir. Şüşənin möhkəmliyi şüşənin tərkibindən, səthin vəziyyətindən (cilalanma keyfiyyətindən), səthdə qüsurların (cızıqlar, çatlar, çiplər) və həcmdə (zolaqlar, qabarcıqlar) olmasından, həmçinin sınaq şərtləri (temperatur, yükləmə sürəti, nümunə ölçüsü, ətraf mühit) və ölçmə üsulundan asılıdır.

Standart texnologiya ilə cilalanmış müxtəlif markalı şüşələrin davamlılığı: silikat - 90-160 MN/m², kvars - 80-110 MN/m², halkogenid - 20-25 MN/m², şüşə keramika - 150-200 MN/m² ($1 \text{ kq/mm}^2 = 9,81 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 = 9,81 \cdot 10^6 \text{ Pa}$).

4.7.2. Bərklik

Mikrobərkliyin ölçülməsi müxtəlif materialları bir-biri ilə müqayisə etməyə və bəzi hallarda digər mexaniki xüsusiyyətlərlə korrelyasiya qurmağa imkan verən mexaniki testlərin ən geniş yayılmış növlərindən biridir.

Vickers mikrobərkliyi (H_V) kvadrat əsaslı və təpə bucağı 136° olan almaz piramidasının müəyyən bir yük altında bərkliyi ölçülən materiala batırılmasına qarşı müqavimətini xarakterizə edir. Mikrobərklik, P yükünün izinin səth sahəsinə nisbəti kimi müəyyən edilir, bu izin diaqonalından hesablanır və mikroskopun baxış sahəsində ölçülür:

$$H_V = 1,854 (P/d^2)$$

Knupa (H_K) görə mikrobərkliyin ölçülməsi hallında tirləri (kristalın üzlərinin kəsişdiyi xətt) arasındakı bucağı $172^\circ 30'$ olan rombşəkilli indentor istifadə edilir. Knup indentoru iz ətrafında səth çatlarının və yarıqlarının olmaması və eyni yük altında iz ölçüsünün daha böyük olması səbəbindən əhəmiyyətli dərəcədə daha yüksək ölçmə dəqiqliyini təmin edir. Şüşə üçün *Vickers* və *Knupa* görə bərkliklər arasında təxmini nisbət mövcuddur: $H_V/H_K \approx 1,5$. [29]

Silikat şüşələr arasında kvars şüşəsi ən böyük sərtliyə malikdir. Silikat şüşələrin bərkliyi nə qədər böyükdürsə, onlara daxil olan kationların ion radiusları daha da kiçik olur. Temperaturun artması və Na_2O , K_2O və PbO oksidlərinin daxil olması şüşənin sərtliyini azaldır. Şüşənin tərkibindən asılı olaraq mikrobərklik təxminən iki dəfə dəyişir. Leykospfir, qranat, kvars, silikon və germanium kristalları ən yüksək mikrosərtliyə malikdir.

4.7.3. Elastiklik

Normal temperaturda şüşədə plastik deformasiya praktiki olaraq yoxdur və elastik deformasiya artan yüklə, Huk qanununa tam uyğun olaraq dağılana qədər artır, bu da gərginlik σ və nisbi deformasiyalar ε arasında əlaqə yaradır:

$$\sigma = E\varepsilon$$

burada E - Yunq moduludur, ədədi olaraq qüvvənin istiqaməti boyunca nümunənin uzunluğunu ikiqat artırmaq üçün tələb olunan gərginliyə bərabərdir.

Şüşənin kimyəvi tərkibindən asılı olaraq elastiklik modulu $4 \cdot 10^{10}$ N/m² ilə $12,5 \cdot 10^{10}$ N/m² arasında dəyişə bilər.

Bərkidilmiş şüşə üçün E qiymətləri tavlanmış şüşə ilə müqayisədə 8-10% aşağıdır.

Şüşə kimi bir izotrop mühit üçün stresin təsiri altında yaranan deformasiyaları tam müəyyən etmək üçün hər hansı üç kəmiyyət cütünün qiymətini bilmək lazımdır: uzununa elastik modulu E , kəsmə modulu G , Puasson əmsalı ν , çünki izotrop cismin hər üç elastiklik sabiti $E = 2G(1+\nu)$ bərabərliyi ilə bağlıdır.

Puasson əmsalı çubuğun $\Delta S/S$ eninə deformasiyasının və onun uzununa deformasiyasının nisbətində bərabərdir, yəni $\nu = \varepsilon_{\perp}/\varepsilon_{\parallel}$.

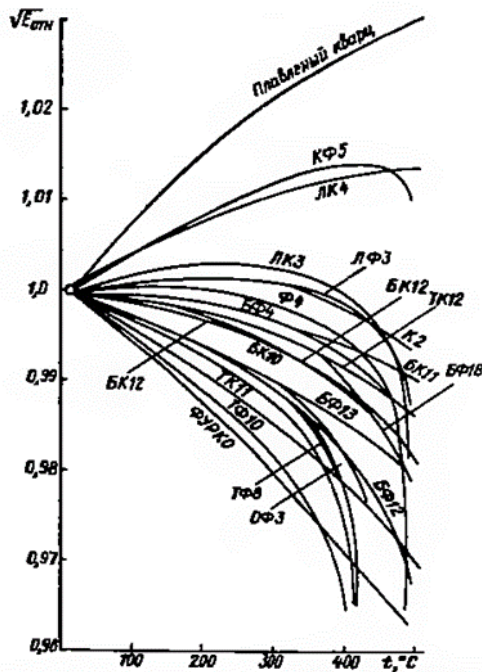
ν qiyməti şüşənin kimyəvi tərkibindən asılı olaraq 0,18-0,31 arasında dəyişir .

Puasson əmsalının ν və Yunq modulunun E qiymətləri təxminən düsturlardan istifadə edərək hesablanıla bilər:

$$E = E_1 P_1 + \dots + E_n P_n;$$

$$\nu = \mu_1 P_1 + \dots + \mu_n P_n,$$

harada P_i - şüşədə oksidin miqdarı, %; E_i - oksidlərin xüsusi əmsallarıdır.



Şəkil 4.6. Bəzi şüşə növləri üçün Yunq modulunun temperaturdan asılılığı [$E_{i\text{OTH.}}(t) = E_i(t)/E_i(20^\circ\text{C})$]

Ədəbiyyatda istinad edilən işdə [30] verilmiş düsturlardan istifadə etməklə daha dəqiq hesablamalar aparmaq olar. Temperaturun artması ilə optik eynək şüşələrinin elastiklik xarakteristikaları cüzi dəyişir. Beləliklə, temperaturun normal molyardan 500°C -ə qədər artması ilə E -nin qiyməti 6-7 %-dən artıq dəyişmi. (Şəkil 4.6)

4.7.4. İstiliyə davamlılıq

Bir materialın (nümunə, məhsul) istilik müqaviməti termal şoka qarşı müqavimət, yəni kəskin temperatur dəyişik-

liklərinə dağılmadan tab gətirmək qabiliyyəti kimi başa düşülür. İstiliyə davamlılığın nəzəri qiymətləndirilməsi üçün 10 dan çox müxtəlif kriteriyalar məlumdur, lakin üç Kinceri kriteriyası ən çox istifadə olunur:

- 1) maksimum temperatur fərqi görə

$$R^I = \sigma(1 - \nu)/(\alpha E);$$

- 2) məhdudlaşdırıcı istilik axınına görə

$$R^{II} = \lambda\sigma(1 - \nu)/(\alpha E);$$

- 3) maksimal sürətlə qızdırma

$$R^{III} = a\sigma(1 - \nu)/(\alpha E)$$

burada σ - mexaniki gücün həddi; ν - Puasson əmsalı; α - xətti genişlənmənin temperatur əmsalı (TCLE); E - Yunq modulu; λ - istilik keçiricilik əmsalı; a - temperatur ötürmə əmsalı.

Cədvəl 4.7.-də bir sıra kristal materiallar üçün hesablanmış Kinceri meyarları göstərilir. Qeyd etmək lazımdır ki, istilik müqaviməti təkcə materialın xüsusiyyəti deyil, həm də nümunənin (məhsulun) forma və ölçüsündən, temperatur sahəsindən, səthin vəziyyətindən və sınaq şəraitindən asılıdır.

Nümunədə əvvəlcə sürətlə qızdırma və dərhal kəskin soyutma anında dağıdıcı termal gərginliklər yarana bildiyindən, həm qızdırma, həm də soyutma zamanı istilik sabiti müəyyən edilməlidir.

Kövrək materiallar üçün ən əhəmiyyətli (mexaniki möhkəmlik vəziyyətində olduğu kimi) soyutma zamanı istilik müqavimətinin dəyişməsidir.

Qızdırılmış halda optik materialların istiliyə davamlılığını təyin etmək üçün radiasiya ilə qızdırma üsulu geniş istifadə olunur. İstilik müqaviməti testləri səth üzərində bərabər paylanmış istilik axını ilə birtərəfli istilik altında kontur boyunca sərbəst şəkildə sabitlənmiş nazik yuvarlaq plitələrdə aparılır. Enerji mənbəyi adətən günəş enerjisi konsentratorlarıdır. Nümunənin qızdırılmış qara lakla çəkilmiş səthinə düşən istilik şüalanmasının seli sabit zamanda q , dağılma anına qədər vaxtı t və nümunənin daxili səthinin temperaturu ölçülür. Ölçüsüz kəmiyyət istiliyə davamlılıq kriteriyası kimi istifadə olunur:

$$T = \frac{\alpha q t}{h c p}$$

burada h - nümunənin qalınlığıdır; c —istilik tutumu; p - sıxlıq.

Metodika təkcə materialları öz aralarında müqayisə etməyə (dağılma anına qədər vaxt baxımından) deyil, həm də istiliyə davamlılıq meyarının - T_m hesablanmış qiymətlərinə görə nazik lövhəli məmulatların istilik müqavimətini proqnozlaşdırmağa imkan verir. Məmulatın hesablanmış T_M qiymətləri optik materialın istilik müqaviməti meyarının T qiymətlərindən çox deyilsə, onda məmulat bu şərtlər daxilində dağılmadan istismar oluna bilər. Bunun üçün adətən istilik müqaviməti meyarının - T nümunələrin daxili səthinin temperaturundan asılılığının qrafikini qururlar. Cədvəl 4.7-də bir neçə kristallik materialın və şüşələrin sınaqlarının nəticələri verilmişdir. İsti preslənmiş alüminium-maqnezium şpinel və maqnezium fluoriddən ibarət olan leykosapfir ən böyük, halkogenid şüşələri və barium fluor idə ən kiçik istilik davamlılığına malikdirlər.

Сədvəl 4.7. İstiliyə davamlı kristal materialların xarakteristikaları

Материалы	Размер зерна, мкм	$\rho \cdot 10^{-4}$ г/м ³	$\sigma \cdot 10^{-2}$ Н/м ²	ν	$E \cdot 10^{10}$ Н/м ²	$\mu \cdot 10^6$ Кг ⁻¹ (от 20 до 100 К)	λ Вт/м К	C, Дж/кг К	$\alpha \cdot 10^6$ м/м К	$\alpha \delta \cdot 10^{-4}$ Н/м ² К	$(1-\nu)/\alpha E \cdot 10^{-6}$ м ² К/Н	ΔT , К	$R^{\text{т}} \cdot 10^{-1}$ Вт/м К	$R^{\text{э}} \cdot 10^{-1}$ Вт/м К	$R^{\text{т}} \cdot 10^{-1}$ м ² /К
KO ₂ (ZnS)	1,0-2,0	4,09	7,0	0,317	8,75	7,6	17,0	0,51	8,15	66,5	0,010	125	7,0	119,0	57,0
СVD- ZnS	3,0-10,0	4,09	11,6	0,34	8,23	8,1	17,0	-0,5	8,27	66,7	0,010	180	11,6	197,0	96,0
ПО1 (ZnSe)	1500,0	5,26	2,26	0,311	7,76	7,9	14,1	0,367	7,31	61,3	0,011	57	2,5	35,0	18,0
СVD- ZnSe	55,0	5,26	4,9	0,32	7,36	7,6	14,1	0,355	7,55	55,9	0,012	114	5,9	83,0	44,5
MgF ₂ (моно)	-	3,18	5,0	0,276	7,91	8,95	15,0	0,92	5,13	71,3	0,010	62	5,0	75,0	25,0
KO12 (MgF ₂)	0,2-0,4	3,18	11,8	0,316	14,57	12,2	14,65	1,055	4,37	177,7	0,004	90	47,0	688,0	205,0
CaF ₂ (моно)	-	3,18	6,7	0,216	14,6	19,3	9,71	0,89	5,10	282,0	0,0028	20	1,9	18,4	9,8
KO3 (CaF ₂)	100,0	3,18	5,7	0,273	11,5	21,1	7,5	0,94	3,85	243,0	0,0032	30	1,8	13,5	6,9
BaF ₂ (моно)	-	4,83	2,3	0,207	6,59	18,6	7,1	0,46	3,23	123,0	0,003	10	6,9	49,0	22,3
KO10 (BaF ₂)	70,0	4,83	3,4	0,314	6,85	18,7	5,5	-0,46	2,50	128,0	0,0054	18	1,8	9,9	4,5
α -Al ₂ O ₃ (0001)	-	3,98	44,0	0,176	42,6	-5,0	24,0	0,76	7,95	213,0	0,004	162	17,6	422,0	140,0
KO17	0,5-0,7	3,58	21,6	0,363	27,5	6,9	10,7	0,83	3,60	196,0	0,0037	124	8,0	86,0	29,0
(MgAl ₂ O ₄)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KO5 (MgO)	1,0-5,0	3,58	12,2	0,204	26,5	11,0	41,8	-0,85	13,75	292,0	0,0025	-	3,0	125,0	41,0

Soyudulma zamanı istiliyə davamlılığı əks etdirən qiymətlər (hədlər) DÜST 11103-85-ə uyğun olaraq müəyyən edilir. Metodun mahiyyəti, sürətli soyutma zamanı nümunənin dağılmaya dayana biləcəyi temperatur düşgüsünü müəyyən etməkdir. Qurğu hər tərəfdən cilalanmış 30x30x4 mm ölçülü nümunələr və nümunələrin suya atılması üçün 15-20°C temperaturda su olan qablar yerləşdirilmiş şaquli boruşəkilli sobadan ibarətdir. İstilik müqavimətinin ölçüsü, nümunənin tez dəyişdirilməsi zamanı dağılmadan dayana biləcəyi maksimal temperatur fərqidir. Orta istilik müqaviməti on nümunədən ibarət bir partiyada müəyyən edilir. Temperatur hər 10°C-dən bir addım-addım artırılır. Bu metodika müəyyən ölçülü nümunələr şəklində götürülmüş müxtəlif materialları müqayisə etməyə imkan verir. Qeyd etmək lazımdır ki, verilmiş nümunələrdən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənən nümunələrə keçərkən, materialların "müqayisəli istilik müqavimətinin" qiymətləri fərqli ola bilər. Bu həm də istilik müqavimətinin yalnız materialın xüsusiyyətlərindən deyil, həm də nümunələrin ölçüsü və formasından, həmçinin sınaq şərtlərindən asılı olan mürəkkəb empirik kəmiyyət olmasından irəli gəlir.

Buna baxmayaraq, əslində detalın - hissənin istilik müqavimətinin xarakterik xüsusiyyəti olan "müqayisəli istilik müqaviməti" müəyyən məhdud ölçü diapazonunda və sınaq şəraitində materialların nümunələrinin istilik müqavimətinə görə müqayisə olunması üçün əlverişlidir.

ƏDƏBİYYAT

1. РМГ 29-99. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. Межгосударственный Совет по Стандартизации, Метрологии и Сертификации - Минск. Изд. Официальное. Дата введения 01.01.2001.
2. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология. Учебное пособие для вузов. – М.: Логос, 2002. - 408с.
3. Гвоздев В.Д. Прикладная метрология. Величина и измерения. – М.: МИТ, 2015, -74с.
4. Каплан Б.Ю. О рекомендациях по метрологии РМГ 29-99. - Законодательная и прикладная метрология, 2008, №2, с.6-11.
5. TŞ EN İSO / İEC 17025. Общие требования к компетентности лабораторий калибровочного стандарта. Институт Турецких стандартов. TÜRKAК, 2000, 2005, 2010, 2012.
6. EA – 4/02. Expression of the Uncertainty of measurement in Calibration, December 1999, 79 p.
7. İSO / İEC Guide to the expression of uncertainty in measurement. 98 – 3: 2008.
8. Шишкин Н.Ф. Прикладная метрология: учебное пособие, 2-е изд., доп. и испр. - М. изд. ВЗПН, 1990.
9. İSO 9001: 2008 Системы менеджмента качества. Требования. 11-15-2008.
10. Y. T. Camalov, K. Ə. Əsgərov. Metroloji və kalibrlemə laboratoriyalarının işinin təkmilləşdirilməsi // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri 2016, Cild 8, №4
11. Гриб Д.А., Демидов Б.А., Хмелевская А.А., Кузнецова О.А. Направления совершенствования методологии обоснования концепции развития системы вооружения Вооруженных сил страны и формирования перспективного ее облика. Сборник научных трудов Харьковского национального университета воздушных сил. 2013, 1(34), с.25-29.

- 12.ГОСТ Р51189-98. Средства программных систем вооружения. Порядок разработки, 1999.07.01. - М. Стандартинформ, 2010.
13. Методические основы обоснования концепции развития и облика перспективной авиационной системы вооружения вооруженных сил страны и ее структурных компонентов. // Демидов Б.А., Хмелевский С.И., Хмелевская А.А. Системы вооружения и военная техника. 2014, 1(27), с.25-33.
14. ГОСТ Р56135-2014. Управление жизненным циклом продукции военного назначения. - Москва, Стандартин-форм. 2015. – 14 с.
15. Джамалов Я.Т., Аскеров К.А. Усовершенствование производственного процесса приборов ночного видения // Вестник Азербайджанской Инженерной академии. 2016, Том 8, №1, стр.63-73.
16. Джамалов Я.Т., Аскеров К.А. Совершенствование работы метрологических и калибровочных лабораторий // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, 2016, Том 8, №.4, s.7-16.
17. Джамалов Я.Т., Аскеров К.А. Концепция развития оптико-электронных приборов // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, 2017. Т.9, №4, с. 86-92.
18. Взамен на ГОСТ В 15.105. -79 ГОСТ РВ 15.105. -2001 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Порядок выполнения научно - исследовательских работ и их составных частей. Основные положения.
- 19.ГОСТ Р ИСО 9001- 2008. Система менеджмента качества. Требования,11-15, 2008.
- 20.ГОСТ РВ 0015-002-2012. Система менеджмента качества в военной промышленности. Вступил в силу в январе 2013 года.
- 21.Aimpoint. Проспект фирмы Aimpoint Inc., США 2008.

22. Волков В.Г. Коллиматорные прицелы для индивидуального оружия. // Журнал «Спецтехника и связь», 2012, № 2, 34-40 с.
23. Вальнер В., Мартино К. Прицелы. // Журнал «Магnum», 2000, Т. 15., № 3, с. 55.
24. Потапов А. Армейских оптические прицелы. Искусство снайпера. // «Фаир-Прес», 2005, ISBN5-8183-0360-8.
25. Точность производства в машиностроении и приборостроении / Под ред. А. Н. Гаврилова. — М.: Машиностроение, 1973.— 567 с.
26. Валетов В.А. Новые технологии в приборостроение. Учебное пособие —СПб: СПбГУ ИТМО, 2008, 336с.
27. Литвин Ф.Л. Справочник конструктора точного приборостроения. 01.01. 2011, 944с
28. Валетов В.А., Помпеев К.П. Технология приборостроения. Учебное пособие — СПб: НИУ ИТМО, 2013, 234с.
29. Справочник технолога-оптика. / Под редакцией М.А. Окатова. – СПб.: Политехника, 2004. - 679 с.
30. Стекло: Справочник / Под ред. Н.М. Павлушкина. – М.: Стройиздат, 1973. – 487 с.

Kamal Əsgər oğlu Əsgərov.
Ümumi metrologiya və kalibrasiya nəzəriyyəsi.
Monoqrafiya.
- Bakı. - MAA - 2024 -

Monoqrafiya «Mülki Aviasiya» redaksiya
heyəti tərəfindən baxılmış və çapına
icazə verilmişdir.
Çapa hazırlanmışdır 01.05.2023.

Texniki redaktor: k.f.d.Yüzbaşova L.N.

Korrektor: Mirzəyeva M.R.

Monoqrafiya
«Azərbaycan Hava Yolları» Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti
Hava Limanlarının İstismarı Baş İdarəsinin
Poliqrafiya Mərkəzində çap olunmuşdur.

Формат – 60x84^{1/16}
Tirajı 50 nüsxə.