

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi
Azərbaycan Texniki Universiteti

**N. D. Yusubov, F.Q. Əmirov, M.K. Səmədov,
H.M. Abbasova**

**MAŞINQAYIRMADA TEXNOLOJİ
PROSESLƏRİN KOMPYUTER
LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ**

**(MAŞINQAYIRMADA TEXNİKİ SİSTEMLƏRİN
KOMPYUTER İDARƏ OLUNMASI)**

(Dərs vəsaiti)

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin 07 yanvar 2015-ci il tarixli 13 sayılı əmri ilə ali texniki məktəblərin tələbələri üçün dərs vəsaiti kimi təsdiq edilmişdir.

Bakı-2015

UDK 621.9:62. - 5(075)

N.D. Yusubov, F.Q. Əmirov, M.K. Səmədov, H.M. Abbasova. “Maşınqayırmada texnoloji proseslərin kompyuter layihələndirilməsi (Maşınqayırmada texniki sistemlərin kompyuter idarə olunması)”. – Bakı: AzTU, 2015 – 147 s.

Elmi redaktoru: t.e.d., prof. Mövla-zadə V.Z. – Azərbaycan Texniki Universitetinin (AzTU) «Maşınqayırma texnologiyası» kafedrasının müdiri, Azərbaycan Respublikasının Əməkdar mühəndisi

Rəy verənlər: t.e.d., prof. Hüseynov Ə.G. – AzTU-nun «Maşınların etibarlılığı və təmir texnologiyası» kafedrasının müdiri; **t.e.n., dos. Rzayev E.D.** – AzTU-nun «Metalkəsən dəzgahlar və alətlər» kafedrasının müdiri; **t.e.d., prof. Kərimov C.Ə.** – Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının “Maşınqayırma və material emalı” kafedrasının professoru; **t.e.n., dos. Şükürov A.A.** – “Aqreqat” İstehsalat Birliyinin “Avia-aqreqat” zavodunun direktoru.

Dərs vəsaiti 050612 -“Maşın mühəndisliyi” ixtisası (proqramı) üzrə bakalavr hazırlığı üçün “Maşınqayırmada texnoloji proseslərin kompyuter layihələndirilməsi” fənninin proqramında nəzərdə tutulmuş RPİ dəzgahlarında əməliyyatların layihələndirilməsi və çevik istehsal sistemlərində mexaniki emal texnoloji proseslərinin layihələndirilməsi bölmələrinin tədrisini gücləndirmək məqsədi ilə yazılmışdır. Dərs vəsaitindən 060612 «Maşın mühəndisliyi» ixtisası (proqramı) üzrə magistr hazırlığı üçün nəzərdə tutulmuş «Maşınqayırmada texniki sistemlərin kompyuter idarə olunması» fənninin tədrisində də istifadə etmək olar. Burada avtomatik idarəetmə sistemləri, rəqəmli proqramla idarəetmənin nəzəri əsasları verilmiş, RPİ dəzgahlarının konstruksiyalarının elementləri göstərilmişdir.

Dərs vəsaiti AzTU-nun «Maşınqayırma texnologiyası» kafedrasında hazırlanmışdır.

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	5
I. TEXNİKİ SİSTEMLƏRDƏ İDARƏETMƏ	
HAQQINDA ÜMUMİ MƏLUMAT	6
1.1. Real vaxt rejimində obyektlərin idarəetmə sistemlə- rinin əsas anlayışları.....	6
1.1.1. Əsas termin və təriflər.....	6
1.1.2. İdarəetmə obyektlərinin funksionallarının kontekstində real vaxt rejimində idarəetmə sistemlərinin təsnifatı.....	9
1.1.3. Obyektlərin idarə olunması zamanı real vaxt rejiminin rolu və funksiyaları.....	10
1.2. Obyektlərin lokal (yerli) və paylanmış (bölüşdürül- müş) idarəetmə sistemləri.....	11
II. DƏZGAHLARIN İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİ- NİN TƏSNİFATI VƏ STRUKTURU.....	16
2.1. Dəzgaqların əl ilə idarə olunması.....	16
2.2. Dəzgaqların avtomatik idarə olunması.....	18
2.2.1. Paylayıcı vallar ilə idarəetmə sistemləri.....	23
2.2.2. Surət (surət çıxaran) idarəetmə sistemləri.....	26
2.2.3. Tsiklik proqramla idarəetmə sistemləri.....	28
2.2.4. Rəqəmli proqramla idarəetmə sistemləri.....	31
2.2.5. Adaptiv idarəetmə sistemləri.....	32
III. RPİ DƏZGAHLARININ İNDEKSLƏŞDİRİL- MƏSİ.....	37
3.1. RPİ qurğularının (RPİQ) modelləri.....	38
IV. RPİ - NİN MƏSƏLƏLƏRİ.....	43
4.1. Həndəsi məsələ.....	43
4.1.1. İdarəetmə proqramının kadrının strukturu.....	45
4.1.2. RPİQ-in avtomatik rejimdə işi.....	47
4.1.3. İnterpolyasiya.....	49
4.2. Məntiqi məsələ.....	85

4.3. Texnoloji məsələ.....	87
4.4. Terminal məsələsi.....	91
V. RPİ SİSTEMLƏRİNİN TƏSNİFATI.....	93
5.1. NC sinifli sistemlər.....	93
5.2. SNC sinifli sistemlər.....	94
5.3. CNC sinifli sistemlər.....	94
5.4. DNC sinifli sistemlər.....	97
5.5. HNC sinifli sistemlər.....	97
5.6. PCNC sinifli sistemlər.....	98
VI. RPİ SİSTEMLƏRİNİN STRUKTURU.....	100
6.1. "RPİ dəzgah" kompleksi.....	100
VII. RPİ DƏZGAHLARININ İŞ PRİNSİPİ.....	107
7.1. RPİ sistemlərinin tərkibi.....	108
VIII. RPİ DƏZGAHLARININ VERİŞ İNTİQAL- LARI.....	116
8.1. İstifadə olunan elektrik mühərriklərinin növləri.....	118
8.2. Əks əlaqəli vericilər.....	123
8.3. RPİ dəzgahlarının icləyici intiqalları.....	128
IX. RPİ DƏZGAHLARININ BAŞ HƏRƏKƏT İNTEQALLARI.....	131
9.1. RPİ dəzgahlarının baş hərəkət inteqallarının xüsusiyyətləri.....	131
9.2. RPİ dəzgahlarının spindel qrupları.....	133
X. RPİ SİSTEMLƏRİNİN SEÇİLMƏSİ VƏ LAYİ- HƏLƏNDİRİLMƏSİ.....	137
ƏDƏBİYYAT	143

GİRİŞ

Müasir dövrdə rəqəmli proqramla idarəetmə (rəqəmli proqramla idarə olunma) (RPİ) dəzgahların idarə olunması üçün universal vasitəyə çevrilmişdir. Belə idarəetməni bütün dəzgah qrupları və tipləri üçün tətbiq edirlər. RPİ dəzgahlarının tətbiqi metal emalını keyfiyyət baxımından dəyişməyə, böyük iqtisadi səmərə əldə etməyə imkan verir. RPİ dəzgahlarında emal aşağıdakı göstəricilər ilə səciyyələnir: əsas və köməkçi vaxtların (yenidənsazlamaların) azaldılması hesabına əmək məhsuldarlığının yüksəldilməsi ilə; çox dəzgaha qulluq etmənin tətbiqi imkanları ilə; yüksək dəqiqliklə: xüsusi tərtibatlara məsrəflərin azalması ilə; nişanlama işlərinin azalması və ya tam aradan qaldırılması ilə.

RPİ dəzgahlarından istifadə edilməsi təcrübəsi göstərir ki, bu dəzgahların tətbiq edilməsi səmərəliliyi dəqiqliyin yüksəldilməsi və emal şərtlərinin mürəkkəbləşdirilməsi (pəstah və alətin beş-altı koordinat üzrə qarşılıqlı yerdəyişməsi), pəstahı bir dəfə yerləşdirməklə çoxəməliyyatlı çoxalətli emal və s. zamanı daha da artır. RPİ dəzgahlarında emalın əhəmiyyətli üstünlüyü bir də onunla izah olunur ki, bu zaman fəhlələrin ağır əl əməyinin həcmi həddindən artıq kiçilir, ixtisaslı dəzgahçı-universallara tələbat azalır.

RPİ dəzgahlarının tətbiq sahələrinin genişlənməsi RPİ qurğuları və dəzgahların özlərinin təkmilləşməsi və inkişafı ilə eyni vaxtda həyata keçir. RPİ sistemlərinin strukturu dəyişir; sərt bloklunun əvəzinə elektron hesablama maşınları (EHM) bazası əsasında asan yenidənproqramlaşdırıla bilən struktur gəldi.

I. TEXNİKİ SİSTEMLƏRDƏ İDARƏETMƏ HAQQINDA ÜMUMİ MƏLUMAT.

1.1. Real vaxt rejimində obyektlərin idarəetmə sistemlərinin əsas anlayışları

1.1.1. Əsas termin və təriflər

1. İdarəetmə - bu obyektə əvvəlcədən formullaşdırılmış (qısaca və dürüst ifadə edilən) idarəetmə məqsədinə müvafiq olaraq giriş siqnalları, obyektin cari vəziyyəti (halı) haqqında informasiyanın və xarici təsir faktorlarının mövcudluğu əsasında onun vəziyyətinin (halının) dəyişdirilməsi üzrə təsir prosesidir.

2. İdarəetmə obyekti – bu texniki (mexanizm, qurğu, aqrekat, kompleks) sistemdir. Bu sistem müəyyən giriş təsirləri və çıxış parametrləri dəstinə malikdir və bir neçə əməliyyat (texnoloji proses) dəstini həyata keçirir.

3. İnformasiya – bu özündə yeniliyi və faydalılığını (yaxşılığını) daşıyan məlumatdır (veriləndir).

İnformasiya parametrləri aşağıdakılardır:

- İnformasiyanın sayı (miqdarı), həcmi;
- Həqiqiliyi - əldə olunan məlumatın real məlumatla uyğunluq (müvafiqlik) göstəricisi;
- Dəyəri (əhəmiyyəti) – informasiyadan istifadənin nəticə göstəricisi;
- Dolğunluğu – faydalı (yaxşılıq) və fon (berrəngli) informasiya nisbəti göstəricisi. Fon informasiyası faydalı informasiyanın qəbul edilməsini (mənimlənməsini) yaxşılaşdırır;
- Şəffaflığı (açıqlığı) – müxtəlif insan qruplarına əlverişlilik dərəcəsini xarakterizə edən göstərici.

4. Məlumat (Verilənlər) – bu insan fəaliyyətində istifadə olunan keyfiyyət və ya / və kəmiyyət, analog və ya / və rəqəmli istənilən göstəricilərdir.

5. Məqsəd – bu qarşıda duran fəaliyyətin nəticəsinin ideallaşdırılmış şəkildə fikrən (xəyalən) qabaqcadan duymadır (düşünmədir).

6. Keyfiyyət - bu obyektin müəyyən olunmuş və ya ehtimal olunan tələbatını ödəmək qabiliyyətinə aid xüsusiyyətlərinin məcmusudur. (Standartlaşdırma üzrə Beynəlxalq təşkilatın tərifli).

7. Texnologiya – bu bilik, informasiya, metodların, maliyyə vəsaiti və texniki resursların kompleks yığımını mütəşəkkil və ağılla birləşdirmək və həyata keçirmək məharətidir (mədəniyyətidir, sənətidir). Texnologiyaya daxildir: Nəzəri biliklər; Avadanlıq; Alət; Nou hau (know how); Əməli təcrübə və vərdişlər.

8. Nou hau (know how) – bu elm, texnika sahəsində və idarəetmə fəaliyyətində mühafizə sənədləri ilə qorunmamış və dərc olunmamış biliklər və ya təcrübənin nəticələridir.

9. İnnovasiya (yenilik) - bu əməli nəticəyə qədər çatdırılan məqsəddir. Başqa sözlə, bu yeni məhsulların, istehsal proseslərinin və xidmətlərin tətbiqi prosesidir.

10. Mexatronika – bu kompüter texnikasının tətbiqi əsasında mexaniki (fiziki) sistemlərin fəaliyyət göstərməsi üçün çətin qərarların qəbulu vasitəsidir.

11. Sistem - bu bir-biri ilə müəyyən şəkildə qarşılıqlı əlaqəli, vahid struktur tamlığı yaradan və müəyyən davranışı ilə səciyyələnən elementlərin (obyektlərin) məcmusudur.

Sistemin obyektlərin (elementlərin) məcmusu kimi beş əlaməti mövcuddur:

1) **quruluşluq (quruluşlanma)** - bununla səciyyələnir ki, sistemdə obyektlər bir-biri ilə müəyyən əməliyyatlar və münasibətlərlə əlaqəlidir.

2) **tamliq (bütovlük)** - bununla səciyyələnir ki, sistemin daxilində obyektlərin dağıdılması sistemin əlamətlərinin itirilməsinə doğru aparır.

3) **iyerarxiya** - bununla səciyyələnir ki, sistemdə vertikal üzrə obyektlərin təbəçilik (asılılıq) səviyyələri mütləq vardır.

4) **qarşılıqlı asılılıq** - bununla səciyyələnir ki, bir obyektin xassələrinin dəyişməsi birlikdə digər obyektlərin xassələrinin dəyişməsinə öz arxasınca aparır.

5) **təsvirin coxluğu** - bununla səciyyələnir ki, obyektlərin sistemin daxilində qarşılıqlı əlaqəsi müxtəlif üsullarla təqdim edilə və ya vizuallaşdırıla bilər: analitik, qrafik, məntiqi.

12. Model – bu həqiqətin şərti təqdim edilməsidir.

Model tipləri:

- İllüstrativ (cizgi, xəritə, natura (fiziki) modelləri);
- Simvol (riyazi təsvir- formullar, qraflar, şəbəkələr).

Model anlayışının formal tərif: İstənilən S sisteminin təqdimatı, əgər sistemin A aydın təsviri müəyyən O xətası ilə varsa, **M model** adlanır. Bu tərif analitik olaraq aşağıdakı ifadə şəklində yazmaq olar: $M : S \rightarrow A(O)$.

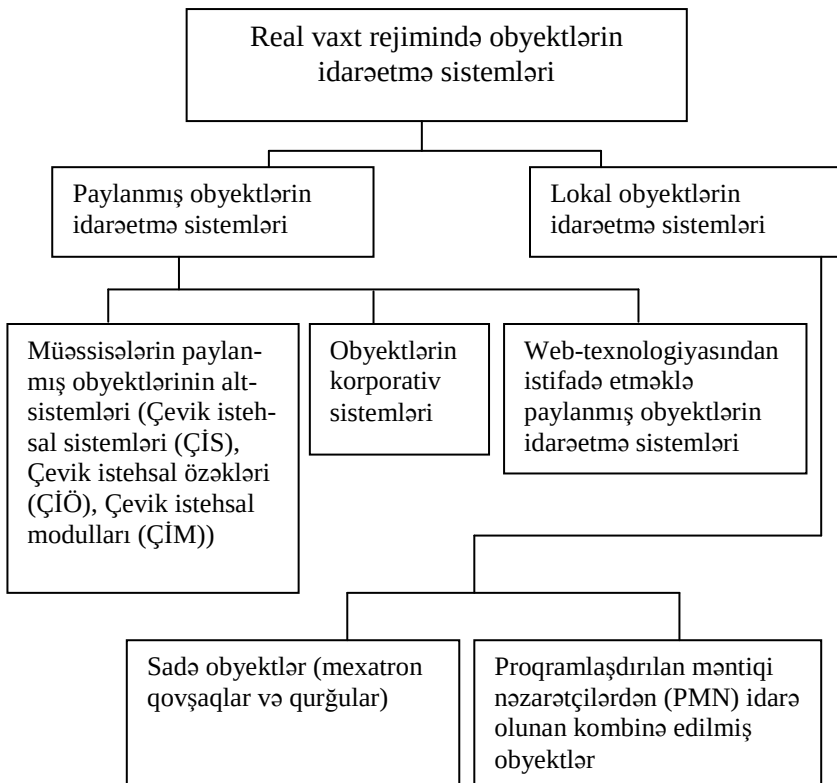
13. Menecment - bu biznes proseslərinin (istehsal və ya xidmət) sahibkarlıq fəaliyyətinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi və gəlirlərin artırılması məqsədi ilə prinsiplər, ümumi idarəetmə metod və vasitələrin məcmusudur.

14. Loqistika - müəssisədə xammalın təchizatçılara çatdırılması və məhsulun istehlakçılara çatdırılması əməliyyatları daxil olmaqla maliyyə və informasiya axınlarının məqsədyönlü idarəetmə qaydaları və metodlarının məcmusudur.

15. Virtual korporasiya - bu müstəqil şirkətlərin, rəqabətqabiliyyətliliyi təmin etmək, bazarlar və gəlir əldə etmək məqsədi ilə intellektual və maliyyə ehtiyatlarından birgə istifadə üçün informasiya texnologiyaları ilə əlaqələndirilmiş müvəqqəti şəbəkəsidir.

1.1.2. İdarəetmə obyektlərinin funksionallarının kontekstində real vaxt rejimində idarəetmə sistemlərinin təsnifatı

İdarəetmə obyektlərinin funksionallarının kontekstində real vaxt rejimində idarəetmə sistemlərinin təsnifatı şəkl. 1.1-də göstərilmişdir.



Şəkl.1.1. Obyektlərin idarəetmə sistemlərinin təsnifatı sxemi

1.1.3. Obyektlərin idarə olunması zamanı real vaxt rejiminin rolu və funksiyaları

Real vaxt rejimi haqqında anlayış. Proseslərə nəzarət və onların idarə olunması vəzifələri kontekstində idarəetmə məsələləri real vaxt rejimində hesablama texnikası tətbiqinin mühüm sahələrindən birini təşkil edir. Yayma dəzgahlarının, robotların, avtomaqistrallarda hərəkətin, kommunikasiya trafiklərinin (hərəkətlərinin) idarə olunması, ətraf mühitin vəziyyətinə nəzarət, atom və kosmik stansiyaların idarə olunması və s. - bütün bunlar real vaxt məsələləri sahəsidir. Bu məsələlər aparat və proqram təminatına qarşı etibarlılıq, paylanmış sistemlərdə ötürücü mühitin yüksək ötürmə qabiliyyəti, xarici hadisələrə vaxtında reaksiya və s. kimi tələblər irəli sürürlər. Bu tələblərin yerinə yetirilməsi üçün real vaxt sistemi yaradılır.

İdarəetmə prosesində “**real vaxt rejimi**” termini ilk növbədə obyektə idarəedici təsirlər nəticələrinin “**vaxtında**” alınması faktını əks etdirir. Burada “**vaxtında**” o deməkdir ki, idarəedici təsirlər müddətinə görə obyektin vəziyyətinin dəyişdirilməsinə iki qonşu sorğu arasındakı mövcud pauzaya (fasiləyə) nisbətən daha tez tərtib edilməlidir (hazırlanmalıdır). Real vaxt rejimində obyektin idarə olunmasının daha dərin başa düşmək üçün bu rejimi üç səviyyədə təqdim etmək olar: Funksional səviyyə, proqram (sistem, tətbiqi) səviyyə və aparat səviyyəsində.

Real vaxtın əməliyyat sistemləri. Real vaxt məsələləri hesablama-idarəetmə sistemlərinə, o cümlədən real vaxtın proqram təminatı (RVPT) reallaşdırılmış əməliyyat sistemlərinə (ƏS) qarşı müəyyən tələblər irəli sürürlər.

Bu tələblər IEEE işçi komitəsinin POSIX 1003.4 standartında şərh olunmuşdur. Standart ƏS-ni (əgər ƏS tələb olunan xidmət səviyyəsini tamamilə müəyyən, məhdud zamanda

(gözlənilən (qabaqcadan deyilə bilən, proqnozlaşdırma) prinsipi) təmin edirsə) real vaxt sistemi kimi müəyyən edir.

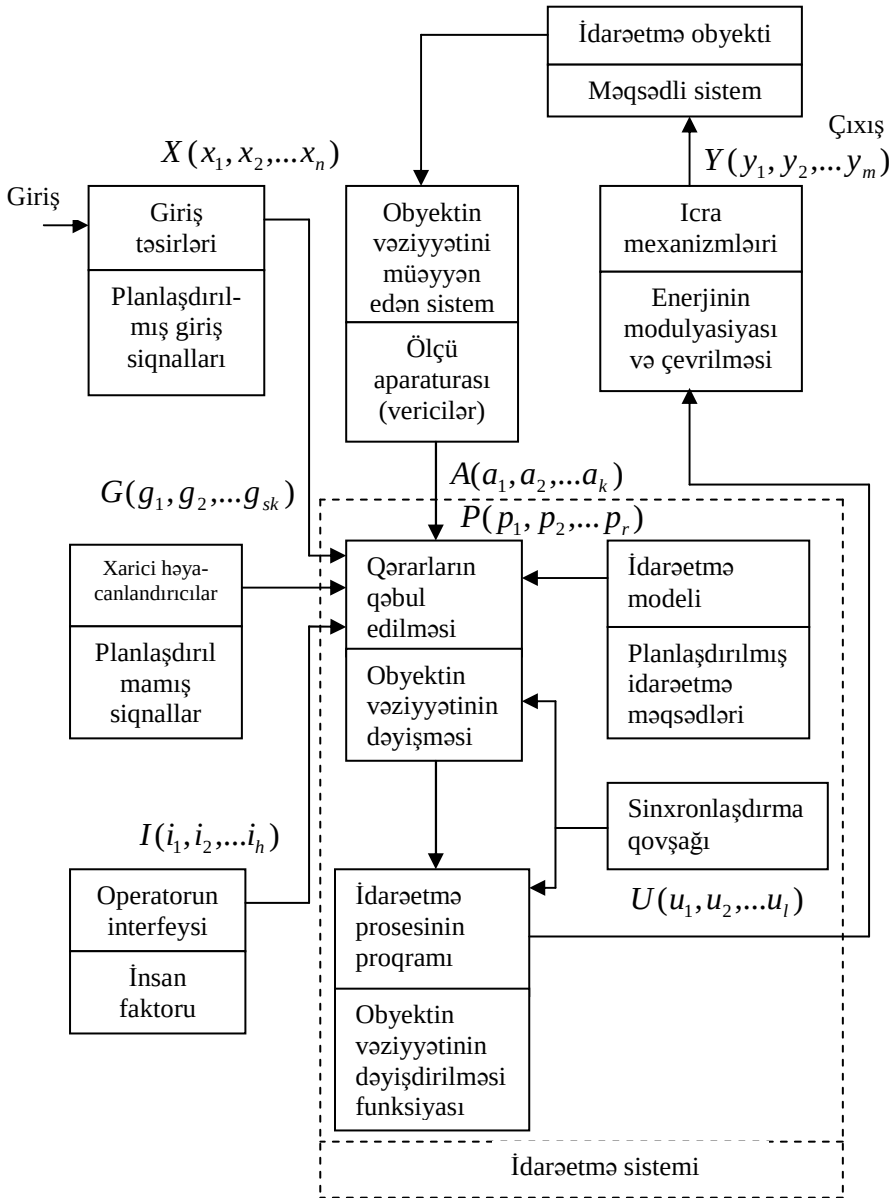
Real vaxt sistemlərinin aparat təminatının seçimi zamanı sistemin çevikliyinə və müvəqqəti xarakteristikalarına sərt tələblər irəli sürülür.

Real vaxtın layihələrinin əksəriyyəti magistral-modul sistemlərinin (MMS) arxitektura (memarlıq) qərarları çərçivəsində həyata keçirilir.

1.2. Obyektlərin lokal (yerli) və paylanmış (bölüşdürülmüş) idarəetmə sistemləri

Obyektin ümumiləşdirilmiş avtomatlaşdırılmış (kompyuter) idarəetmə modeli şəkl. 1.2 – də təqdim olunmuşdur. Burada yeddi əsas informasiya axınlarının qarşılıqlı təsiri əsasında, demək olar ki, istənilən lokal obyektin idarə olunması üçün tətbiq edilə bilən invariant (dəyişməz) qapalı idarəetmə prosesi təmin olunur. Bu modeldə yeddi informasiya axınları qarşılıqlı fəaliyyət göstərir: giriş siqnalları axını - $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$; çıxış siqnalları axını - $Y(y_1, y_2, \dots, y_m)$; idarəetmə obyektinin vəziyyətinin (halının) siqnalları axını - $A(a_1, a_2, \dots, a_k)$; mümkün xarici həyacanlandırıcı siqnalların axını - $G(g_1, g_2, \dots, g_{sk})$; operatorun pultundan mümkün siqnallar axını - $I(i_1, i_2, \dots, i_h)$; idarəetmə prosesinin alqoritmini həyata keçirən siqnallar axını - $P(p_1, p_2, \dots, p_r)$; obyektin idarə olunması proqramının siqnalları axını - $U(u_1, u_2, \dots, u_l)$.

İdarəetmə sisteminin mərkəzi qovşağı qərarların qəbul edilməsi altsistemidir. Burada beş daxil olan X, A, G, I, P informasiya axınlarının təhlili əsasında idarəetmə siqnalları vektoru vasitəsilə - U obyektin proqram idarəetmə siqnalları hazırlanır.



Şək. 1.2. Lokal obyektin idarə olunması prosesinin ümumiləşdirilmiş modeli

Qeyd:

1. Termin - **Xarici sapmalar** verilmiş idarəetmə rejimini pozan prosesləri müəyyənləşdirir.

2. Termin – **Sinxronlaşdırma** – siqnalların (müəyyən qaydalara uyğun (protokola) fiziki informasiya daşıyıcısı və onların zaman oxuna bağlanması kimi) nizamlanması və razılaşdırılması metod və vasitələrini müəyyənləşdirir.

Paylanmış idarəetmə sistemləri. Obyektlərin paylanmış idarəetmə sistemləri – bu ümumi kommunikasiya əlaqələri və ümumi resursları, idarəetmə prosesinin ümumi məqsədi ilə birləşmiş lokal sistemlər məcmusudur. İstehsal mühitinin obyektlərinin paylanmış idarəetmə sistemlərinin standart nümunəsi şəkl. 1.3-də göstərilmişdir.

Müəssisənin idarəetmə (bax şəkl. 1.3) sisteminin strukturu dörd mərhələyə ayırmaq olar:

I – Internet şəbəkəsi səviyyəsi (korporativ informasiya qarşılıqlı əlaqə səviyyəsi);

II - inzibatçılıq və planlaşdırma səviyyəsi;

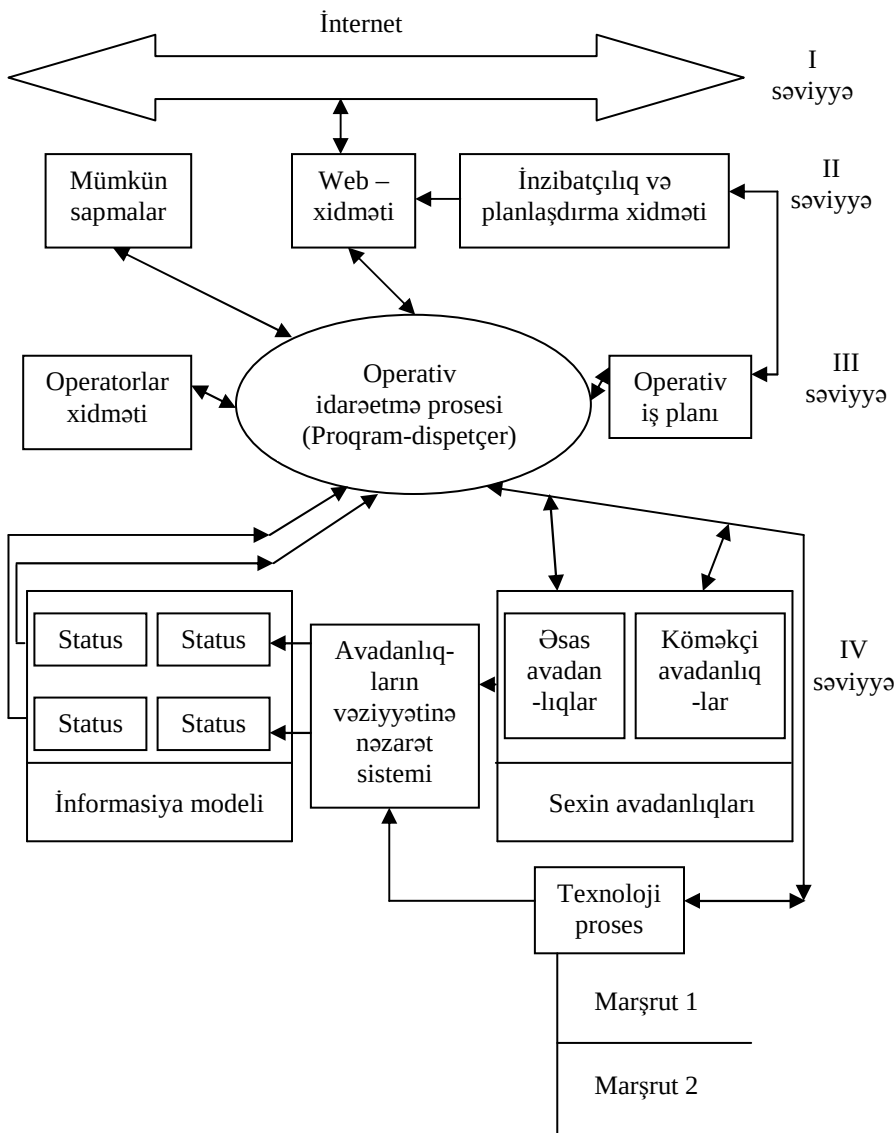
III - istehsalın operativ idarəetmə səviyyəsi;

IV - istehsalın konkret obyektlərinin idarəetmə səviyyəsi (məhsulların buraxılışı üzrə texnoloji prosesin həyata keçirilməsi).

Bu sistem obyektlərin paylanmış idarə olunmasının standart dördsəviyyəli sistemidir.

Resursların təsnifatı. Sənaye profilli integrasiya olunmuş avtomatlaşdırılmış sistemlərin fəaliyyəti prosesini təmin edən ümumi sistem resursları aşağıdakı beş kateqoriyaya bölünürlər:

- **Maddi resurslar (ehtiyatlar)**. Buraya əmək vasitələri və əmək əşyaları daxildir. Əmək vasitələrinə əsas və köməkçi avadanlıqlar, nəqliyyat, əmək əşyalarına isə materiallar, hazır məmullar, alətlər, ləvazimatlar aid edilir.



Şək. 1.3. Paylanmış idarəetmə sisteminin standart istehsal strukturu

Müvəqqəti resurslar - bu plan tapşırıqlarının yerinə yetirilməsinin təqvim vaxtı (sutkalıq, aylıq, rüblük, illik və növbəli), habelə perspektiv işlər planlarının yerinə yetirilməsi müddətidir.

Enerji resursları - bu aşağıdakı enerji növlərinin ehtiyatlarıdır: elektrik, hidravlik və pnevmatik.

İnformasiya resursları - bu biznes-proseslərin fəaliyyəti üzrə ən müxtəlif təyinatlı mətn sənədləridir; şifahi məlumat (əmrələr, təlimatlar, məsləhətləşmələr); terminal məlumat (vizuallaşdırma (əyaniləşdirmə) vasitələrinin ekranlarında); dialoq interfeys mətn və qrafiki komponentləri; təhlükəsizlik sistemlərinin siqnalları; müxtəlif növ təyinatlı işıq tablosu; proqram fayllar (sistem, tətbiqi, instrumental və Web – fayllar, həm lokal, həm də global şəbəkə protokolları); məlumat (verilənlər) bazaları; məlumat (verilənlər) anbarları; ekspert sistemləri.

İqtisadi resurslar - Bu qalan bütün sərf resurslarının cəm qiymətləndirilməsi üzrə pul ekvivalenti ilə (valyuta) ifadə olunmuş ümumiləşdirilən məcmu resursdur.

II. DƏZGAHLARIN İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN TƏSNİFATI VƏ STRUKTURU

Metalkəsən dəzgahların idarə olunması – bu onun mexanizm və qurğularına verilmiş dəqiqlikli, məhsuldarlıqlı və emal maya dəyərli pəstahın tələb olunan emal texnoloji prosesinin yerinə yetirilməsi üçün təsirdir.

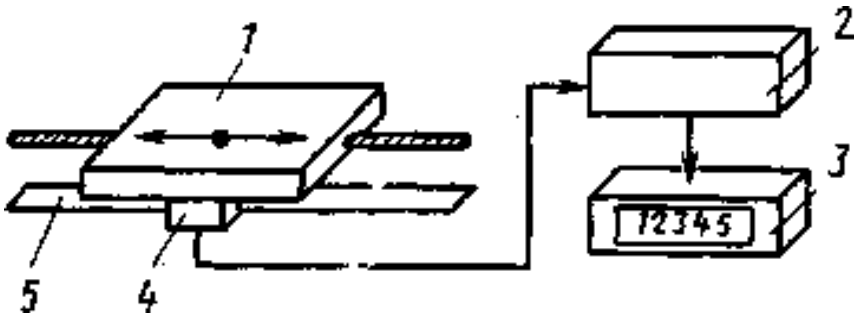
Dəzgahın idarə olunması idarəetmənin məqsədi, idarəetmə nəticələri (işçi orqanların yerdəyişmələri, müxtəlif mexanizmlərin işləməsi) haqqında informasiyaların alınmasından, alınmış informasiyanın analizindən (araşdırılmasından), qərarın hazırlanması və qəbul olunmuş qərarın icrasından ibarətdir.

Dəzgahın idarə olunması operator tərəfindən (əl ilə) və ya onun bilavasitə iştirakı olmadan avtomatik idarəetmə sistemi vasitəsi ilə yerinə yetirilə bilər.

2.1. Dəzgahların əl ilə idarə olunması

Dəzgahların idarə edilməsi rəqəmli göstərici (indikasiya, ekran) və idarəetmə qurğularının tətbiqi (RGİQ) ilə sadələşdirilmişdir. Ən sadə RGİQ sxemi şəkl. 2.1-də göstərilmişdir. Dəzgahın 1 işçi orqanının (stolun, supportun (altlığın), şpindel aşığının) yerdəyişməsi zamanı işçi orqan ilə əlaqəli olan 5 ölçmə dəyişdirəni (çevirici) (ÖD) ÖD-nin 4 hərəkətsiz hissəsinə nisbətən gəzişərək, yerdəyişməni ona uyğun olan impuls-ların sayına dəyişdirir (çevirir). Bu impuls- da 2 sayğacına daxil olur (gəlir) və 3 rəqəmli tabloda nümayiş edilir.

Hesablamanın başlanğıcı sayğacın sıfır quraşdırılması yolu ilə nəzarət olunan yerdəyişmənin istənilən nöqtəsi ilə uyğunlaşdırılmış ola bilər. RGİQ –də ÖD kimi impuls- fotoelektrik ştrixli şkalalarlı ÖD-lər, həmçinin faza ÖD-lər (selsin və induktosinlər) tətbiq olunur.



Şək. 2.1. Rəqəmli göstərici (indikasiya) qurğusunun sxemi

Dəzgahların avtomatlaşdırılması səviyyələri üzrə RĞİQ aşağıdakı kimi təsnif edilir:

a) ölçü səviyyəsi ilə. Bu zaman RĞİQ yalnız yerdəyişmələrin hesablanma funksiyalarını yerinə yetirir;

b) dəzgahın operatoruna tövsiyələr verilməsi səviyyəsi ilə. Bu zaman RĞİQ ilkin yerdəyişmələr yığımı funksiyasını həyata keçirir. Bu halda operator işçi orqanların yerdəyişmələrinin tələb olunan qiymətini yığır, sonra isə RĞİQ-in rəqəmli tablolarında sıfır əldə edilənə qədər onların yerini dəyişir;

v) operatora işçi proqramda qeyd edilmiş tövsiyələr verilməsi səviyyəsi ilə. Bu zaman rəqəmli tabloda proqram üzrə yerdəyişmənin tələb olunan qiymət və istiqaməti nümayiş olunur və operator əl ilə onları yerinə yetirir;

q) idarəetmə səviyyəsi ilə. Burada RĞİQ yerdəyişmələrin ilkin yığım funksiyasını və onların avtomatik işlənməsini yerinə yetirir. Operator bu halda yalnız düyməni basır, dəzgah isə verilmiş yerdəyişmələri həyata keçirir. Bu zaman mövqeləndirmə komandalarını RĞİQ verir;

d) idarəedici proqram səviyyəsi ilə. Bu zaman RĞİQ avtomatik olaraq proqram üzrə işləyir, yəni rəqəmli proqram

idarəetmə qurğularının (RPİQ) funksiyalarına analoji olan idarəetmə funksiyalarını yerinə yetirir.

Avtomatlaşdırmanın müxtəlif səviyyələrinə uyğun iş rejimlərindən başqa, RGİQ həmçinin digər rejimlərə də malik ola bilər. Məsələn, proqramın yazılması, özünüdiaqnostika və başqaları.

Funksional imkanlarına görə RGİQ–i iki qrupa bölürlər:

a) texnoloji funksiyaları müəyyən dəzgahlar qrupuna yönəlməmiş, yerdəyişmələrin qiymətlərinin rəqəmli hesablanmasının yalnız sadə funksiyalarını yerinə yetirən ümumi təyinatlı RGİQ;

b) müəyyən dəzgahlar tipinə funksional yönəlmiş RGİQ.

2.2. Dəzgahların avtomatik idarə olunması

Metalkəsən dəzgahın avtomatik idarə olunması zamanı onun idarə olunması funksiyasını əvvəlcədən tərtib olunmuş idarəetmə proqramı üzrə işləyən, idarəetmə sisteminə müvafiq proqramdaşıyıcılarının köməyi ilə daxil edilən avtomatik idarəetmə sistemi (AİS) yerinə yetirir.

Avtomatik idarəetmə zamanı dəzgahın fəaliyyəti onun strukturu və verilmiş idarəetmə sisteminə qoşulmuş (yerləşdirilmiş) idarəetmə alqoritm ilə müəyyənləşdirilir. Bu zaman dəzgahın strukturu onun tərkibini və işçi orqanları, köməkçi mexanizmləri və qurğuları arasında əlaqəni müəyyənləşdirir. İdarəetmə sisteminin işlədiyi idarəetmə alqoritmı dəzgahın idarə olunmasının müxtəlif funksiyalarının yerinə yetirilməsi ardıcılığını göstərir.

İdarəetmə proqramı (İP) dedikdə konkret pəstahın emalı üzrə dəzgah fəaliyyətinin verilmiş alqoritmə uyğun proqramlaşdırma dilində komandalar məcmusu başa düşülür.

İP-yə, bir qayda olaraq, üç komanda kateqoriyaları (qrupları) daxildir:

a) ***texnoloji***. Bu qrup komandaları dəzgahın işçi orqanlarının emal prosesində verilmiş verişlər ilə tələb olunan məsələlərə yerdəyişmələrinin idarə olunmasını təmin edir;

b) ***dövri***. Bu qrup komandaları sürət və veriş dəyişməni, alətlərin seçilməsi və dəyişdirilməsini, pəstahlı paletlərin dəyişdirilməsini, soyuducu mayenin verilməsi və kəsilməsini, emal dəqiqliyinə nəzarəti və s. həyata keçirir;

v) ***xidməti və ya məntiqi***. Bu qrup komandaları dəzgahın ona verilən bütün yuxarıda göstərilən komandaların düzgün yerinə yetirilməsini təmin edir.

İdarəetmə proqramı yazılmış verilənlərin daşıyıcısını proqramdaşıyıcı adlandırırlar. Proqramdaşıyıcıları kimi yumruqları, kopirləri (sürət çıxaranları, sürətçiləri), dayaqlı xətləşləri, perfolentləri (dəlikli lentləri), maqnit lentlərini, həmçinin müxtəlif tipli yadda saxlayan qurğuları istifadə edirlər.

Metalkəsən dəzgahların AİS-sini onların praktiki tətbiqinin məqsədlərindən asılı olaraq müxtəlif əlamətlərə görə təsnif edirlər.

İnformasiya əlamətləri üzrə AİS-nin təsnifatını geniş istifadə edirlər. İnformasiya əlamətləri dedikdə müxtəlif metal-kəsən dəzgahların idarə edilməsində informasiya axınlarının strukturu və sayı başa düşülür. AİS üçün istifadə olunan məlumat nə qədər dolğun olarsa, bir o qədər də onun işinin keyfiyyəti yüksək və funksional imkanları genişdir.

AİS-ə daxil olan informasiyanın girişdə mənbəyi İP-dir, əks əlaqə kimi isə istifadə edilə bilər: informasiyaların işlənməsi prosesinin vəziyyətini xarakterizə edən informasiya axınları (dəzgahın işçi orqanlarının vəziyyəti, vibrasiya səviyyəsi, temperatur deformasiyaları, emal olunan pəstahın ölçüləri); idarəetmə prosesindən asılı olmayan, emal prosesinə təsir göstərən həyacanlandırıcılar haqqında məlumat (məsələn,

emal payı, materialın bərkliyi, ətraf mühitin temperaturu və s.).

Informasiyanın sadalanan mənbələri AİS-də AİS-in müəyyən strukturunu yaratmaqla müxtəlif əlaqələndirmələrlə istifadə olunur (şək. 2.2).

İdarəetmənin açıq sistemlərində (şək. 2.2a) yalnız birbaşa J_1 informasiya axını var və idarəetmə qurğusu (İQ) dəzgahın işçi orqanının həqiqi vəziyyətinə nəzarət etmir, ona görə də onun hərəkətinin (yerdəyişməsinin) dəqiqliyi veriş intiqalının ötürücü mexanizmlərinin dəqiqliyindən asılı olacaqdır.

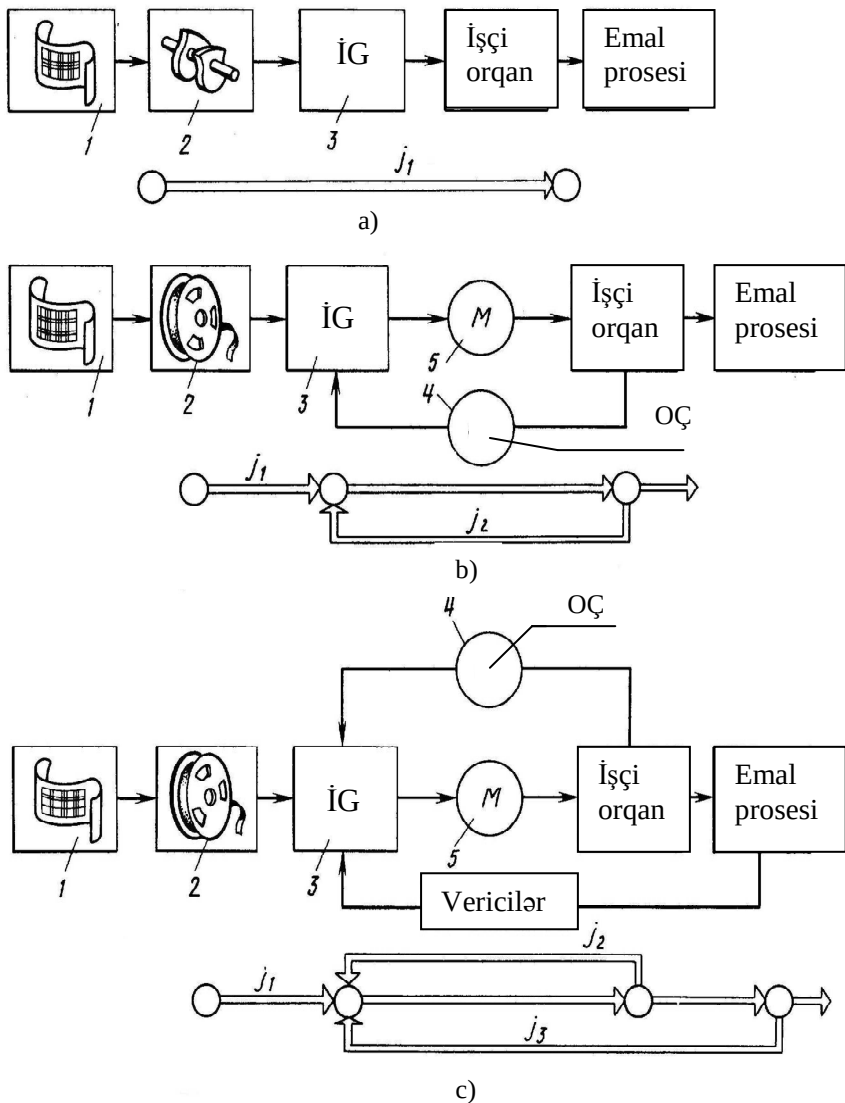
Açıq idarəetmə sistemləri paylayıcı vallı (PV) idarəetmə sistemləri, mexaniki sürət çıxaran sistemlər, addımlı elektrik mühərrikləri istifadə olunan veriş intiqallı RPI sistemləridir.

Qapalı idarəetmə sistemlərini üç qrupa bölürlər:

a) ***dəzgahın işçi orqanlarının vəziyyəti üzrə əks əlaqəli*** (şək. 2.2b) - J_2 informasiya axını ölçmə dəyişdirənindən (İD) gedir. Bu qrupa izlənilən sürət sistemləri, müasir RPI sistemlərin əksəriyyəti daxildir.

b) ***dəzgahın işçi orqanlarının vəziyyəti üzrə və dəzgahın xətlərinin kompensasiyası ilə əks əlaqəli*** (şək. 2.2c) (istilik deformasiyaları, yeyilmə, vibrasiya və s.). Bu sistemlərdə dəzgahın xətlərini ölçən və eləcə də ilkin məlumatın korreksiyası (təshihə) üçün siqnalları idarəetmə qurğusuna ötürən əlavə vericilər (ötürücülər) vardır;

v) ***adaptiv*** (şək. 2.2c). Burada dəzgahın işçi orqanlarının vəziyyəti üzrə əks əlaqədən (J_2 informasiya axını) başqa, emal prosesinin parametrləri (kəsmə qüvvəsi, burucu moment, kəsmə zonasında temperatur, vibrasiyanın amplitudası və s.) üzrə əks əlaqə (müvafiq vericilərin J_3 informasiya axını) mövcuddur ki, bu da pəstahda emal payının, emal olunan materialın bərkliyinin, kəsən alətin yeyilməsinin və digər faktorların dəyişməsinin (rəqs etməsinin) emal dəqiqliyinə təsiri-



Şək. 2.2. Avtomatik idarəetmə sistemlərinin struktur sxemləri: a – açıq; b - qapalı; c - adaptiv

ni nəzərə almağa və kompensasiya etməyə imkan verir. Bu faktorlar təsadüfi xarakter daşıyır və onları əvvəlcədən nəzərə almaq mümkün deyil. Belə idarəetmə sistemləri ən mürəkkəb idarəetmə sistemləridir, lakin onlar emalın yüksək dəqiqliyini, optimal məhsuldarlığını və minimal maya dəyərini təmin edir.

İdarəetmə siqnallarının xarakterinə görə fasiləsiz (analoq) və diskret avtomatik idarəetmə sistemlərini fərqləndirirlər. Fasiləsiz siqnallar zamanın fasiləsiz funksiyalarıdır. Diskret idarəetmə sistemi heç olmasa bir həlqəsi diskret fəaliyyətə (hərəkətə) malik olan sistemdir.

Şək. 2.3-də dəzgahların avtomatik idarəetmə sistemlərinin mövcud müxtəlif variantları göstərilmişdir:

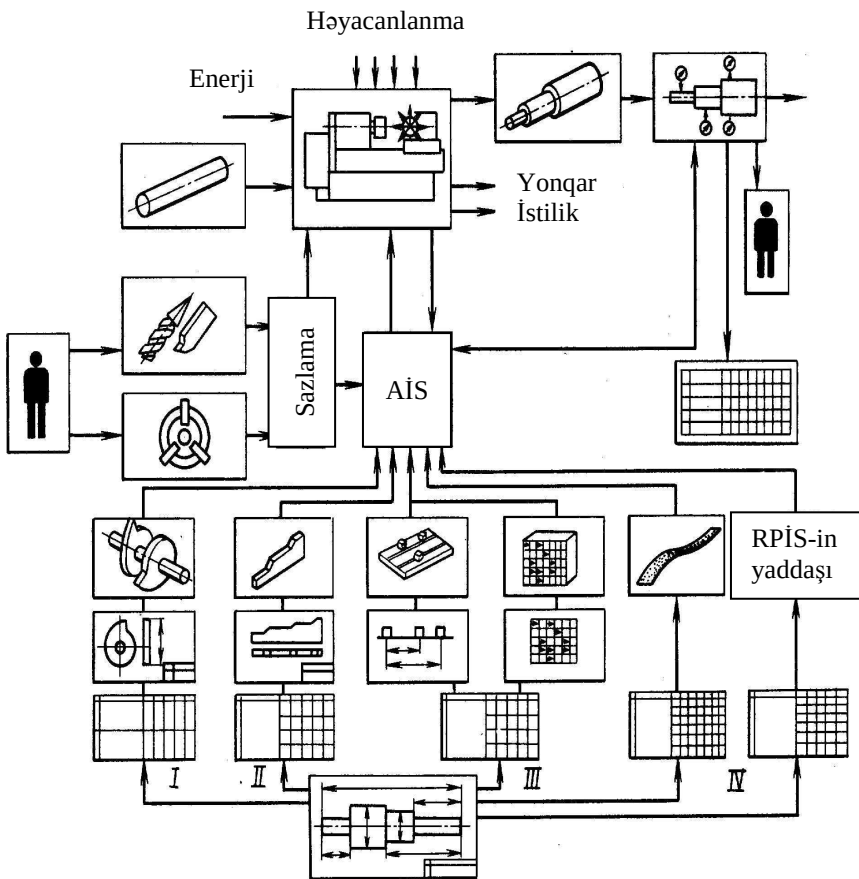
I - paylayıcı vallarla və yumruqlarla idarəetmə sistemi. Burada İP analoq şəklində - hazırlanmış tsikloqrama (icra orqanlarının zamandan asılı razılaşıdırılmış hərəkət sxemi) uyğun paylayıcı vallara yerləşdirilən işçi və komanda yumruqları şəklində verilir;

II - surət (surət çıxaran) idarəetmə sistemləri. Belə sistemlərdə idarəetmə proqramı kopir (surət çıxaran) vasitəsi ilə analoq şəklində verilir;

III - tsiklik (dövri) proqram idarəetmə sistemləri (TPİS). Burada ölçü informasiyası dəyişən xətkəşlərdə yerləşdirilən yol dayaqaları ilə analoq şəklində, tsiklik informasiya isə rəqəmli şəkildə idarəetmə pultunda yığımla verilir;

IV – RPİ sistemləri (RPİS). Burada İP rəqəmli şəkildə verilir və ya perfolentin köməyi ilə tətbiq edilir, ya bilavasitə idarəetmə pultunda operator tərəfindən yığılır və idarəetmə sisteminin yaddaşına daxil edilir, ya da ki daha yüksək səviyyəli idarəetmə EHM - dən verilir.

Avtomatik idarəetmə sistemləri mexaniki, hidravlik, pnevmatik, pnevmohidravlik, elektrik, elektrohidravlik və elektron əsaslar üzərində qurula bilər.



Şək. 2.3. Avtomatik idarəetmə sistemlərinin müxtəlif variantları

2.2.1. Paylayıcı vallar ilə idarəetmə sistemləri

Belə idarəetmə sistemlərində paylayıcı vallarda (PV) yerləşdirilmiş disk və silindrik yumruqların tətbiqi hesabına böyük sayda müxtəlif işçi orqanların hərəkətlərinin etibarlı və maksimal sinxronlaşdırılması ilə idarə olunması təmin edilir.

Bu idarəetmə sistemləri üçün tsikloqramın qurulması yolu ilə istənilən mürəkkəbliqli pəstahın emalının müəyyən zaman ərzində paylayıcı valın bir dövrünə müvafiq işçi tsikli əvvəlcədən hesablanılır və layihələndirilir.

Paylayıcı vallar ilə idarəetmə sistemlərini köməkçi gedişlərin yerinə yetirilməsi prinsipi üzrə üç qrupa bölürlər.

1. Dəyişilən dişli çarxlar gitarasının hər bir sazlaması üçün PV-nin fırlanma tezliyi işçi tsiklin bütün T vaxtı ərzində sabit olan PV ilə idarəetmə sistemləri (şək. 2.4a). Buna görə də işçi gedişlərin vaxtının dəyişdirilməsi (məsələn, artırılması) zamanı proporsional olaraq köməkçi gedişlərin vaxtı dəyişir, halbuki bu köməkçi gedişləri az vaxt ərzində yerinə yetirmək olardı.

Bu baxımdan verilmiş idarəetmə sistemləri qrupunu avtomat metalkəsən dəzgahlarda kifayət qədər sadə kiçik diametrli hissələrin emalı üçün tətbiq edirlər. (məsələn, 1P103, 1103, 1B06A, 1B10Π, 1M10B uzununa yonma avtomatlarında)

2. T işçi tsikl ərzində PV-si iki müxtəlif fırlanma tezliyinə malik idarəetmə sistemləri (şək. 2.4b). Bu müxtəlif fırlanma tezlikləri aşağıdakılardır: işçi gedişlərin yerinə yetirilməsi zamanı dəyişdirilən Y dişli çarxlar gitarasının vasitəsi ilə kiçik tezlikli fırlanma və bütün köməkçi gedişlərin yerinə yetirilməsi zamanı sabit i ötürmə nisbətli kinematik zəncir üzrə köməkçi gedişlərin mexanizmlərinin möhkəmliyinə əsaslanan maksimal mümkün tezlikli fırlanma.

Buna görə də verilmiş idarəetmə sistemləri qrupunu ən mürəkkəb və əməktutumlu hissələrin emalı zamanı tətbiq etmək daha səmərəlidir.

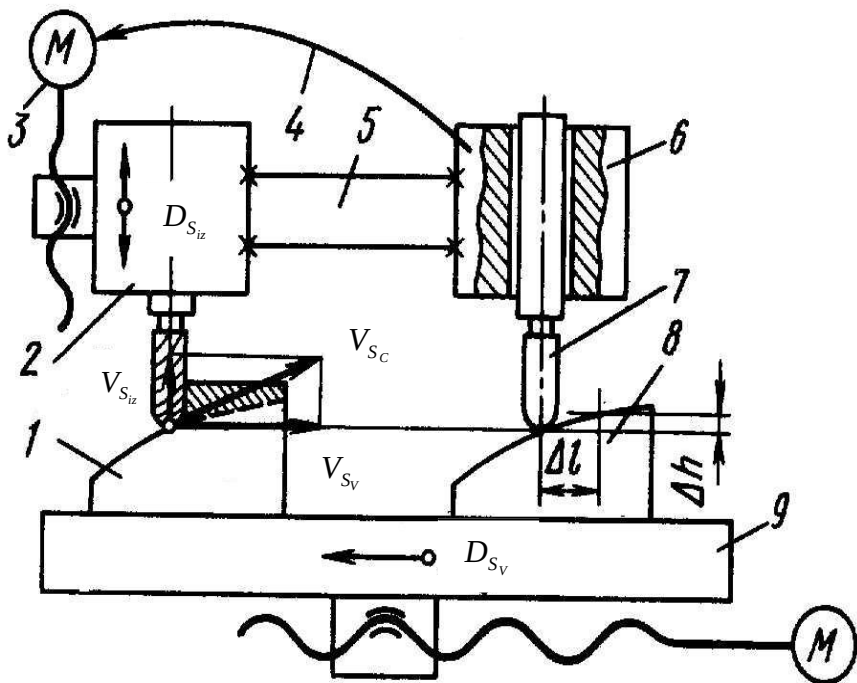
İkinci qrup PV ilə idarəetmə sistemləri çoxşpindelli avtomat və yarımavtomatlarda (məsələn, 1B216, 1B240, 1B290, 1B240Π və s.) tətbiq edilir.

2. PV–yə malik idarəetmə sistemləri. Bu PV, birinci qrup sistemlərdə olduğu kimi, bütün işçi gedişlərin və köməkçi gedişlərin bir hissəsinin (eninə supportların yaxınlaşdırılması və geri çəkilməsi) yerinə yetirilməsi zamanı eyni sürətlə fırlanır (şək. 2.4b). Digər köməkçi gedişlər (çü-büğün verilməsi və sıxılması, revolver başlığın dönməsi, şpindelın fırlama istiqaməti və tezliyinin dəyişdirilməsi və s.) köməkçi valın (KV) köməyi ilə yerinə yetirilir. Köməkçi val burada verilmiş avtomat üçün sabit ötürmə nisbətli zəncir üzrə maksimal mümkün sabit tezliklə fırlanır. Köməkçi valın vasitəsi ilə köməkçi gedişlərin yerinə yetirilməsi paylayıcı valda yerləşdirilmiş komanda yumruqları ilə idarə olunur. Bu idarəetmə sistemlərini avtomatlarda orta əməktutumlu hissələrin emalı üçün tətbiq edirlər. Üçüncü qrup idarəetmə sistemləri ilə torna-revolver avtomatlarını təchiz edirlər (məsələn, 1D112, 1D118, 1B124, 1E125, 1B136, 1E140).

2.2.2. Surət (surət çıxaran) idarəetmə sistemləri

Mexaniki surətçıxarma sistemlərində surət (surət çıxaran) kəsmə qüvvəsini qəbul edərək kəsən alətin verilməsi və idarə olunması funksiyasını yerinə yetirir, izlənən surətçıxarma sistemlərində isə o yalnız idarəetmə funksiyasını həyata keçirir (şək. 2.5). İşçi veriş funksiyasını 6 surətçıxaran başlıqdan 4 idarəetmə siqnallarını alan və 2 şpindel aşığı $D_{S_{iz}}$ izləyici veriş hərəkəti ilə təmin edən 3 izlənən qüvvə intiqalı yerinə yetirir. Bu 8 surət çıxaranlı 9 stoluna Δl məsafəsinə verilmiş D_{S_v} hərəkəti və 7 araölçənin 6 surətçıxaran başlığa nisbətən Δh qiymətində yüksəlişi zamanı baş verir.

Nəticədə 1 pəstahının emalı zamanı kəsən alət $V_{S_{iz}}$ və V_{S_v} veriş sürətləri ilə V_{S_c} cəm veriş sürətinin alınması ilə yerini dəyişir.



Şək. 2.5. İzlənən sürət sistemlərinin struktur sxemi

İzlənən sürətçıxarma sistemlərinin baxılan iş prinsipi sürətçıxaranın asan emal olunan materialdan hazırlanmasına, onun yeyilməsini azaltmağa və bununla da, emal dəqiqliyini artırmağa imkan yaradır. Sürətçıxaranın hazırlanma əməktutumluluğu və maya dəyəri kəskin şəkildə azalır. Torna və frez dəzgahlarında əsasən izlənən sürət idarəetmə sistemlərindən istifadə olunur.

Sürət idarəetmə sistemləri, paylayıcı vallı idarəetmə sistemləri kimi, böyük hissəsi ilə konstruksiyalar üzrə sadədir, işdə etibarlıdır və kiçik maya dəyərinə malikdir. Lakin məmul

cizgisinin rəqəmli informasiyasının analoq şəklinə (yumruqlar, sürət çıxaranlar) çevrilməsi əməltutumlu layihələndirməni, fiziki analoqların hazırlanmasını və onların dəzgahda sonrakı sazlanmasını tələb edir. Bu verilmiş idarəetmə sistemlərinin mobilliyini aşağı salır, göstərilmiş rəqəmli informasiyanın çevrilməsi isə yumruq və sürətçıxaranların hazırlanması zamanı meydana gələn və onların istismar prosesində yeyilməsi nəticəsində yaranan informasiyaların ötürülməsi xətlərinə gətirib çıxarır.

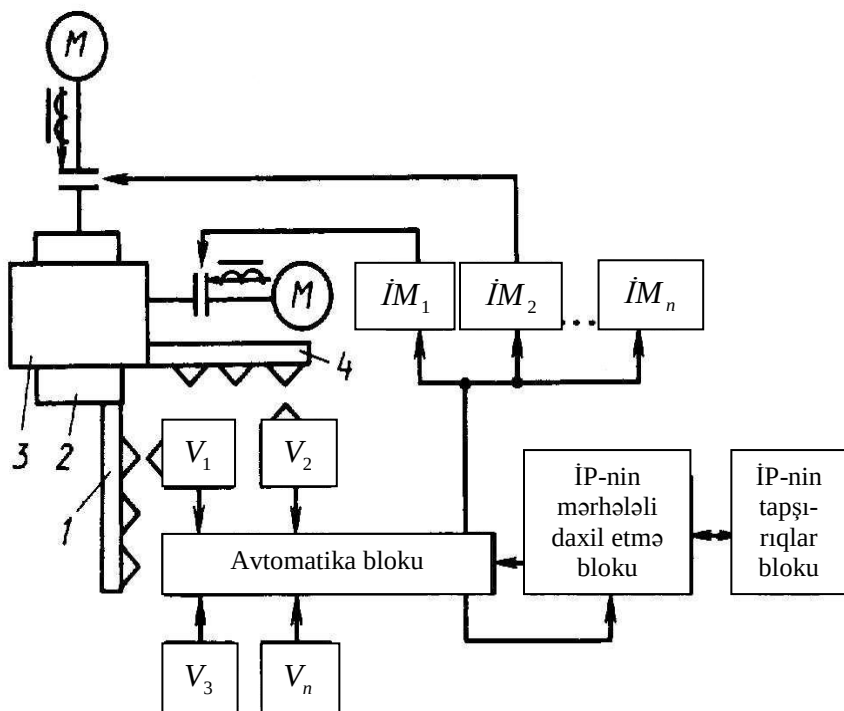
2.2.3. Tsiklik proqramla idarəetmə sistemləri

Tsiklik proqramla idarəetmə sistemlərində (TPİS) idarəetmə proqramının bir hissəsi olan tsikl və emal rejimləri haqqında məlumat proqramdaşıyıcıları qismində həm elektromexaniki informasiya daşıyıcıları (şteker və kommutasiya sahələri, proqram barabanları, yenidən proqramlaşdırıla bilən diod matrisalar, sökmələr, perfokartlar) kimi, həm də informasiyanın elektrik yenidən yazılış imkanına malik yarısabıt yadda saxlaya bilən qurğuların böyük inteqral sxemləri əsasında qurulmuş elektron daşıyıcılar kimi istifadə edilməklə rəqəmli şəkildə verilir.

İdarəetmə proqramının digər hissəsi olan və dəzgahın işçi orqanlarının yerdəyişmələrini xarakterizə edən ölçü informasiyası isə xüsusi xətkəşlərdə və ya barabanlarda yol dayaqlarının köməyi ilə daxil edilir. Koordinatların hər biri üçün öz xətkəşini müəyyənləşdirir və sazlayırlar.

Şək. 2.6 - da TPİS-in standart struktur sxemi göstərilmişdir. Emal rejimləri və tsikllər haqqında məlumat İP - nin mərhələli daxil etmə və tapşırıqlar blokları vasitəsi ilə verilir. İdarəetmə proqramının tapşırıqlar bloku (proqramçı) daha çox özündə şteker panelini təmsil edir. Onun mərhələli daxil etmə blokunu addımlı axtaranlarda, elektromaqnit relelərdə

və ya məntiqi elementlərdə yaradılmış elektron və ya rele hesablamə-paylayıcı sxem şəklində yerinə yetirirlər.



Şək. 2.6. Tsiklik proqramla idarəetmə sisteminin struktur sxemi

Daha sonra məlumat $\dot{I}M_1 - \dot{I}M_2$ icra mexanizmlərinə daha çox veriş intiqalının, sürət qutularının və s. elektromaqnit muftaları vasitəsilə gələn komandaların gücləndirilməsi və paylanması üçün nəzərdə tutulan elektroavtomatika blokuna verilir.

TPİS blokları elektrik, pnevmatik və hidravlik elementlər əsasında həyata keçirilir.

Hazırda avtomatika bloku kimi proqramlaşdırılan komandaaparatlar (PK) istifadə olunur. PK və adi rele qurğuları kimi məntiqi funksiyaları və vaxt ardıcılığı (gözlənilməsi) funksiyalarını yerinə yetirir.

Proqramlaşdırılan komandaaparatlar istənilən sxemin işini təqlid etməyə (oxşatmağa) imkan verən, öz aralarında qarşılıqlı əlaqədə olan sonlu sayda reledən, müvəqqəti ötürücülərdən (vericilərdən (V)), hesablama sxemlərindən ibarət aparat və proqram vasitələrinin məcmusunu özündə daşıyır. PK-da vericilərdən, düymələrdən, son dəyişdiricilərdən daxil olan siqnalların toplanması və məntiqi emalı, habelə obyektin mövqeli idarə olunması komandalarının formalaşması - müxtəlif icra mexanizmlərinin işə salınması və dayandırılması və s. həyata keçirilir.

Proqramlaşdırılan komandaaparatın onların əvəz etdikləri adi tipli elektrik idarəetmə qurğularından əsas fərqi quruluşunun sxem üzrə deyil, proqram prinsipi üzrə olmasıdır.

Buna müvafiq olaraq müxtəlif tsikllərin avtomatlaşdırılması üçün avadanlıqların fərdi komplektləşdirilməsi və birləşmələrin quraşdırılması tələb olunmur, yalnız kəmiyyət parametrləri (girişlər və çıxışların sayı) üzrə standart PK icralardan birini (tələb olunan bloklar dəsti) seçmək və lazımı iş tsiklinin icrasını təmin edən proqramı vermək lazımdır. Adətən PK giriş və çıxışların sayını artırmağa imkan verən modul quruluşuna malikdir.

PK-nin digər mühüm fərqi onların müasir element bazası (inteqral sxemlər, yadda saxlayan elementlər, güclü yarımkeçirici çıxış elementləri) əsasında yaradılmasıdır ki, bu da onların işinin etibarlılığını, habelə müxtəlif tsikllərli dəzgahlar üçün standart PK icrası mümkünlüyünü artırır.

PK-da proqramlaşdırma prinsipi çox sadədir. Hər bir proqram komandası rele girişə, çıxışa və ya idarəetmə funksiyalarına uyğundur. Bir komanda dili, bir qayda olaraq, özün-

də bir məntiqi əlaqəni əks etdirir. Texnoloji prosesin işini təsvir edən proqram ardıcıl və dövrü olaraq yerinə yetirilən komandaların siyahısıdır. Proqramlaşdırma dili operandları (rele əlaqə nömrələri, hesab və vaxt taktları sayı) və operatorların adlarını ifadə edən tam ədədlərdən ibarətdir.

TPİS –lərdə İP-nin verilməsinin baxılmış üsulu onların yenidən sazlanması vaxtını əvvəllər təsvir edilmiş idarəetmə sistemlərindəki yenidən sazlama vaxtı ilə müqayisədə azaltmağa imkan verir. Burada yalnız yol dayaqlarının quraşdırılması və sazlanması əməltutumlu olaraq qalır.

Ölçü informasiyasının yol dayaqları vasitəsilə verilməsi diskret idarəetmə üsulunu (idarəetmə komandalarının yalnız dayaqların quraşdırıldığı yerlərdə verilməsi) şərtləndirir. Yerdəyişmələrlə idarəetmə onların yalnız düzxətli tsikl üzrə yerinə yetirilməsi zamanı mümkündür. Bu tsiklik proqramla idarə olunan dəzgahların texnoloji imkanlarını xeyli məhdudlaşdırır.

2.2.4. Rəqəmli proqramla idarəetmə sistemləri

Metalkəsən dəzgahların rəqəmli proqramla idarə olunması (RPİ) (DÜST 20523-80) dəzgahda pəstahın emalının verilmələri rəqəmli formada verilmiş idarəetmə proqramı üzrə idarə olunması adlanır.

RPİ sistemi dedikdə dəzgahın rəqəmli proqramla idarə olunmasını təmin edən funksional cəhətdən qarşılıqlı əlaqəli və qarşılıqlı fəaliyyət göstərən texniki və proqram vasitələrinin məcmusu başa düşülür.

RPİ sisteminin əsasını idarəetmə proqramı və idarə olunan dəzgahın vəziyyəti (halı) haqqında məlumata müvafiq olaraq dəzgahın icra orqanlarına idarəedici təsir göstərən RPİ qurğusu (RPİQ) təşkil edir. İdarəetmə funksiyalarının yerinə yetirilməsi üçün RPİQ tərkibinə aşağıdakı qarşılıqlı əlaqəli və

qarşılıqlı təsir edən tərkib hissələri daxil olmalıdır: texniki vasitələr və proqram təminatı (sistemli, texnoloji və funksional).

RPİ sistemlərində İP-nin bütün məlumatları yalnız rəqəmsal (diskret) formada hazırlanır və dəzgahın işçi orqanlarına da yalnız rəqəmsal (diskret) formada verilir (ötürülür). Kəsən alətin emal olunan pəstaha nisbətən hərəkət trayektoriyası onun ardıcıl vəziyyətlərinin sırası şəklində təqdim olunur. Bu vəziyyətlərin hər biri rəqəmlərlə müəyyənləşdirilir. RPİ sistemləri ətraflı aşağıda nəzərdən keçirilib.

2.2.5. Adaptiv idarəetmə sistemləri

Pəstahların RPİ dəzgahlarında emalı zamanı qəbul olunmuş kəsmə rejimlərinin optimallıq səviyyəsi ilkin məlumatların nə dərəcədə dəqiq emalın həqiqi yerinə yetirilmə şərtlərini səciyyələndirməsindən və hesablama zamanı və idarəetmə proqramının tərtibində qəbul olunmuş ilkin parametrlərin bu emal vaxtı nə qədər dəyişməsindən (emal payı, emal olunan materialın bərkliyi, texnoloji sistemin sərtliyi və s) asılıdır.

Əslində emal prosesinin şərtləri vaxt üzrə təsadüfi şəkildə aşağıdakı səbəblərə görə dəyişir:

a) alətlərin kəsmə xassələri fasiləsiz (arası kəsilmədən) dəyişir və bu xassələrin verimiş vaxt anında dəqiq müəyyənləşdirmək mümkün deyil;

b) bütün texnoloji sistemin (temperatur və elastiki deformasiyalar, vibrasiyalar) qeyri-müəyyən xüsusiyyətləri;

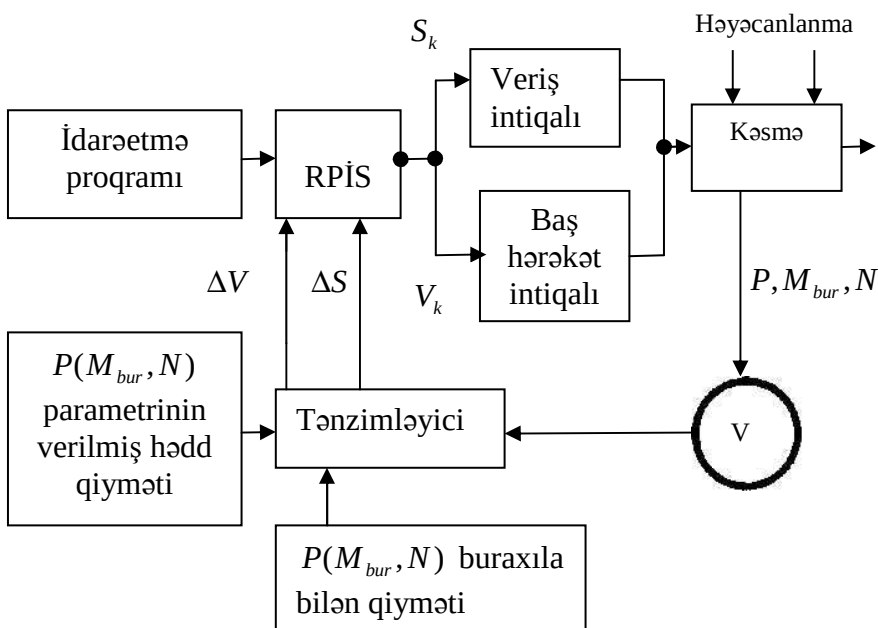
v) emal partiyasında hər bir pəstah üçün emal payları, bərkliklər, metal strukturları və s. səpələnməsi var.

Adaptiv (özüuyğunlaşan) idarəetmə sistemləri pəstahın emalı prosesinin müəyyən kriteriyalar (kriterilər) üzrə emalın dəyişən şərtlərinə avtomatik uyğunlaşmanı təmin edir. Bu uyğunlaşma idarəetmə sistemi tərəfindən bilavasitə pəs-

tahların emalı prosesində alınan məlumat əsasında həyata keçirilir.

Adaptiv idarəetmə sistemlərini – məhdudlaşdırılmış (son həddə çatdırılmış) və optimal idarəetmə sistemləri kimi iki qrupa bölürlər.

Məhdudlaşdırılmış idarəetməli adaptiv sistemlər kəsmə prosesinin verilmiş parametrlərinin qiymətlərinin müxtəlif həyəcandırıcıların təsiri zamanı sabitliyini təmin edir (şək. 2.7).



Şək.2.7. Məhdudlaşdırılmış idarəetməli adaptiv sistemlər

Tənzimlənən kəmiyyəti yalnız S verişi olan məhdudlaşdırılmış idarəetməli adaptiv sistemlər daha çox tətbiq olunurlar.

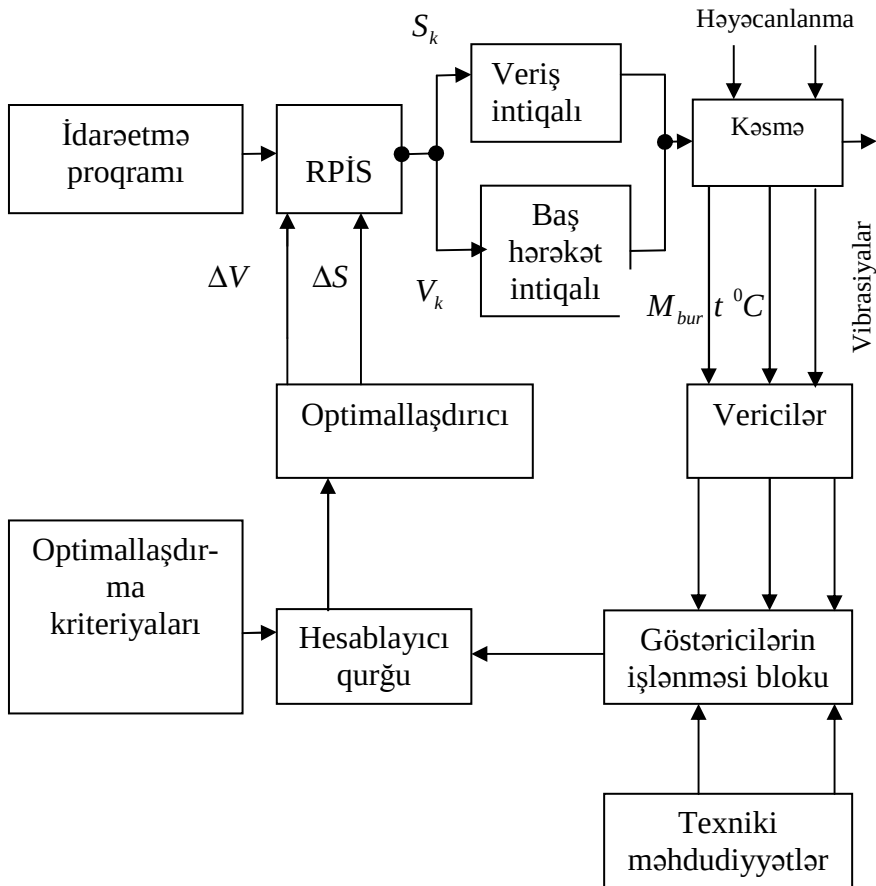
Emalın idarə olunması zamanı bu sistemə ünvanlanan (verilən) parametrlərin hədd qiymətlərini emal prosesinin ilkin tədqiqatları əsasında müəyyən edirlər.

Optimal idarəetməli adaptiv sistemlər (şək 2.8) pəstahların emalı zamanı həyacanlandırıcı təsirlərin (emal payının, pəstahın materialının bərkliyinin, alətin kəsən xassələrinin və s. rəqsi (dəyişməsi)) fəaliyyəti və texniki məhdudiyyətlər olduqda emalın H məqsəd funksiyasının ekstremal qiymətini təmin edən S veriş və V kəsmə sürətinin uyğunlaşmasının avtomatik axtarışını həyata keçirir və avtomatik olaraq bu uyğunlaşmanı dəstəkləyir. Texniki məhdudiyyətlər burada verilmiş dəzgahda mümkün ola bilən parametrlərin maksimal və minimal qiymətləridir ($S_{\max}, S_{\min}, n_{\text{spin max}}, n_{\text{spin min}}$, maksimal mümkün ola bilən kəsmə dərinliyi, vibrasiya səviyyəsi və s.).

Adaptiv idarəetmə sistemlərini qurmaq üçün əsas idarə olunan emal prosesinin, sistemə optimal kəsmə rejimlərinin axtarışı texniki məhdudiyyətlərini analitik verən və optimallıq kriteriyasının emal prosesinin parametrlərindən asılılığını ifadə edən, riyazi modelidir.

Emal prosesini səciyyələndirən ölçülən parametrlər kəsmə qüvvəsi, vibrasiya, kəsmə zonasında temperatur, şpindel-də burucu moment, mühərrik intiqalının gücü və s. ola bilər.

Kəsmə prosesinin ən informativ göstəricisi kəsmə qüvvəsinin dəyişməsidir. Bu emala emal payının dəyişməsi, emal olunan materialın bərkliyinin rəqsi, kəsən alətin kütləşməsinin və s. birgə təsiri ilə şərtlənir.



Şək. 2.8. Optimal idarəetməli adaptiv sistem

Yoxlama sualları

1. Dəzgahın proqramla idarə olunması nə deməkdir?
2. Dəzgahların idarə olunması növlərini göstərin.
3. RGIQ ilə təchiz olunmuş dəzgahların avtomatlaşdırılması səviyyələri hansılardır?
4. Proqramlı idarəetmənin mahiyyəti nədir?

5. İdarəetmə proqramına hansı kateqoriyalı komandalar daxildir?

6. Qapalı idarəetmə sistemlərində informasiya axınlarını sadalayın.

7. Açıq idarəetmə sistemlərinin nöqsanlarını deyın.

8. Paylayıcı vallarlı idarəetmə sistemləri tətbiq edilən dəzgah modellərini söyləyin.

9. Surətçixarma idarəetmə sistemlərinin nöqsanlarını deyın.

10. Tsiklik proqramla idarəetmə sistemlərində proqram necə verilir?

11. Proqramlaşdırılan komandaaparat nədir?

12. RPİ-nin tərifiını deyın.

13. Adaptiv sistemlər qruplarını söyləyin.

14. Məhdudlaşdırılmış idarəetməli adaptiv sistemlərinin iş prinsipini deyın.

15. Optimal idarəetməli adaptiv sistemlərin iş prinsipini söyləyin.

III. RPİ DƏZGAHLARININ İNDEKSLƏŞDİRİLMƏSİ

RPİ dəzgahlarının indeksləşdirilməsi aşağıdakı qaydada həyata keçirilir.

Dəzgahın əsas işarələnməsinə hərfli indekslər əlavə olunur (Cədvəl 3.1). Bundan başqa, dəzgahın işarələnməsində alətin avtomatik dəyişdirilməsi ilə bağlı dəzgahın konstruktiv xüsusiyyətlərini göstərən indekslər iştirak edə bilirlər:

R - dəzgah alətin bərkidilməsi üçün revolver başlıq ilə təchiz olunub;

M - dəzgah alət mağazası (anbarı) ilə təchiz olunub.

Cədvəl 3.1

Proqramlı idarəetmə (Pİ) sistemləri	Dəzgahın modelində Pİ sisteminin şərti işarəsi	Pİ ilə dəzgah nümunələri	
		Modeli	Adı
İşçi orqanların vəziyyətlərinin rəqəmli göstərilməsi	Φ1	6560Φ1	Rəqəmli göstərici qurğulu frez dəzgahı
		3E711BΦ1	Rəqəmli göstəricili və verişlər koordinatlarını əvvəlcədən müəyyən edicili yüksək dəqiqlikli müstəvi pardaq dəzgahı
RPİ mövqeli sistemlər	Φ2	2H55Φ2	Mövqeli RPİ sistemli radial-burğu dəzgahı
		2A622Φ2	Mövqeli RPİ sistemli horizontal-ıçyonuş dəzgahı
RPİ konturlu	Φ3	16K20Φ3	RPİ konturlu sistemli torna dəzgahı

sistemlər		6P11Φ3	RPİ konturlu sistemli frez dəzgahı
RPİ kombinasıya edilmiş sistemlər	Φ4	53A20Φ4	RPİ kombinasiya edilmiş sistemli dışaçıan yarımavtomat
		243BΦ4	RPİ kombinasiya edilmiş sistemli yüksək dəqiqlikli burğu-frez-içyonuş dəzgahı
Tsiklli sistemlər	II	171II	RPİ tsiklli sistemli torna çoxkəskilisürət yarımavtomatı
Operativ idarəetmə sistemləri	T	16K20T1	Operativ idarəetmə sistemli torna dəzgahı

3.1. RPİ qurğularının (RPİQ) modelləri

Müasir RPİ dəzgahlarında RPİQ siniflərinə uyğun olaraq, müxtəlif tipli (modelli) sistemlər tətbiq edilir. Belə tipli sistemlərin sayı kifayət qədər çox və müxtəlifdir. Hazırda ayrı-ayrı modellərin işarələnməsində xüsusi aydın qaydalar yoxdur, halbuki RPİQ-lərin Ikin təşəkkül dövründə müəyyən sistem qəbul edilmişdir.

İşarələnmənin strukturu. RPİQ tipinin işarələnməsi bir neçə elementdən ibarətdir. Hərflərin sistemin tipini göstərir: II - mövqeli; H - fasiləsiz (konturlu); Y - universal və ya konturlu-mövqeli; hərflərin qabağında rəqəm sistemin modifikasiyasını (yenidən işlənməsini) ifadə edir; hərfdən sonra birinci rəqəm - proqramı üzrə idarə olunan koordinatların ümumi sayını, hərfdən sonra ikinci rəqəm - eyni zamanda idarə olunan koordinatların sayını, hərfdən sonra üçüncü rəqəm isə - intiqalın (ötürücünün) tipini (növünü) bildirir: 1 - addımlı; 2 izləyən və ya izləyən-tənzimləyən. Məsələn, H22-1 tipli RPİQ-in

işarələnməsinə baxaq. Bu o deməkdir ki, sistem - fasiləsizdir (H), iki idarə olunan koordinata (2 rəqəmi) malikdir, eləcə də eyni zamanda iki idarə olunan koordinatı (2 rəqmi) vardır, bu sistem addımlı mühərrikli intiqalın idarəedilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. H55-1 modelli RPIQ isə addımlı tipli mühərrikli dəzgahlar üçün istifadə olunur və burada beş koordinat üzrə eyni vaxtda idarəetmə təmin edilir.

Lakin təcrübə onu göstərir ki, bu qurğuları işləyənlər işarələnmənin bu qaydalarına heç də həmişə riayət etmirlər və bir çox modellərin kod göstəriciləri var, məsələn "Размер 4" və s. Belə işarələmədə hərflər daha çox sistemin yenidən işlənməsi - modifikasiyasını göstərir.

Modellərin xarakteristikaları. Müasir RPIQ modelləri sistemdə bu və ya digər funksional və istismar, servis imkanlarının mövcudluğunu müəyyənləşdirən bir sıra xarakteristikalar ilə qiymətləndirilir. Dəzgahların idarəetmə qurğuları kimi RPIQ xarakteristikaları arasında əsaları kimi aşağıdakıları sadalamaq olar:

1. Proqramlaşdırılan koordinatların sayı; sistemin tipi.
2. Eyni zamanda idarəolunan koordinatların sayı.
3. Koordinatların verilməsinin diskretliyi, mm.
4. Xətti interpolyasiya (müstəvidə).
5. Dairəvi interpolyasiya (müstəvidə).
6. Həcmi xətti interpolyasiya.
7. Vintşəkilli interpolyasiya.
8. Hesablama (proqramlaşdırılan) başlanğıcının (sıfırının) yerinin dəyişdirilməsi (sürüşməsi).
9. Proqramın güzgü kimi (şəffaf) işlənməsi.
10. Miqyaslarda proqramın işlənməsi.
11. Dəzgah elementlərinin və alətin ölçülərinin korreksiyası.
12. Müddəaların göstərilməsi (indikasiyası).
13. Funksiyaların göstərilməsi (indikasiyası).

14. Display, kadr (kadrların) göstərilməsi.
15. Xarici elektron hesablama maşınından (EHM) idarəetmə imkanı.
16. Ölçülərin mütləq üsulla verilməsi.
17. Ölçülərin artımlarla verilməsi üsulu.
18. Sistemin pultundan sıfırın sürüşdürülməsinin mövcudluğu.
19. Sabit tsikllərin (dövrələrin, silsilələrin) olması.
20. İP –nin redaktəetmə sisteminin olması.
21. Diqər xarici daşıyıcıya çıxışın olması.
22. Funksiyalarla (parametrlərlə) yerdəyişmələrin verilməsi üsulunun olması.
23. Proqramın əl ilə daxil edilməsi.
24. Perfolentlər, maqnit lentləri, maqnit diskindən proqramın daxil edilməsi.
25. İntiqalın maksimal sürəti (hərəkət (yerdəyişmələrin) tezliyi) mm/dəq.
26. İşçi verişin hədd sürəti, mm/dəq.
27. RPİQ-də istifadə olunan EHM-in yaddaşının verilənləri.
28. Diaqnostika və özünüdiaqnostika.
29. Proqramlaşdırma dilinin funksiyalarının genişləndirilməsi.
30. Dialoq rejimin mövcudluğu.
31. Adekvat idarəetmə imkanları.
32. Sistem quruluşunun blokluluğu və variantlılığı.
33. İdarəolunan inteqalın tipi.
34. Qoruyucu (müdafiə) funksiyaları.
35. Giriş-çıxışları (interfeys və s.).
36. Qabarit ölçüləri, kütləsi.
37. Konstruktiv xüsusiyyətləri.

Müxtəlif nəsillərin RPİQ modellərinin funksional xüsusiyyətləri. RPİQ-in istifadə olunmuş element bazasından asılı olaraq nəsillərə üzrə fərqləndirirlər.

1. **Birinci nəsil** qurğular rele və aşağı tezlikli parametrləri elementlərdən yerinə yetirilib, onlar məhdud funksional imkanları ilə səciyyələnilər. Bu qrup üçün Rusiya istehsalının RPİQ-lərini - УЧПУ "Координата Р-68", "Контур 4МИ", "Контур 2П", "Контур 3П", "Контур 2ПТ-71" "Контур 2ПТ-71/3" tipləri aiddir.

2. **İkinci nəsil** qurğular daha yüksək tezlik xarakteristikalarlı elektron elementlərdən hazırlanıb və nisbətən geniş funksional imkanlara malikdirlər. Bu qrup RPİQ-lərə УЧПУ "Координата С-70", "Координата С-70/3", П32-3, П32-3А, П32-3В, aqreqatlaşdırılmış qurğular H33-1, H33-2, Y33-1, Y22-1 və ЭМ-907А aiddir.

3. **Üçüncü nəsil** qurğuları inteqral elementləri bazasında hazırlanmışdır, onlar geniş funksional imkanları ilə səciyyələnilir, onların bəziləri xüsusi məsələlərin həlli üçün uyğunlaşdırılmışdır. H22-1М, H33-1М, H33-2М, H55-1, H55-2 qurğuları kontur və kombinə olunmuş (qarışıq) idarəetmənin üçüncü nəsil qurğularının birinciləridir, onlar inteqral sxemləri bazasında yaradılmışdır və alətləri avtomatik dəyişdirilən torna və frezer dəzgahları üçün nəzərdə tutulmuşdur.

4. Dördüncü və beşinci nəsil RPİQ-ı EHM (Elektron hesablayıcı maşınlar) əsasında artıq yerinə yetirilib. Bu sistem, bir qayda olaraq, aqreqat - blok prinsipi üzrə qurulub və müxtəlif əlavə qovşaqlar ilə təmin edilmişdir: texnoloji komanda blokları; alətin vəziyyətinin, uzunluğunun və radiusunun korreksiyası (düzəldilməsi), veriş sürəti, kəsmə sürəti, yerdəyişmələrin indikasiyası (göstərilməsi) qurğuları; yivəçmə qurğuları; həm işçi, həm də boş gedişlərdə nəzarət və dayandırıcı blokları və s. ilə.

RPİQ-in texnoloji imkanlarının əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirilməsi ilə əlaqədar konturlu və mövqeli RPİ növləri arasındakı hədd demək olar ki, praktiki olaraq silinib və universal (konturlu-mövqeli) qurğulara keçid baş verib. Dəzgahın idarə olunan koordinatlarının sayı artıb, həm də onların qarşılıqlı əlaqəsi dəzgahın işləməsi zaman istənilən kombinasialarda eyni vaxtda və ardıcıl verilə bilər.

CNC sinifli Rusiyada istehsal olunan sistemlərdən (və ya bu sinfə yaxın) УЧПУ 2У22, 2Р22, 2У32-61, 2С42, 2М42, 2М43-22, 2С85, 2Р32, 2Р32М, 2С85-63, "Электроника НЦ80-31" -i misal göstərmək olar. Onların hamısı dördüncü və beşinci RPİQ nəsillərinə aiddir.

Digər ölkələrin firmalarının RPİQ -ləri hal-hazırda respublikamızda müxtəlif dəzgahlarda kifayət qədər geniş istifadə olunur. Xarici firmalar öz yeni modelləri ilə CNC sinifli sistemlərin beşinci nəsindən də xeyli irəliyə (xüsusən funksional imkanları üzrə) getmişlər.

Konstruktiv olaraq RPİQ-ləri çürbəcür həyata keçirirlər. Çox vaxt bu qurğu dəzgaha ayrıca element kimi üz tərəfində müxtəlif panel və məqsədli qurğularlı şkaf (dayaq) şəklində quraşdırılır. Bəzi RPİQ-lər dəzgahın idarə olunmasının asma pultları kimi quraşdırılır və ya dəzgahın hər hansı bir aqreqatına panelin lazımi istiqamətdə çıxarılması ilə qurulurlar.

Yoxlama sualları

1. RPİ qurğuları nəsillərini ardıcıl olaraq sadalayın.
2. RPİQ dəzgahda konstruktiv olaraq necə həyata keçirilir?
3. RPİQ modellərinin işarələnməsinin strukturunu sadalayın.
4. RPİQ modellərinin əsas xüsusiyyətlərini ardıcıl olaraq sadalayın.

IV. RPİ-NİN MƏSƏLƏLƏRİ

RPİ qurğusu dəzgaha nisbətən idarə edən bir qurğu kimi qəbul olunur. Eyni zamanda, bu qurğu özü ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqədə idarə olunan obyekt kimi çıxış edir. Burada ətraf mühit kimi operator, yüksək səviyyəli EHM və.c. nəzərdə tutulur. Əgər bu mövqelərdən RPİ qurğusunun həll etməli olduğu məsələləri nəzərdən keçirsək, onda aşağıdakı məsələləri ayırmaq olar:

Həndəsi məsələ - RPİQ-in dəzgah ilə hissənin forma-əmələgəlməsinin (formalaşmasının) idarə edilməsi üçün qarşılıqlı əlaqəsidir. Bu vəzifənin həlli cizginin həndəsi informasiyasının dəzgahın elə işçi orqanları hərəkətlərinin məcmusunda təsvir edilməsindən ibarətdir ki, onlar cizgini məmula maddiləşdirlər.

Məntiqi məsələ diskret elektroavtomatikanın idarə edilməsindən, yəni dəzgahda köməkçi əməliyyatların (alətin sıxılması, alətin dəyişdirilməsi və s.) avtomatlaşdırılmasından ibarətdir.

Texnoloji məsələ iş prosesinin idarə olunması və daha az məsrəflərlə hissələrin tələb olunan emal keyfiyyətinin əldə edilməsidir.

Terminal məsələsi RPİQ-in ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsindən ibarətdir.

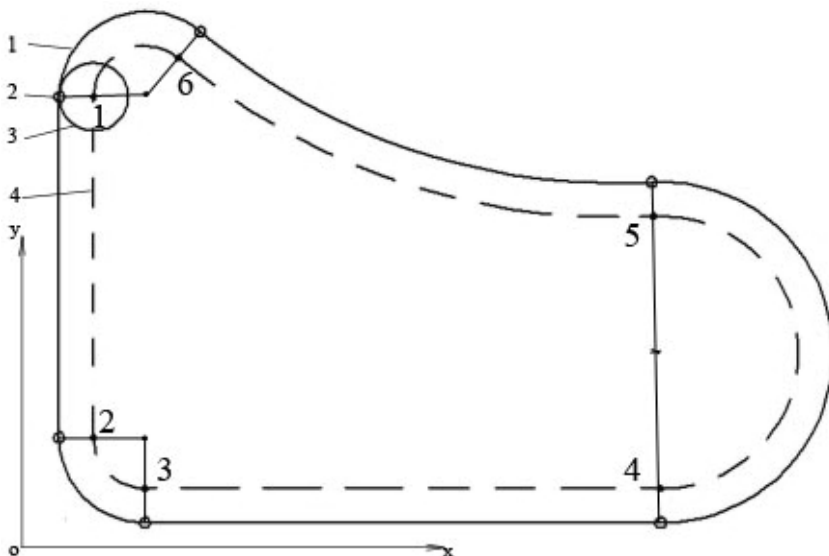
4.1. Həndəsi məsələ

Həndəsi məsələnin mahiyyətini aşağıdakı kimi müəyyənləşdirmək olar: cizginin həndəsi informasiyasını dəzgahın elə formaəmələgətmə hərəkətləri məcmusu olaraq təsvir etmək lazımdır ki, onlar cizgini son məmula maddiləşdirlər. Hər bir dəzgahın koordinat sisteminə görə yerləşən özünə-məxsus elektrik intiqalları (ötürücüləri) dəsti var. Elektrik in-

teqalları elə yerləşdirilib ki, müvafiq sinifli hissələrin emalı, yəni alətin (və ya pəstahın) yönəldicilər boyu yerdəyişmələri təmin edilsin.

Məsələn, torna qrupu dəzgahlarında hissələrin profili alətin bir müstəvidə yerdəyişməsi ilə formalaşır, ona görə bu qrup dəzgahları alətin uzununa və eninə yönəldiciləri boyu yerdəyişmələrini həyata keçirən iki intiqaldan ibarət dəst ilə təchiz olunmuşdur.

Misal: Kontur üzrə quyu yonma (şək. 4.1) şaquli frez dəzgahında emal olunur. Konturun emalı dəzgahın stolunda bərkidilmiş hissənin X və Y oxları üzrə cəm (ümumi, birgə) hərəkəti ilə təmin olunur. Alətin Z oxu boyu şaquli yerdəyişməsi yoxdur.



Şək. 4.1. Vertikal frez dəzgahında konturun emalı

Konturun 1 emalı verilmiş kontura **ekvidistant** olan traektoriya 4 üzrə yerini dəyişən frezlə 3 həyata keçirilir. **Ekvi-**

distanta – hər hansı bir xətdən bərabər məsafədə uzaqlaşdırılmış və bu xətdən bir tərəfdə yerləşən nöqtələrin həndəsi yeridir.

Frezin trayektoriyasını düz xətt və çevrələrdən (çevrə qövslərindən) ibarət elementar sahələrə bölək. Verilmiş miasalda belə sahələr altı olacaqdır: 1 - 2; 2 - 3; 3 - 4; 4 - 5; 5 - 6; 6 - 1. 1 – 6 nöqtələrini istinad (dayaq) və ya əsas (bağlayıcı, baş) nöqtələr adlandırırlar. İstinad (dayaq) nöqtələrinin bir neçə tərfi vardır: onlardan ikisi ən asan anlaşılandır: Bu baxımdan ***istinad (dayaq) nöqtələri*** – bu elementar sahələrinin qovuşuğunda yerləşən nöqtələrdir, ***istinad (dayaq) nöqtələri*** - bu trayektoriya xəttini təsvir edən tənliklərin dəyişməsi baş verən nöqtələrdir.

Demək olar ki, verilmiş profillin emalı üçün dəzgahın idarəetmə proqramı ayrı-ayrı fraqmentlərdən – kadrılardan ibarətdir və bu kadrılarda hər birində bir elementar sahənin emalı üçün lazım olan informasiya (məlumat) olacaqdır.

4.1.1. İdarəetmə proqramının kadrının strukturu

İdarəetmə proqramının hər bir kadri kodlaşdırılmış şəkkildə informasiya (məlumat) saxlayır. Kadrda məlumat sözlə təqdim olunur. Söz hərfi ünvanlar və rəqəmli qiymətlərdən (ədədlərdən) ibarətdir. Hərfi ünvan özündən sonra gələn rəqəmli qiymətin təyinatını müəyyən edir.

Praktikada, adətən, "***informasiya sözü***" anlayışı əvəzinə "***funksiya***" anlayışı istifadə edirlər.

İnformasiya sözləri nümunələri:

İnformasiya sözü «Hazırlıq funksiyası»

G 01

- └ Rəqəmli qiymət (xətti interpolasiyanı müəyyənləşdirir)
- └ Hərfi ünvan «Hazırlıq funksiyası»

İnformasiya sözü «Baş hərəkət funksiyası»

S 315

— Rəqəmli qiymət (şpindelin fırlanma
— tezliyini müəyyənləşdirir)
— Hərfi unvan «Baş hərəkət funksiyası»

İnformasiya sözünün hərfi ünvanından sonra gələn rəqəmli qiymətin formatı (işarələrin sayı, əhəmiyyətsiz sıfırların göstərilməsinin məcburiliyi, tam və kəsir hissənin ayırıcısının vəziyyəti, eləcə də onun iştirakı) hamı tərəfindən qəbul edilmiş bir qaydadadır. Amma bəzi hallarda RPİQ istehsalçıları öz formatlarından istifadə edirlər.

Məsələn, alətin OX oxu üzrə 125,5 mm yerdəyişməsi tapşırığı RPİQ-dən asılı olaraq kadrda aşağıdakı kimi yazıla bilər: X 12550 və ya X00125500 və ya X125.5 və s.

Kadrın strukturuna qarşı müəyyən tələblər irəli sürülür:

1. Hər bir kadr **“kadrın nömrəsi”** sözü ilə başlamalı və **“kadrın sonu”** sözü ilə qurtarmalıdır.

2. İnformasiya sözlərinin kadrda müəyyən ardıcılıqla yazılması tövsiyə olunur:

Kadrın nömrəsi	N x x x
Hazırlıq funksiyası	G x x
Ölçü yerdəyişmələri	X, Y, Z-di, UA, B, C
İnterpolyasiyanın parametrləri	I, J, K
Veriş funksiyası	F
Baş hərəkət funksiyası	S
Köməkçi funksiya	M, T
Kadrın sonu	LF

3. Bir kadrın daxilində **“ölçü yerdəyişmələri”**, **“interpolyasiya”**, **“yivin addımı”** sözləri təkrar olunmamalıdır.

4. Bir kadrın daxilində bir qrupa daxil olan iki və ya bir neçə **"hazırlıq funksiyası"** sözləri istifadə edilməməlidir. Məsələn, bir kadrda G01 və G03, G02 və G03 informasiya sözləri istifadə oluna bilməz

İdarəetmə proqramının kadrının strukturu müxtəlif istehsalçıların RPIQ-lərində yuxarıda göstərilən strukturadan bir qədər fərqlənə bilər.

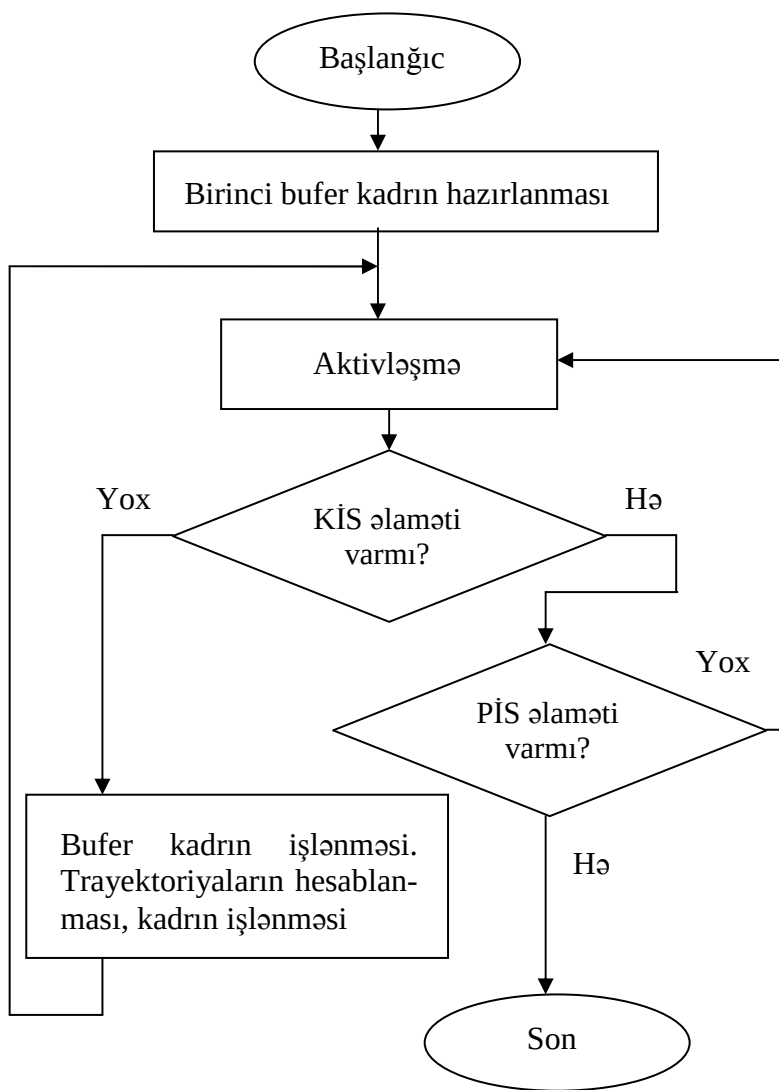
4.1.2. RPIQ-in avtomatik rejimdə işi

RPIQ-in avtomatik rejimdə işini alqoritmlə (şək. 4.2) təqdim etmək olar.

Növbəti kadrı oxuduqdan sonra o buferə (RPIQ-in operativ yaddaş qurğusunun hissəsi, informasiyanın (verilənlərin) müvəqqəti saxlanması üçün ayrılan hissə) düşür, yəni bufer olur. Buferdə informasiyanın proqramdaşıyıcının formatından (adətən ISO -7 bit) RPIQ-in formatına (ikili kod – RPIQ-də kompyuterdə olduğu kimi verilənlər ikili say sisteminin rəqəmləri ilə təsvir olunur. Verilənlərin bu cür təsviri ikili kod adlanır. Informasiyanın ikili rəqəmlərlə yazılması ikili kodlaşdırma, ikili rəqəmlərin özləri isə bit ([ing.](#) binary digit - ikili rəqəm) adlanır. Bit - informasiyanın ən kiçik ölçü vahididir) çevrilməsi həyata keçirilir.

Sonra isə buferdə hazırlanmış kadrın aktivləşməsi (fəallaşması) baş verir, yəni kadrın işlənməsi başlayır. Bu zaman idarəetmə proqramının növbəti kadrı buferdə oxunur. Kadrın işlənməsi zamanı **"Kadrın işlənməsinin sonu" (KİS)** əlamətinin olması üzrə yoxlama yerinə yetirilir. Bu əlamət kadrda təyin edilmiş bütün komandalar və yerdəyişmələr işləndikdən sonra əmələ gəlir (generasiya olunur).

Əgər belə əlamət varsa, onda kadrda **"Proqramın işlənməsinin sonu" (PİS)** əlamətinin olması üzrə yoxlama həyata keçirilir. Əgər bu əlamət də varsa, proqramın dayandırılması



Şək. 4.2. Avtomatik tsikldə RPIQ-in iş alqoritmi

baş verir. Əgər kadrda belə bir əlamət yoxdursa, onda kadrda buferdə olan kadrın aktivləşməsi (fəallaşması) baş verir.

4.1.3. İnterpolyasiya

İdarəetmə proqramının işçi kadrının informasiyası ümumiləşdirilmiş xarakter daşıyır, yəni ya trayektoriyanın son nöqtəsinin koordinatlarını (mütləq hesablama sistemində), ya da icraçı (icraedici) orqanın getməli olduğu məsafəni (nisbi hesablama sistemində) verir. Bu zaman kadrda verilmiş yerdəyişməni necə həyata keçirmək barədə, yəni verilmiş yerdəyişmə trayektoriyasını təmin etmək üçün RPİQ-in veriş intiqallarını necə idarə etməsi haqqında, məlumat olmur.

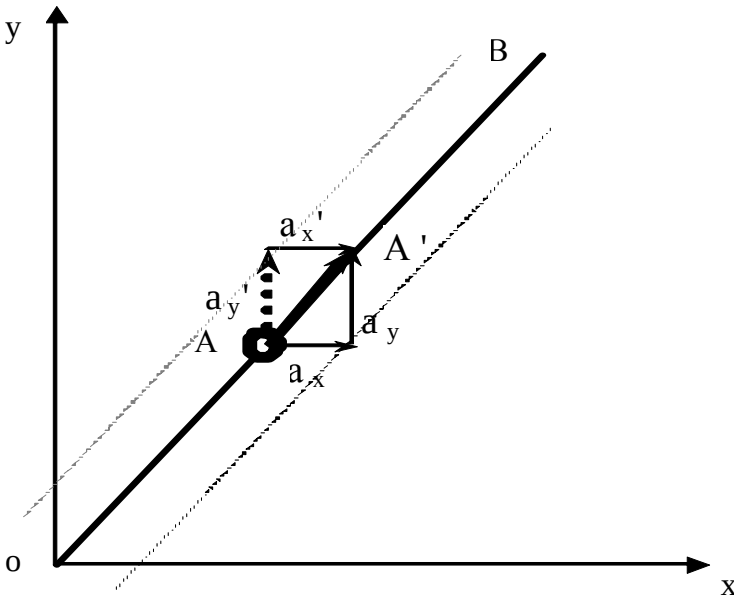
RPİ dəzgahlarının koordinat sistemləri düzbucaqlı koordinat sistemi və dəzgahların yönəldicilərinin koordinat oxlarına paralel yerləşmiş olduğundan, əyrixətli (və ya koordinat oxlarına maili) trayektoriyanı intiqalların köməyi ilə adi vasi-tələrlə proqramlaşdırmaq və işləmək mümkün deyil.

Tutaq ki, icraçı orqanın O nöqtəsindən B nöqtəsinə düz xətt üzrə yerinin dəyişilməsi tələb olunur (şək. 4.3). Trayektoriyaya aid olan A nöqtəsinin A' nöqtəsinə yerdəyişməsinə baxaq. Yuxarıda deyildiyi kimi, dəzgahın yönəldicilərinin və müvafiq olaraq intiqalların yerləşməsi icraçı orqanının yalnız OX və OY oxlarına paralel yerdəyişməsinə həyata keçirməyə imkan verir.

A nöqtəsinin A' nöqtəsinə yerdəyişməsinə AA' vektoru, yəni a_x və a_y və ya a_x' və a_y' vektorlarının cəmi kimi təqdim etmək olar. Belə yerdəyişmələr intiqallar vasitəsilə asanlıqla həyata keçirilir, lakin icraçı orqanın yerdəyişməsinin həqiqi trayektoriyası pilləli alınır. a_x və a_y pillələrinin qiymətləri faktiki emal səthinin nəzəri səthdən meyllənməsini müəyyən edəcəkdir.

İcraçı (icraedici) orqanın dönmə bucağı və ya minimal yerdəyişməsi ilə müəyyən edilmiş kəmiyyət diskretlik adlanır. Bu kəmiyyət dəzgah tərəfindən işləmə və idarəetmə prose-

sində nəzarət edilə bilər. Diskretlik müəyyən diskret addımdan ibarətdir. Başqa sözlə belə demək olar: intiqala bir idarəedici impulsun verilməsi zamanı icraedici (icraçı) orqanın yerdəyişməsi. Bir qayda olaraq, RPİ dəzgahlarında icraedici orqanın xətti yerdəyişmələrinin diskretliyi 0,01 mm təşkil edir. RPİ torna dəzgahlarında OX oxu boyunca yerdəyişmənin (eninə veriş) diskretliyi 0,005 mm təşkil edir.



Şək. 4.3. İnterpolyasiyanın illüstrasiyası

RPİ qurğusunun verilmiş yerdəyişmənin genişləndirilmiş (burada yerdəyişmənin komplekt qiyməti, yəni oxlar üzrə yerdəyişmənin verilməsi başa düşülməlidir) təsvirindən icraedici intiqallar üçün vaxt funksiyasında operativ komandalara keçidi təmin edən hesablama prosedurasını **interpolyasiya** adlandırırlar.

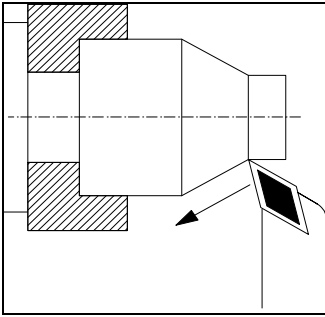
İnterpolyator trayektoriyanı müəyyən qanunlarına görə, belə elementar (diskret, kəsilmə) yerdəyişmələrə bölməni yerinə yetirir və idarəetmə inteqallarının qovşaqlarına müvafiq komandalar (əmrələr) verir.

Xətti və dairəvi interpolyatorlar mövcuddur. Xətti interpolyatorlar xətti trayektoriyaların, dairəvi interpolyatorlar isə çevrə qövsləri trayektoriyalarının hesablanmasını həyata keçirirlər. Əgər RPİ dəzgahında dəzgahın koordinat oxlarının biri boyu kəsən alətin düzxətli yerdəyişməsini (xətti interpolyasiyanı) yerinə yetirmək lazımdırsa, onda belə yerdəyişməni RPİ sistemi veriş itiqalını verilmiş ox üzrə işə salmaq ilə yerinə yetirir, digər oxlar üzrə isə veriş intiqalı işə salınmır. Əgər dairəvi interpolyasiyanı və ya xətti interpolyasiyanı hər hansı bir koordinat oxuna paralel olmayan istiqamətdə yerinə yetirmək lazımdırsa, onda RPİ sisteminin işləmə mexanizmi əhəmiyyətli dərəcədə mürəkkəbləşir.

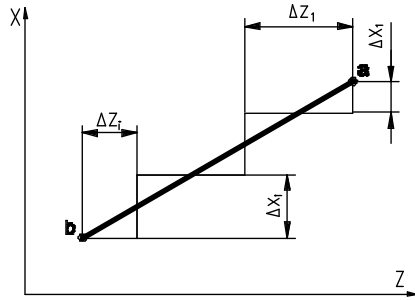
Bu halda RPİ sistemi alətin yerdəyişməsini aproksimasiyanın köməyi ilə reallaşdırır. RPİ nəzəriyyəsində aproksimasiya dedikdə bir funksional asılılığın digər daha sadə funksiyaya müəyyən dəqiqlik dərəcəsi ilə dəyişdirilməsi başa düşülür. Bu hada aproksimasiya ona gətirilir ki, ilkin nöqtədən verilmiş koordinatlı nöqtəyə bir düzxətli yerdəyişmə və ya qövs üzrə yerdəyişmə əvəzinə RPİ sistemi alətə kəsilmə xətt üzrə yerdəyişmə verir. Bu kəsilmə xəttin elementar parçaları koordinat oxlarına paralel olur.

- Şək. 4.4 - də kəsən alətin düzxətli yerdəyişməsi (xətti interpolyasiya) halı, şək. 4.5 - də isə verilmiş yerdəyişmənin dəzgahın RPİ sistemi ilə aproksimasiyası göstərilmişdir. Şək. 4.6 - də isə kəsən alətin çevrəvi qövsü üzrə yerdəyişməsi (dairəvi interpolyasiya) halı, şək. 4.7 - də isə onun aproksimasiyası verilmişdir. Şək. 4.5 və 4.7 - də a nöqtəsindən b nöqtəsinə xətlərlə idarəetmə proqramında verilmiş alətin yerdəyişmə trayektoriyası göstərilmişdir. X_1 -dən X_i –yə və Z_1 -

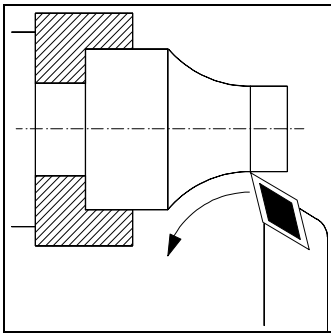
dən Z_i -yə olan parçalarla müvafiq X və Z koordinat oxları boyu verilmiş yerdəyişmələrin elementar yerdəyişmələrə dəyişdirilməsi göstərilmişdir.



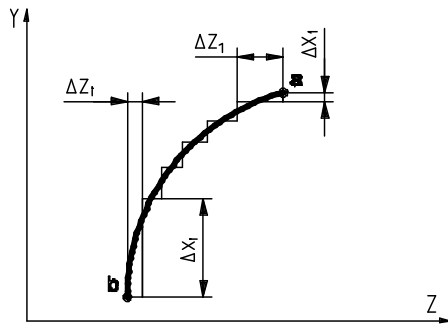
Şək. 4.4. Kəsən alətin düzxətli yerdəyişməsi (xətti interpolasiya)



Şək. 4.5. Xətti interpolasiyanın aproksimasiyası



Şək. 4.6. Kəsən alətin qövs üzrə yerdəyişməsi (dairəvi interpolasiya)



Şək. 4.7. Dairəvi interpolasiyanın aproksimasiyası

Şəkildən göründüyü kimi elementar yerdəyişmələr bir verilmiş yerdəyişmə prosesində öz qiymətinə görə heç də hə-

mişə eyni deyildir. RPI sistemi iki şərtədən asılı olaraq hər bir elementar yerdəyişmənin qiymətini özü təyin edir:

- elementar yerdəyişmənin trayektoriyasının verilmiş yerdəyişmənin trayektoriyasından meyillənməsi proqram tərəfindən təyin edilmiş aproksimasiya qiymətini keçməməlidir (aproksimasiya xətası ümumi qəbul olunmuş qaydalara görə verilmiş ölçünün emalının qeyri - dəqiqliyinin müsaidə sahəsinin 15-25% - ə bərabər götürülür);
- müxtəlif koordinat oxları boyu elementar yerdəyişmələr öz aralarında elə ələqələndirilməlidir ki, bu elementar yerdəyişmələr eyni zamanda ilkin nöqtədə başlamalı və eləcə də eyni vaxtda verilmiş yerdəyişmənin son nöqtəsinə çatana ədəd dayanmalıdırlar.

Əvvəlki RPIQ modellərində (NC və SNC siniflərində) interpoliyatorlar RPIG-n elektron bloku şəklində olurdular. Bu blokların alqoritm fəaliyyəti elektron sxemi ilə təmin edilirdi və buna görə də dəyişdirilə bilməzdi. Mikroprosessorlu RPIQ – lərdə isə interpoliyator proqramlaşdırılan sabit yaddaş qurğusunda (PSYQ) yerləşən mikroprosessorun dəyişdirilə bilən altproqramı kimi özünü təqdim edir. Buna müvafiq olaraq interpoliyatorun iş alqoritmi də dəyişdirilə bilər.

RPI dəzgahlarında istehsal olunan müasir məmullar mürəkkəb forması və müxtəlifliyi ilə fərqlənirlər. Bu məmullar çox vaxt parabolik, vintli və splayn (splayn - bu hamar əyridir və düzbucaqlı koordinat sistemində verilmiş nöqtələr dəstindən keçir) səthlərdən ibarət olur. Hər bir belə səthi də düz xətti və dairəvi qovslü elementar parçaların toplusu şəklində göstərmək olar. Amma bu zaman elementar yerdəyişmələrin sayı əsaslı olmayan sayda böyüyür, idarəetmə proqramı isə böyük və mürəkkəb alınır. Belə idarəetmə proqramının həcmi 100 meqabaytdən böyük oluna bilər. Mürəkkəb formalı səthlərin emalı üzrə idarəetmə proqramlarını sadələşdirmək və bir neçə dəfələrlə azaltmaq üçün müasir RPI dəzgahlarının ək-

səriyyətinin RPİ sistemləri nəinki xətti və dairəvi interpolatorlar ilə, hətta vintlili, parabolik, splaynli interpolatorlar ilə təchiz olunurlar.

Sərbəst formalı səthlərin (bu səthləri muasir dövrdə heykəltəraşlıq səthləri də adlandırırlar) emalına təlabat fasiləsiz olaraq artır. Hal-hazırda bu təlabat həm RPİ sistemlərinin məxsusi funksiyalarının təkamülü ilə (hesablama güclərinin artması, yeni interpolasiya tiplərinin yaranması, emalın optimallaşdırılması alqoritmlərinin tətbiqi), həm də RPİ dairəsinin informasiya və aparat imkanlarının (mürəkkəb səthlərin rəqəmləşdirilməsi üçün ölçü - nəzarət texnikasının inkişafı, olduqca mükəmməl CAD-CAM sistemlərinin geniş tətbiqi) artması ilə dəstəklənir. Belə mürəkkəb səthlərin əsas istehlakçıları avtomobil, aerokosmik, gəmiqayırma sənayesi, eləcə də məişət texnikası istehsalı sahəsidir. Belə səthlərə malik məmullara misal kimi turbin kürəklərini, ventilyatorların pərlərini və daraqlı vintləri, ştampları və press - qəlibləri göstərmək olar. Bütün bu məmullar RPİ dəzgahlarında emal olunur. Belə məmulların emalı zamanı trayektoriyanın baza elementləri splaynlardır. RPİ sistemləri üçün əsas problem splaynın tipinin və idarəetmə proqramında onun təqdim edilməsi üsulunun seçilməsi, eləcə də splayn trayektoriyanın reallaşdırılmasının riyazi təminatıdır.

Splayn haqqında anlayış. Splayn mürəkkəb əyrixətli trayektoriyanın aproksimasiya edilmiş təsviri metodudur. Layihə işlərində kompyuterlərin tətbiqi splaynların fiziki xassələrini təqdid etməyə və onları riyazi olaraq modelləşdirməyə imkan verdi. “Splayn” anlayışı istifadəyə ali riyaziyyatdan gəlmişdir, lakin maşınqayıranlar arasında yayılması isə çevik xətkəş anlayışı (şək. 4.8) ilə, eləcə də yüksəksəviyyəli CAD – sistemlərinin layihələndirilməsində tətbiq edilməsi ilə əlaqədardır. Splayn termini ingilis *spline* terminindən yaranıb, tərcüməsi reyka (tamasa), ox (mil), çevik xətkəş deməkdir. Ciz-

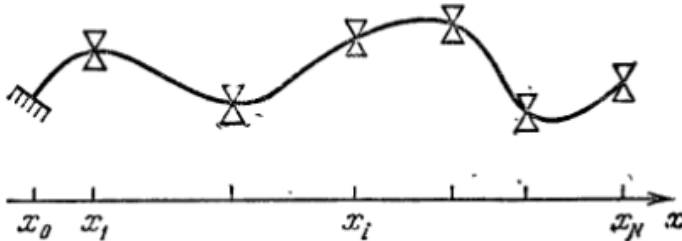
gicilər bu vasitədən verilmiş nöqtələrdən keçən hamar əyrilərin çəkilməsi üçün istifadə edirlər. Çünki onu lazım olan yerlərdə, məsələn bir ucunu verilmiş $(x_0, f(x_0))$ nöqtəsində bərkidir, sonra isə dayaqqlar arasında yerləşdirirlər (şək. 4.9). Bu dayaqqlar elə yerləşmişdir ki, çevik xətkəş verilmiş nöqtələrdən keçsin və səlis əyri alınsın, sonra isə bu xətkəşlə həmin əyrini çəkirlər. Belə xətkəşin forması, əgər ona $f(x)$ funksiyası kimi baxsaq, Eyler-Bernulli tənliyi ilə yazıla bilər:



Şək. 4.8. Çevik xətkəş

$$f''(x) = \frac{M(x)}{E \times I}, \quad (4.1)$$

burada $M(x)$ - xətkəş boyunca əyilmə momenti, E - xətkəşin materialının xassəsindən asılı olan Yunq modeli, I - əyrinin forması ilə təyin olunan inersiya momentidir.



Şək. 4.9. Çevik xətkəşlə hamar əyrinin təsviri

Dayaqlarla təsvir olunmuş hər bir $[x_i, x_{i+1}]$, $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$ parçada əyilmə momenti $M(x) = A \times x + B$ xətti qanunu ilə dəyişəcəkdir. Bunu (4.1) –də nəzərə alaraq yazmaq olar:

$$f''(x) = \frac{A \times x + B}{E \times I} \quad (4.2)$$

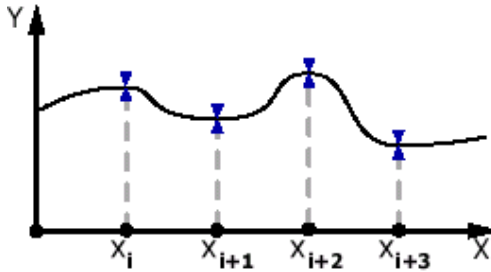
Bu tənliyi iki dəfə integrallayaraq verilmiş parçada əyrinin tənliyini alırıq:

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (4.3)$$

Beləliklə, fiziki splaynın forması xətti - parçalı kubik polinom ilə təsvir olunur.

Splayn – seqmentlərin birləşmə nöqtələrində $K-1$ tərtibli kəsilməz törəməli K dərəcəli parça (kəsik, kiçik bir hissə) polinomdur (şək. 4.10). Mürəkkəb bərk cisim modellərinin qurulmasını splaynlardan istifadə etmədən qurmağı təsəvvür etmək, demək olar ki, mümkün deyil. Splaynların üstün cəhəti ondan ibarətdir ki, onlar “hamar” (səlis) xarakterə (yə-

ni konturun tənliyi kəsilməyən törəməyə malikdir) malikdir-lər və fəza trayektoriyasının mürəkkəbliyinə məhdudiyyətlər yoxdur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, splaynların təsvirinin çox güclü riyazi aparatı işlənmişdir.



Şək. 4.10. Splayn

Tutaq ki, $[a, b]$ parçası x nöqtələrli bölünmə (tor) ilə verilmişdir: $a = x_0 < x_1 < \dots < x_{n-1} < x_n = b$. Tutaq ki, nöqtələrdə eləcə də müəyyən funksiyanın $y_0, y_1, \dots, y_{n-1}, y_n$ qiymətləri də məlumdur. İnterpolyasiya məsələsi $S(x) = y$ splaynının tapılmasından ibarətdir, burada $i = 0, 1, \dots, n-1, n$. Qoyulmuş belə məsələ çoxlu həllə malikdir ki, onlar da əlavə məhdudiyyətlər yolu ilə vahid həllə gətirilə bilər.

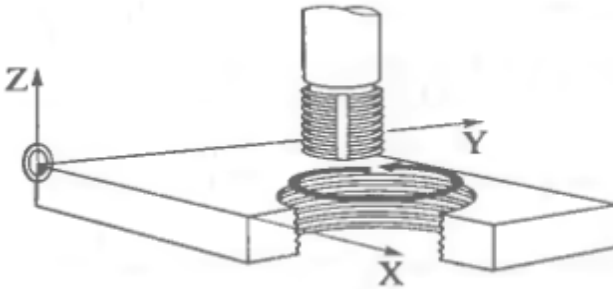
RPİ sistemlərində mürəkkəb interpolyasiya. RPİ sistemlərinin əksəriyyəti yalnız xətti (şək. 4.4), dairəvi (şək. 4.6) və vintli (şək. 4.11) interpolyasiyaya malik olurlar. Şək. 4.11 – dən göründüyü kimi vintli interpolyasiya zamanı vintli xətt iki hərəkətin cəmi kimi alınır: bir müstəvidə dairəvi hərəkət və bu müstəviyə perpendikulyar olan xətti hərəkət.

Mürəkkəb heykəltəraşlıq səthlərinin emalı üçün CAM-sistemlərinin köməyi ilə xətti aproksimasiya qururlar. Belə aproksimasiya trayektoriyası uzunluğu 20 mkm -ə qədər olan qısa parçalar şəklində ifadə edir. Müasir RPİ sistemləri isə bu

məsələn polinom (Polinom riyaziyyatda çoxlu sayda rasionallıq üstlü dəyişənlərin (x) cəmidir. Elementar cəbrdə $P(x)$ polinom

$$P(x) = \sum_{i=1}^n b_i x_i^i = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \dots + b_{n-1} x^{n-1} + b_n x^n; n \geq 0$$

kimi ifadə olunur, burada b polinomun hədlərinin əmsalını, n isə onun dərəcəsinə göstərir. Polinomun vacib xassələrindən biri də odur ki, istənilən kəsilməz funksiyaları minimal xətt ilə polinomla əvəz etmək olar [20]. Bu baxımdan b_0 - əvvəlki



Şək. 4.11. Vintlı xətlərin interpolasiyası (profil frezi ilə yivəçmə)

kadrın son nöqtəsi, b_1 - həqiqi kadrın hesablanan son nöqtəsi, $b_2 - b_n$ - proqram üzrə hesablanmış əmsallardır. Polinom interpolasiyanın köməyi ilə düz xətlərə, parabolik və üstlü funksiyalara müvafiq müxtəlif formalar yaratmaq olar) və splaynların köməyi ilə həll edir. Onların müxtəlifliyinə baxmayaraq idarəetmə sistemlərində onlardan yalnız bir neçə növü davamlı tətbiqini tapmışdır [16, 26]. İnterpolasiyanın bu metodlarının tətbiqinin xüsusiyyətlərinə baxaq.

- Polinomial interpolasiya ən sadə interpolasiya kimi hesab edilir. Onun hamar trayektoriyalar üçün xüsusilə

o hallarda tətbiq edirlər ki, bu zaman verilmiş nöqtələrin kiçik sayı əsasında dəqiq nəticə əldə etmək lazım olsun. Kontur $n-1$ dərəcəli polinom şəklində təsvir edilir, burada n - interpolyasiya olunan funksiyanın məlum qiymətləri nöqtələrinin sayıdır. Bu üsulun çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, böyük hesablama gücləri məsrəfləri tələb edir və hamar olmayan konturlar halında nisbətən yüksək xəyata malikdir.

- Splayn - interpolyasiya parça - kubik funksiyaları istifadə edir. Bu metod böyük üstünlüklərə malikdir, amma onu verilmiş nöqtələrin sayı həddindən artıq çox olan zaman tətbiq edirlər.
- “Rasional” splayn – interpolyasiya özündə iki polinomin nisbətində bərabər olan funksiyaları göstərir. Bu metodu ən güclü metod hesab etmək olar, belə ki o konturun formasını idarə etmək üçün əlavə parametrlərə malikdir.

Splaynly interpolyasiya məsələsi iki altməsələdən ibarətdir: splaynın əmsallarının hesablanması və splayn funksiyasının onun ayrı-ayrı nöqtələrində qiymətlərinin hesablanması. Splaynın əmsallarının hesablanmasını adətən CAM-sistemi yerinə yetirir, splayn funksiyasının qiymətlərinin hesablanması isə PRI sisteminin interpolyasiya alqoritmi çərçivəsində həyata keçirilir.

İndi isə splaynların 3 variantına – ASPLINE, NURBS və CSPLINE variantlarına ətraflı baxaq.

ASPLINE tipli splayn. ASPLINE splaynı (Akima spline) dəqiq olaraq bütün verilmiş nöqtələrdən keçir [26]. Ümumiləşdirilmiş şəkildə ASPLINE splaynı aşağıdakı çoxhədli şəkildə verilə bilər:

$$y = Ax^3 + Bx^2 + Cx + D. \quad (4.4)$$

Nöqtələrin qeyri-bərabər (bir ölçüdə olmayan) torunda

(şəbəkəsində) A, B, C, D əmsallarını dörd xətti tənliklər sistemini (4.5) həll etmək ilə tapırlar:

$$\begin{cases} y_i = Ax_i^3 + Bx_i^2 + Cx_i + D \\ y_{i+1} = Ax_{i+1}^3 + Bx_{i+1}^2 + Cx_{i+1} + D \\ 3Ax_i^2 + 2Bx_i + C = \frac{1}{d_{i-1} + d_i} \left(\frac{(y_i - y_{i-1})d_i}{d_{i-1}} + \frac{(y_{i+1} - y_i)d_{i-1}}{d_i} \right) \\ 3Ax_{i+1}^2 + 2Bx_{i+1} + C = \frac{1}{d_i + d_{i+1}} \left(\frac{(y_{i+1} - y_i)d_{i+1}}{d_i} + \frac{(y_{i+2} - y_{i+1})d_i}{d_{i+1}} \right) \end{cases}, \quad (4.5)$$

Burada $d_{i-1} = x_i - x_{i-1}$, $d_i = x_{i+1} - x_i$ və $d_{i+1} = x_{i+2} - x_{i+1}$.

Verilmiş nöqtələrin maksimal mümkün sayı RPİ sistemlərinin hesablama imkanlarından asılıdır. Məsələn, Siemens firmasının Sinumerik sistemi altı nöqtədən keçən splaynları qurmağa imkan verir. ASPLINE splaynından istifadə edərkən onu nəzərə almaq lazımdır ki, ayriliyin kəskin dəyişməsi yaxşı dərəcəli aproksimasiya ilə kəsilməyən əyri qurmağa imkan vermir.

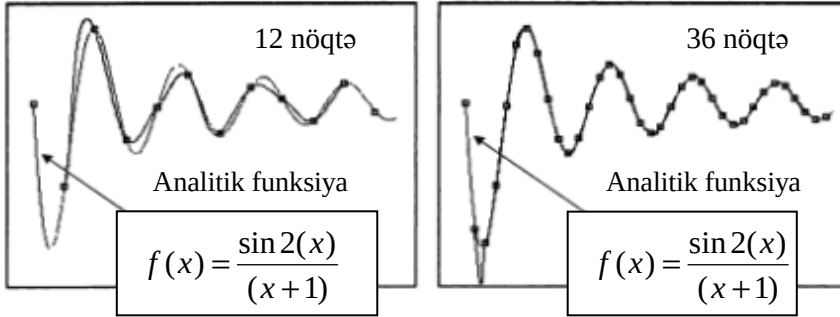
Splaynın bu tipini o vaxt istifadə etmək məqsədəuyğundur ki, bu zaman verilmiş nöqtələrin koordinatları nəzarət-ölçü maşınlarının ölçmələri nəticəsində alınmışdır. Splaynın dəqiqliyi verilmiş nöqtələrin sayından asılıdır (şək. 4.12).

CSPLINE – splaynları. Kubik (cubic) CSPLINE splaynı analitik hesablanan əyri boyunca yerləşmiş verilmiş nöqtələrdən keçən kəsilməyən əyridən ibarətdir (şək. 4.13).

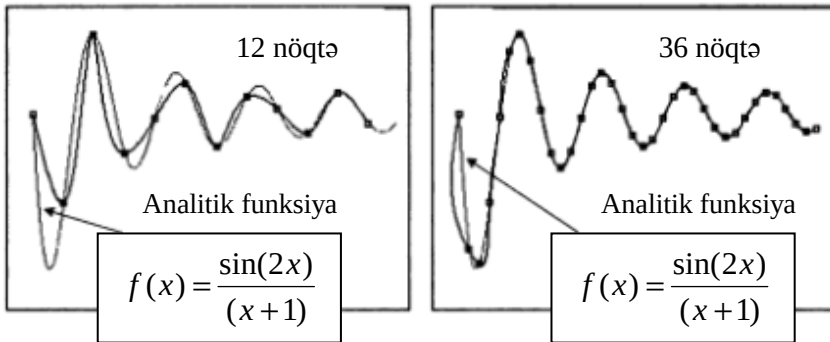
$f(x) = \frac{\sin(2x)}{x+1}$ analitik funksiyasının müntəzəm torunun nöqtələri eyni zamanda kubik splaynın qurulması üçün baza təşkil edir.

Kubik splaynlar ilə interpolyasiya sürətli, səmərəli və xətlərinin sabitliyi (dayanıqlığı) ilə konturun interpolyasiya üsulu kimi müəyyən edilir. O polinomial interpolyasiya ilə

uğurla rəqabət aparır. Kubik splaynın qurulmasının əsasında interpolasiya olunan konturun kiçik intervallara bölünməsi ideyası dayanır. Bu intervalların hər biri üçün xüsusi üçüncü



Şək. 4.12. ASPLINE splaynın verilmiş nöqtələrin sayından asılı olaraq dəqiqliyi



Şək.4.13. CSPLINE (kubik splayn)

dərəcəli polinom verirlər. Polinomun əmsallarını elə seçirlər ki, bu zaman intervalların sərhədlərində funksiyanın özünün, eləcə də onun birinci və ikinci tərtib törəmələri funksiyalarının fasiləsizliyi (kəsilməzliyi) saxlanılsın. Sərhəd şərtlərinin

intervalların sərhədlərində birinci və ikinci tərtib törəmələrin qiymətləri şəklində verilməsi imkanları mövcuddur. İnterval sərhədlərində bu törəmələrin ikisindən birinin məlum qiymətlərində təsvir edilən interpolyasiyanın sxemi alınır. Əgər törəmələrin qiymətləri məlum deyilsə, onda intervalın sərhədində ikinci tərtib törəməni sıfıra bərabər hesab edirlər. Bu zaman kifayət qədər yaxşı nəticələr əldə edilir.

Yalnız ASPLINE splaynı və kubik splayn üçün onun birinci və sonuncu nöqtələrindən keçən splaynın xarakterinə təsir edən əlavə parametrlər vermək olar.

C^2 sinifli interpolyasiya edilmiş kubik splayn parçada kəsilməyən ikinci tərtib törəməyə malikdir. Onu çoxhədli şəklində aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$S(f, x) = \sum_{k=0}^3 a_k^{(i)} (x_i - x)^k. \quad (4.6)$$

$S(f, x)$ splaynı $[x_i, x_{i+1}]$ parçalarının hər birində dörd $a_0^{(i)}, a_1^{(i)}, a_2^{(i)}$ və $a_3^{(i)}$ əmsalları ilə təyin edilir. Buna görə də onun qurulması üçün $4n$ sayda əmsallar müəyyən edilməlidir, burada n - torda nöqtələrin sayıdır. Praktikada təyin edilməli olan kəmiyyətlərin sayını $n+1$ -ə gətirirlər. Bunun üçün $[x_i, x_{i+1}]$ parçaların hər birində interpolyasiya splaynını aşağıdakı kimi ifadə edirlər:

$$S_i(x) = y_i(1-t)^2(1+2t) + y_{i+1}t^2(3-2t) + m_i h_i t(1-t)^2 - m_{i+1} h_i t^2(1-t), \quad (4.7)$$

$$\text{burada } h_i = x_{i+1} - x_i \text{ və } t = \frac{x - x_i}{h_i}.$$

$n+1$ xətti tənlikdən ibarət olan (4.8) sistemini həll etməklə $n+1$ sayda m_i məchullarını təyin edirlər, burada $i = 0, \dots, n$.

$$\begin{cases} 2m_0 + \mu_0 m_1 = c_0, \\ \lambda m_{i-1} + 2m_i + \mu_i m_{i+1} = c_i, & i = 1, \dots, n-1, \\ \lambda_N m_{n-1} + 2m_n = c_n, \end{cases} \quad (4.8)$$

$$\text{burada } c_i = 3(\mu_i \frac{y_{i+1} - y_i}{h_i} + \lambda_i \frac{y_i - y_{i-1}}{h_{i-1}}), \mu_i = h_{i-1}(h_{i-1} + h_i)^{-1},$$

$\lambda_i = 1 - \mu_i$. Eləcə də 1- ci tip sərhəd şərtləri üçün (1 - ci tip sərhəd şərtləri: $S'(a) = f'(a)$, $S'(b) = f'(b)$ - $[a, b]$ parçasının sonlarında axtarılan funksiyanın 1-ci tərtib törəməsi verilir) - $\mu_0 = \lambda_N = 0$; $c_0 = 2y'_0$; $c_n = 2y'_n$. 2-ci tip sərhəd şərtləri üçün (2 - ci tip sərhəd şərtləri: $S''(a) = f''(a)$, $S''(b) = f''(b)$ - $[a, b]$ parçasının sonlarında axtarılan funksiyanın 2-ci tərtib törəməsi verilir) - $\mu_0 = \lambda_N = 1$; $c_0 = 3\frac{y_1 - y_0}{h_0} - \frac{h_0}{2}y''_0$; $c_n = 3\frac{y_n - y_{n-1}}{h_{n-1}} + \frac{h_{n-1}}{2}y''_n$.

Belə sistemi həll etmək üçün “sürətli təhlil (qovma)” (“proqonka”) üsulundan istifadə edirlər. Bu metod Qauss metodunun modifikasiyasıdır və nəticələrin yuvarlaqlaşdırılmasında səhvlərin yığılmasını istisna edir.

NURBS-splaynı. NURBS-splaynların tam adı (Non – Uniform Ratioan B-spline) – bu qeyri-bərabər rasiona B-splaynlardır. Non - Uniform xassəsi (*qeyri-bərabərlik*, qeyri - bircinslik) idarəetmə nöqtələrinin əyrinin formasına müxtəlif təsir dərəcəsini göstərir. Bu isə xüsusilə mürəkkəb əyrilərin modelləşdirilməsində əhəmiyyətlidir. Rational (rasionalıq) xassəsi isə interpolyasiya olunan əyrini təsvir edən riyazi ifa-

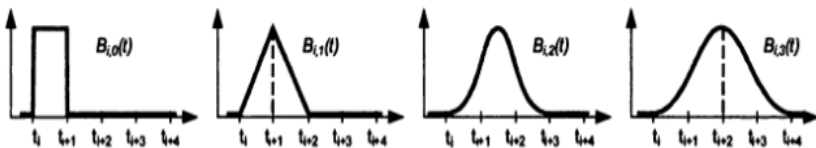
dənin iki polinomun nisbəti olduğunu göstərir. Bu xassə müxtəlif əyriləri dəqiq modelləşdirməyə imkan verir.

B-spline anlayışı (baza splayını) üç və daha çox idarəetmə nöqtələri arasında interpolyasiya əyrisinin qurulması üsulunu ifadə edir.

NURBS-splayını riyazi olaraq belə göstərilir:

$$Q(t) = \frac{\sum_{i=0}^n B_{i,p}(t) P_i w_i}{\sum_{i=0}^n B_{i,p}(t) w_i}, \quad (4.9)$$

burada $B_{i,p}$ - normallaşdırılmış baza funksiyasıdır (basis function), bu funksiya konkret P_i idarəetmə nöqtəsindən əyrinin formasının asılılığını müəyyənləşdirir (şək. 4.14); P_i - idarəetmə nöqtəsidir (control point), belə ki idarəetmə nöqtələri çoxluğunun yerləşməsi NURBS - əyrilərinin formasını təyin edir; w_i - idarəetmə nöqtəsinin çəkisidir, o idarəetmə nöqtəsinin əyriyə “cazibə qüvvəsini” təşkil edir; p - NURBS-sı təyin edən rəşional çoxhədlinin surətdə və məxrəcdə baza funksiyalarının tərtibidir; t_i - düyünlərdir (knot); düyünlər vektoru (knot vector) əyrinin uzunluğu üzrə idarəetmə nöqtələrinin təsir zonalarını (intervallarını) təyin edir.



Şək. 4.14. Birinci tərtibdən ucuncü tərtibə qədər baza funksiyaları

Baza funksiyalarını $B_{i,0}$ -dan başlayaraq rekursiv olaraq hesablayırlar:

$$B_{i,0} = \begin{cases} 1 & t_i \leq t \leq t_{i+1} \text{ olarsa} \\ 0 & \end{cases}$$

$$B_{i,k}(t) = \frac{t - t_i}{t_{i+k} - t_i} B_{i,k-1}(t) + \frac{t_{i+k+1} - t_i}{t_{i+k+1} - t_{i-1}} B_{i+1,k-1}(t), \quad \text{burada } 1 \leq k \leq p$$

(4.10)

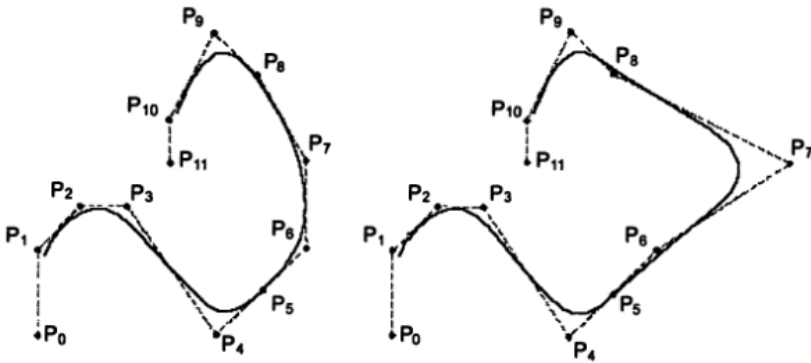
Əgər k NURBS əyrisinin baza funksiyanın ən böyük tərtibidirsə, onda deyirlər ki, bu əyri k tərtibinə malikdir, və ya o $(k-1)$ dərəcəli polinomdur, və ya $(k-2)$ kəsilməyən törəməyə malikdir. RPI sistemlərində NURBS əyrilərinin üçüncü və dördüncü tərtibləri ilə işləyirlər.

NURBS – ın maşınqayırmada geniş tətbiqi istənilən müəkkəbli trayektoriyaya NURBS - əyrilərinin incə (zərif, həssas) sazalanmasının (çatdırılmasının) həyata keçirilməsi imkanları ilə əlaqədardır. NURBS splaynları digərlərindən fərqli olaraq splayn - əyrinin forması ilə müəyyənləşən üç asılı olmayan parametrlər tipinə malikdirlər: idarəetmə nöqtələri, çəkili və düyünlərinə. Bu parametrlərin hər birinin fiziki təqdimatına və RPI sistemlərində onların tətbiqinin xüsusiyyətlərinə baxaq.

NURBS - splaynının forması şəkl. 4.15 - də P_i idarəetmə nöqtələrinin vəziyyəti ilə müəyyənləşmişdir. Əgər idarəetmə nöqtələrinin düz xətlərlə birləşdirsək, onda onlar idarəetmə çoxbucaqlısını əmələ gətirəcəklər. Bu çoxbucaqlı tamamlayıcı (son, yekunlaşdırıcı) splayn ilə müqayisə edilmə üçün rahatdır.

Şəkl. 4.15 - dəki sağ əyri P_i idarəetmə nöqtəsinin sürüşməsinin təsirini göstərir. Əyrinin forması əyrinin heç də bütün

uzunluğu boyu dəyişmir, yalnız idarəetmə nöqtəsinin əhatəsində dəyişir.



Şək. 4.15. NURBS – splaynın formalaşdırılmasına idarəetmə nöqtələrinin vəziyyətlərinin təsiri

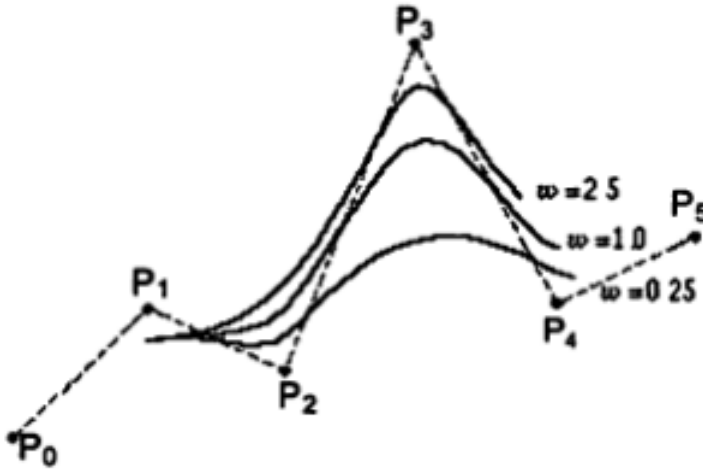
Bu effekti lokal idarəetmə adlandırırlar. O, CAD - CAM sistemlərinə, əyrinin formasına ümumilikdə toxunmayaraq ayrı - ayrı bəzi idarəetmə nöqtələrinin yerini dəyişmək yolu ilə, lokal (yerli) korreksiyaları (düzəldilmələri) daxil etməyə imkan verir.

Rasional əyrilər, adi B - splaynlardan fərqli olaraq, praktiki əhəmiyyətli aşağıdakı xassələrə malikdirlər:

- onlar miqyaslama kimi proyeksiya transformasiyalarında korrekt (doğru) nəticələri təmin edirlər;
- onları ixtiyarı əyrilərin, konik kəsiklər də (dairələr, ellipslər, parabola və hiperbolalar) daxil olmaqla, modelləşdirilməsində istifadə etmək olar.

Bu xassələr əlavə parametrlərin – idarəetmə nöqtəsinin çəkisinin (w) daxil edilməsi yolu ilə dəstəklənir. “Susma” üzrə, hər bir idarəetmə nöqtəsinin çəkisi 1.0 – ə bərabərdir, yəni bu əyrinin formasına bütün nöqtələrin eyni təsirini bildirir. Bəzi

idarəetmə nöqtələrinin çəkisinin artırılması bu nöqtəyə təsirin gücləndirilməsi imkanı verir, nəticədə əyrinin bu nöqtəyə “cəzb edilməsi” effekti yaranır (şək. 4.16).

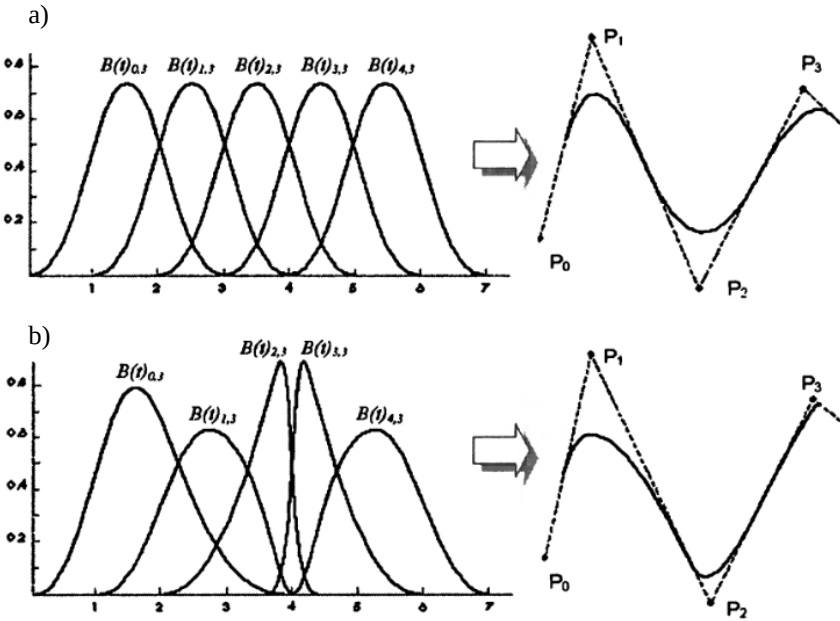


Şək. 4.16. Əyrinin “cəzb etməsinə” idarəetmə nöqtələrinin çəkilərinin təsiri

Onu nəzərə almaq lazımdır ki, yalnız ayrı – ayrı idarəetmə nöqtələrində çəkinin dəyişdirilməsi əyrinin formasına təsir edir. Bütün idarəetmə nöqtələrinin çəkilərinin proporsional (mütənasib) dəyişdirilməsi zamanı əyrinin forması dəyişməz qalır.

Hər bir yoxlama (kontrol) nöqtəsi özünəməxsus baza funksiyasına malikdir. Şək. 4.17 - də beş idarəetmə nöqtəsi ilə göstərilmiş NURBS əyrisi beş belə funksiyaya malik olacaqdır. Onlardan hər biri əyrinin bəzi intervallarını örtür. Şək. 4.17 a - da bütün baza funksiyaları mütləq olaraq eyni formaya malikdirlər və bərabər təsir intervalını əhatə edirlər. Intervalları məhdudlaşdıran nöqtələr düyünlər və onların qaydaya salınmış siyahısı isə düyünlər vektoru adlanır. Şək.

4.17 a – da göstərilmiş baza funksiyaları üçün düyün vektoru $\{0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0\}$ şəklinə malikdir. Bu bərabər (*uniform*) düyünlər vektoruna bir nümunədir, bu zaman şəkildə bütün baza funksiyaları əyrinin uzunluğu boyu bərabər intervalları əhatə edir.

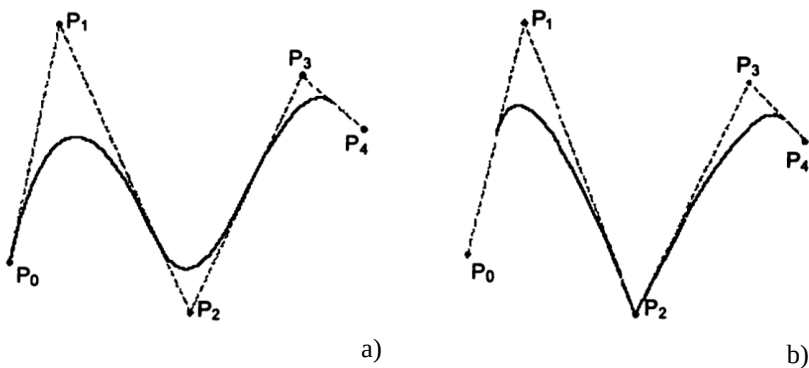


Şək. 4.17. İdarəetmə nöqtələr çoxluğu üçün baza funksiyaları və düyün vektorları üçün NURBS-əyriləri: a) düyünlər vektorlarında bərabər paylanma; b) düyünlər vektorlarında qeyri-bərabər paylanma

Düyünlər vektorunu $\{0,0; 1,0; 2,0; 3,75; 4,0; 4,25; 6,0; 7,0\}$ kimi dəyişsək, şək. 4.17 b – də göstərilmiş qeyri - bərabər baza funksiyaları dəsti və uyğun əyrini (eyni idarəetmə nöqtələ-

ri dəstindən istifadə etməklə) alacağıq. P_2 və P_3 idarəetmə nöqtələri ilə əlaqəli $B_{2,3}(t)$ və $B_{3,3}(t)$ baza funksiyaları digərlərindən yuxarıdadır, $\{3,75; 4,0\}$ və $\{4,0; 4,25\}$ intervalları isə bu iki yoxlama nöqtələri uçun düyünlər vektorunda artıq qalanlarına əyrinin toplanması üçün təsir edir. Nəticədə əyri P_2 və P_3 idarəetmə nöqtələrinə çox əsaslı yerini dəyişəcəkdir.

Qeyri - bərabər düyünlər vektorlarının əsas xassələri bunlardır: splaynın ilkin və son nöqtələrinin dəqiq yerləşdirilməsinin idarə olunması imkanı; dövrələmə və sınıqlara malik əyrinin yaradılması imkanı. Tutaq ki, məsələn, $\{0,0; 0,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0\}$ düyünlər vektoru baza funksiyalarını elə təyin edir ki, bu zaman əyrinin başlanğıcı P_0 idarəetmə nöqtəsi ilə üst-üstə düşür. Bu şəkil 4.18 a – dan görünür. Bəzi düyünlərin $\{0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 3,0; 5,0; 6,0; 7,0\}$ vektorunun ortasına sürüşməsi zamanı şəkl. 4.18 b –də göstərilmiş P_2 nöqtəsində sınıq yeri olan əyrini alacağıq.



Şək. 4.18. Əyrinin formasına düyünlər vektorunun təsiri

Bu düyünlərin üst-üstə düşməsi bu birləşmədə əyrinin dərəcəsinə bir vahid azaldır; əgər üç düyün üst-üstə düşürsə, onda əyrinin dərəcəsi iki vahid azalır; və bu qanunauyğunluq davam edir.

İlkin konturun proqramlaşdırılmış (rəqəmləşdirilmiş) nöqtələri NURBS - splaynın əksər idarəetmə nöqtələrinin çoxluğunu yaradır. Qurulmuş splayn yalnız idarəetmə nöqtələrinə, ilkin və son nöqtələrdən başqa, onları keçməyərək “meyl edir” (“cəzb edilir”). İlkin və son nöqtələri isə splayna toxunan üzrə keçir. RPI idarəetmə proqramının kadrında verilmiş əlavə parametrlər (çəkilər) splaynın formasına təsir edirlər. Onlar konturun hər bir idarəetmə nöqtəsinə bənd edilə (bağlana) bilirlər. Məsələn, RPI Sinumerik sisteminin proqramında idarəetmə nöqtəsinin çəkisini $w = 0 \dots 3$ diapazonunda 0,0001 addımı ilə dəyişmək olar.

RPI sistemlərində splayn-proqramlaşdırma. Bu yaxınlara qədər RPI sistemlərində splaynly interpolasiyanın tətbiqi olduqca ekzotik (qəribə) görünərdi, onu bəzi ən irəliddə olan sistemlər istifadə edərdi. Artıq bu gün splaynly interpolasiyanı bazarda məşhur olan RPI sistemlərinin əksəriyyəti təklif edir (cədvəl 4.1).

Cədvəl 4.1.

RPI sistemlərində splaynların tətbiqi

Nö	RPI sistemləri	Splaynly interpolasiyanın tipi	Oxların maksimal sayı	Verilmə üsulu
1	2	3	4	5
1	ACD CNC-System	CSPLINE, B-Spline, ASPLINE		
2	Allen Bradley	CSPLINE		

Cədvəl 4.1-in ardı

1	2	3	4	5
3	Andronic 2060	ASPLINE	16	G30, Anlog C dili
4	Delta Tau ADV810Q; PMAC	CSPLINE, NURBS		G1.1
5	D.Electron CNC Z32.NET	NURBS	3	
6	Faqor 8070CNC	CSPLINE, ASPLINE, polinom		
7	FANUC 181	NURBS		G06.2
8	HEIDENHAIN ITNC 530	CSPLINE	5	SPL
9	MachineMate CNC, PA 8000	CSPLINE	5	G005, G006, M070, M071, M072, M073
10	Mitsubishi	NURBS		
11	NUM 1080 CNC	CSPLINE, NURBS, polinom	9	G06,G48, G49, G104
12	Okuma	SuperNURBS		
13	Siemens Simumerik 840D	NURBS, CSPLINE, ASPLINE, polinom	8	ASPLINE, SPLINE, BSPLINE, POLY
14	TwinCAT CNC	BSPLINE, CSPLINE		
15	WinPCNC v.3	CSPLINE	3	G07, G08, G30

Təəssüf ki, splaynli interpolyasiyanın geniş tətbiqi verilənlər formatlarının unifikasiyasına gətirməmişdir. Verilənlərin daxil edilməsi standartının olmaması səbəbindən hər bir istehsalçı–firma bu məsələyə fərdi olaraq yanaşır. Yəni, onlar özləri ya G - kodları dəstini genişləndirir, ya da splaynın verilməsi üçün özlərinin məxsusi makro - dil komandasını (əmrini) istifadə edirlər.

Aşağıda RPİ HEIDENHAIN iTCN 530 sistemində iki-koodinatlı splaynli interpolyasiya üçün kadrın formatının nümunəsi verilmişdir. İnterpolyasiya aşağıdakı formulalar bazasında yerinə yetirilir:

$$X(t) = K_3 X \cdot t^3 + K_2 X \cdot t^2 + K_1 X \cdot t + X$$

$$Y(t) = K_3 Y \cdot t^3 + K_2 Y \cdot t^2 + K_1 Y \cdot t + Y$$

7 SPL X+28.338 Y+19.385 Z-0.5 FMAX ;Spline starting point

8 SPL X24.875 Y15.924 Z-0.5 ;Spline end point

K3X-4.688E-002 K2X2.459E-002 K1X3.486E+000

K3Y-4.563E-002 K2Y2.155E-002 K1Y3.486E+000 F10000

9 SPL X17.952 Y9.003 Z-0.500 ;Spline end point

K3X5.159E-002 K2X-5.644E-002 K1X6.928E+000

K3Y3.753E-002 K2Y-2.644E-002 K1Y6.910E+000

10 ...

K3, K2, K1 ünvanları formulaların əmsallarına müvafiqdir və X və Y koordinat oxları üçün splaynın parametrlərinin qiymətlərini verir.

Siemens firmasının RPİ sistemində NURBS və CSPLINE - interpolyasiya üçün kadrın formatının nümunəsinə baxaq.


```

;NURBS example
N10 G1 X0 Y0 F300 G64
N20 BSPLINE
N30 X10 Y20 PW=2           ; PW- bec
N40 X20 Y40
N50 X30 Y30 PW=0.5
N60 X40 Y45
N70 X50 Y0

```

```

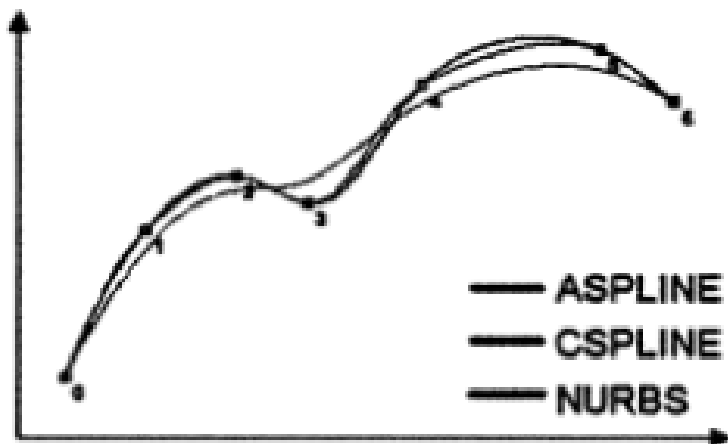
;Cubic spline example
N10 CSPLINE X20 Y10
N30 X40 Y5
N40 X50 Y15
N50 X55 Y7
N60 X60 Y20
N70 X65 Y20
N80 X70 Y0
N90 X80 Y10
N100 X90 Y0.

```

Qeyd edək ki, RPİ sistemlərinin interpoliyasiya alqoritmlərində splaynların parametrik təqdimatından istifadə edirlər, bu isə fəzanın ölçüsünə məhdudiyyəti aradan götürür və alqoritm qapalı konturlar üçün də istifadə etməyə imkan verir. Parametr kimi konturun verilmiş nöqtələri birləşdirən vətərlərin uzunluqlarının cəmi kimi hesablanan cari uzunluğunu istifadə edirlər. Şək. 4.19 – da interpoliyasiya olunan əyrinin qurulması üçün ASPLINE, CSPLINE və NURBS parametrik splaynlarının tətbiqi göstərilmişdir.

Kontur - splaynların postprosessirlənməsi. Konkret misalda RPİ idarəetmə proqramında NURBS - splaynların ge-

nerasiyası (əmələgəlməsi) zamanı postprosessirləmənin reallaşdırılması xüsusiyyətlərinə baxaq. İlk verilənlər kimi CAM - sistemi tərəfindən ümumiləşdirilən informasiyadan istifadə olunmuşdur.



Şək. 4.19. İnterpolyasiya zamanı parametrik splaynların tətbiqi

NURBS – splaynlarını generasiya edən CAM – sistemlərinin birincilərindən biri EDS Unigraphics olmuşdur []. Unigraphics faylı postprosessirləməyə qədər belə görünür:

GOTO/-1.6953,-0.7500,-0.2358

NURBS/

KNOT/0.0312500,0.0781250

...

KNOT/0.8750000,0.9062500,0.9687500,1.0000000

CNTRL/-1.6544,-0.7500,-0.2313

CNTRL/-1.5752,-0.7500,-0.2225

CNTRL/-1.4053,-0.7500,-0.2067

...

CNTRL/1.6138,-0.7500,-0.2263

CNTRL/1.7085,-0.7500,-0.2373

CNTRL/1.7500,-0.7500,-0.2421.

NURBS/ təlimatı kontur-splaynın başlanğıcını təyin edir. Düyünlər KNOT/ təlimatlarında təsvir edilmişdir, idarə etmə nöqtələrinin koordinatları isə CNTRL/ təlimatları ilə verilmişdir.

RPİ Fanuc sistemi üçün postprosessor NURBS - idarə etmə proqramını aşağıdakı şəkildə generasiya edir:

N0000 G05 P10000;(Start high-precision contour control mode)

N0010 G06.2 P4 K0. X-1.6953 Y-.75 Z-.2358 F10. ;

N0020 K0. X-1.6544 Z-.2313 ;

N0030 K0. X-1.5752 Z-.2225 ;

N0040 K0. X-1.4053 Z-.2067 ;

N0050 K.0313 X-1.3031 Z-.1982 ;

N0060 K.0781 X-1.1215 Z-.1847 ;

...

N0220 K.875 X1.6138 Z-.2263 ;

N0230 K.9063 X1.7085 Z-.2373 ;

N0240 K.9688 X1.75 Z-.2421 ;

N0250 K1. ;

N0260 K1. ;

N0270 K1. ;

N0280 K1. ;

N0390 G01 Y-.7188 Z-.238 ; (NURBS interpolation end)

G05 P0 ; (End high-precision contour control mode).

NURBS – interpolasiyanı G06.2 funksiyası ilə “konturun yüksəkdəqiqlikli idarə olunması (high - precision contour control mode)” rejimində proqramlaşdırırlar və “konturun yüksəkdəqiqlikli idarə olunması” rejimindən çıxana qədər interpolasiya qrupunun istənilən diqər funksiyasının çağırılması ilə başa vururlar. P4 ünvanı NURBS - əyrisi tərtibini üçüncü dərəcəli əyri kimi təyin edir (bax N0010 kadrına). İdarəetmə nöqtələrinin çəkisini susma üzrə 1 qiyməti ilə istifadə edirlər, belə ki misalda R ünvanı buraxılmışdır. İdarəetmə nöqtələrinin koordinatlarını hər bir kadrda $X/Y/Z$ qiymətləri ilə müəyyənləşdirirlər. Düyünləri K ünvanı ilə təsvir edirlər. NURBS - konturun ilkin və son idarəetmə nöqtələrindən keçməsi üçün düyünlərin birinci dörd qiyməti (bax N0010 - N0040 kadrlarına), eləcə də düyünlərin axıncı dörd qiyməti (bax N0010 - N0040 kadrlarına) öz aralarında bərabər olmalıdır (onların sayı NURBS – splaynın tərtibinə müvafiq gəlməlidir).

Eyni məmulu RPI dəzgahlarında Siemens sistemləri ilə emal etmək üçün postprosessor aşağıdakı NURBS - idarəetmə proqramını generasiya edir:

N0000 X-1.6953 Z-.2358

N0010 BSPLINE SD=3 PL=0. X-1.6544 Y-.75 Z-.2313 F10.

N0020 PL=.0313 X-1.5752 Z-.2225

N0030 PL=.0469 X-1.4053 Z-.2067

N0040 PL=.0469 X-1.3031 Z-.1982

N0050 PL=.0313 X-1.1215 Z-.1847

...

N0210 PL=.0625 X1.6138 Z-.2263

N0220 PL=.0313 X1.7085 Z-.2373

N0230 PL=0. X1.75 Z-.2421.

Siemens firmasının RPİ sistemlərində düyünlərin koordinatları avtomatik olaraq hesablanır. Yalnız düyünlər arasındakı məsafəni PL ünvanının köməyi ilə vermək lazımdır. Bu misalın fərqi ondan ibarətdir ki, burada NURBS - əyrinin dərəcəsi $SD=3$ verilmişdir (bax N0010 kadrına), amma onun tərtibi verilməmişdir.

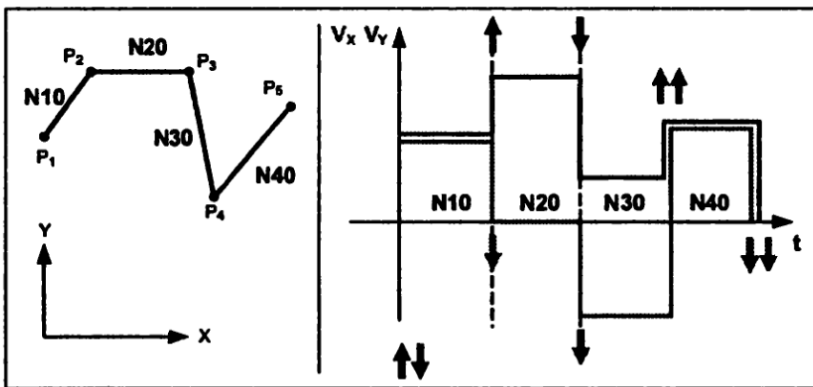
Splaynli interpolyasiyanın üstünlükləri. Problem ondan ibarətdir ki, RPİ sistemi yüksək dəqiqlik və keyfiyyəti saxlayır, və splaynli interpolysiyadan istifadə etmə emalın ümumi vaxtına necə təsir göstərəcəkdir. RPİ sistemlərinin istehsalçı - firmalarının, xüsusilə GE Fanuc firmasının, araşdırmaları göstərir ki, bir tipik NURBS – splaynı xətti interpolyasiyanın 5...10 kadrını əvəz edə bilər [26]. Kadrların sayının azalması hazırlanmış kadrların növbəsindən “gücdən düşmə” səbəbinə görə interpolyasiyanın dayandırılması riskini aşağı salır.

NURBS - splaynlarının istifadəsi zamanı məhsuldarlığın yüksəldilməsini idarəetmə proqramı faylının həcmnin azalması və qovma (sürət vermə) və tormozlamaların azaldılması hesabına verişin müntəzəm yüksəldilməsi ilə izah etmək olar.

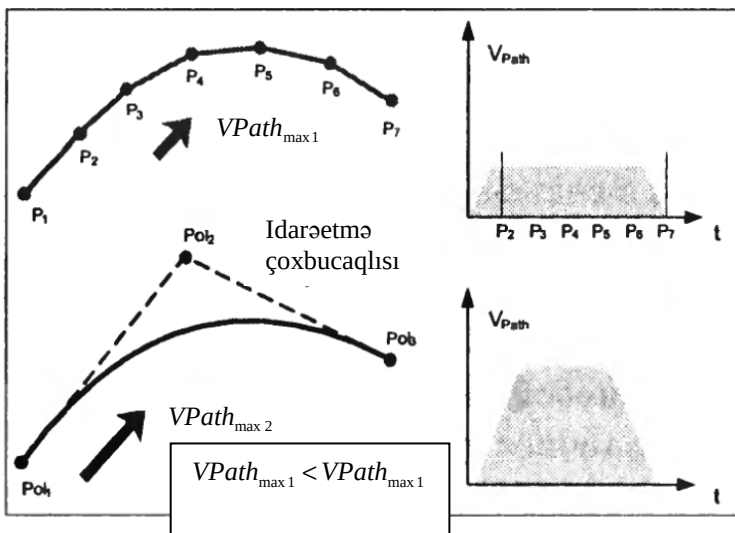
Trayektoriyanın xətti aproksimasiyası zamanı inteqalların bəzi koordinat verişlərinin sıçrayışlı dəyişməsi dəzgahın icraedici orqanlarının yerdəyişmələrinin dinamikasını pisləşdirir (şək. 4.20). Bunun arxası ilə qovşaqların, alətin əlavə mexaniki yeyilməsi, eləcə də məmulun emal olunmuş səthinin keyfiyyətinin pisləşməsi baş verir.

Splayn – interpolysiyada emal olunan konturun hamarlığı emal keyfiyyətini itirmədən kontur sürətini artırmağa imkan verir. Daha yüksək kontur sürəti və azaldılmış trayektoriya hərəkəti emal vaxtını azaldır və ümumi məhsuldarlığı yüksəldir (şək. 4.21). Splayn - interpolysiyada kontur sürəti

$V_{Path_{max2}}$ xətti aproksimasiya zamanı kontur sürətindən $V_{Path_{max1}}$ 20...50% çoxdur.

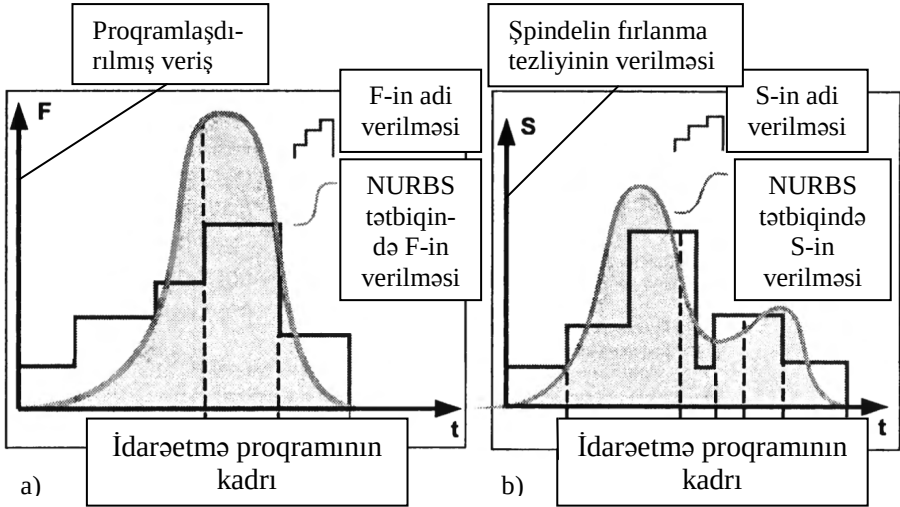


Şək. 4.20. Xətti aproksimasiyada hərəkətin xarakteri. V_x, V_y - ayrı-ayrı oxların sürəti, $\uparrow$ - qovma, $\downarrow$ - tormozlama



Şək. 4.21. Splaynlı interpolasiyada məhsuldarlığın yüksəldilməsi

Xətti aproksimasiyada şpindelin dövrlər sayının və veri-
şin qiymətinin dəyişməsi emalın keyfiyyətinə mənfi təsīt gös-
tərir, belə ki bu zaman hər bir kadr üçün şpindelin dövrlər
sayının və verişin yalnız pilləli dəyişməsi mümkündür (şək.
4.22). Burada splayn texnologiyasının üstünlüyü açıq-aydın
görünür.



Şək. 4.22. Kəsmənin sabit şərtləri: a) NURBS tətbiqi və
verişin dəyişməsi zamanı; b) NURBS tətbiqi və fırlanma
tezliyinin dəyişməsi zamanı

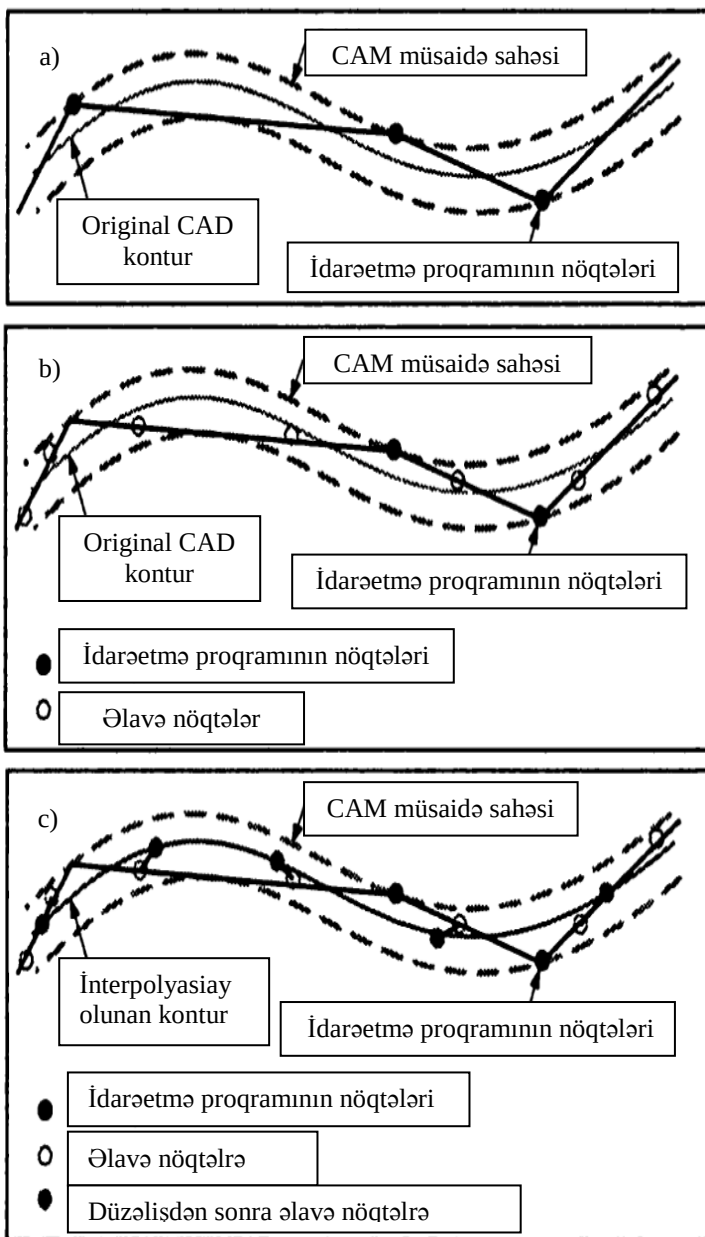
Xətti konturun hamarlanması. NURBS - idarəetmə
proqramının yaradılması müvafiq proqram təminatını tələb
edir. Bu idarəetmə proqramlarının verifikasiyasını (yoxlan-
masını) tələb edən, bir neçə iterasiyanı nəzərdə tutan mürək-
kəb resursutumlu məsələdir. Çoxlu müasir CAM - sistemləri
indiyə qədər heykəltəraşlıq səthləri üçün yalnız xətti kadrları
generasiya edir. Bir çox müəssisələrdə sazlanmış və sertifi-
katlaşdırılmış çoxlu idarəetmə proqramları yığılmışdır ki, on-

larda heykəltəraşlıq səthləri xətti aproksimasiya ilə reallaşdırılır. Belə proqramlar üçün Fanuc firması nano - hamarlama (nano smoothing) texnologiyasından istifadə etməyi təklif edir [25].

CAM - sistemləri əyrixətli trayektoriyanı xətti kadrlarla aproksimasiya edir. Bu zaman emal dəqiqliyinə müsaidədən istifadə olunur. Müsaidənin sərtləşdirilməsi kadrların sayının artmasına gətirib çıxarır, bu da RPİ sisteminin hesablama prosesini həddindən artıq yükləyir. Kadrların ümumi sayını əksər CAM - sistemləri ilə generasiya olunan müsaidə sərhədlərinə nöqtələrə malik olmaqla azaltmaq olar. Bunu şəkl. 4.23 a - də görmək olar.

Nano – hamarlama texnologiyasına müvafiq olaraq RPİ idarəetmə proqramının xətti kadrları üzrə NURBS - splayn generasiya olunur. Xüsusi alqoritm idarəetmə proqramının konturuna əlavə nöqtələri yerləşdirir, bu nöqtələr ilkin əyriyə idarəetmə proqramının nöqtələrinə nisbətən daha yaxındır (şəkl. 4.23 b). Əlavə nöqtələr ilkin NURBS - splaynın xətti seqmentlərlə yeni aproksimasiyası üçün istifadə olunur. Əlavə edilmiş nöqtələrin vəziyyətləri son olaraq elə düzəldilə bilər ki, onlar hamısı kəsilməyən NURBS – splaynı təyin etsinlər (şəkl. 4.23.c). Nano – hamarlama 0,000001 mm - ə qədər dəqiqliklə aparılır.

İdarəetmə proqramında nano - hamarlamayı proqramlaşdırmaq çətin deyil. Kadrda alqoritm G05.1 Q2 funksiyası vasitəsilə interpolyasiyada fəaliyyət göstərən ($X/Y/Z/A/B$) oxlarını sadalamaqla və yerdəyişmə funksiyalarının sıfır qiymətləri ilə aktivləşdirilir. Daha sonra avtomatik olaraq sistemin mexaniki qovşaqlarında dinamiki zərbələrin qarşısının alınması üçün sürətə və təcilə nəzarət etməklə konturun yüksəksürətli emalı işə düşür. Aktivləşmənin sonu – deaktivləşmə kadrda G05.1 Q0 funksiyası ilə yerinə yetirilir.

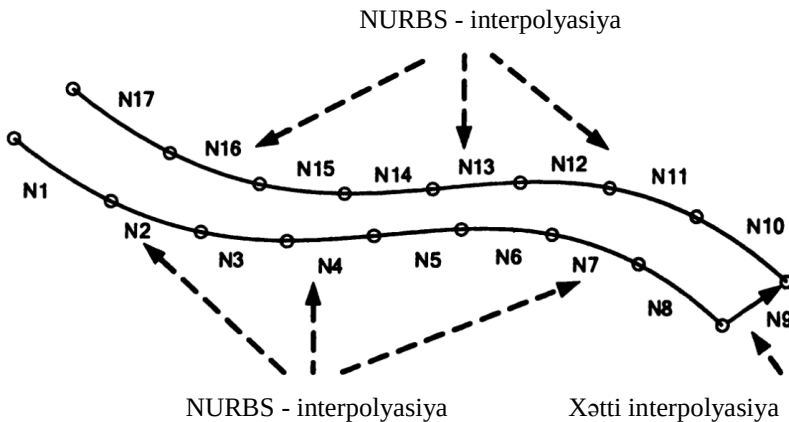


Şək. 4.23. Nano – hamarlama prinsipi

G05 P10000 ;
 ...
 G91 ;
G05.1 Q2 X0 Y0 Z0 ;
 N01 G01 X1000 Z-300 ;
 N02 X1000 Z-200 ;
 N03 X1000 Z-50 ;
 N04 X1000 Z50 ;
 N05 X1000 Z50 ;
 N06 X1000 Z-25 ;
 N07 X1000 Z-175 ;
 N08 X1000 Z-350 ;
 N09 Y1000 ;
 N10 X-1000 Z350 ;
 N11 X-1000 Z175 ;
 N12 X-1000 Z25 ;
 N13 X-1000 Z-50 ;
 N14 X-1000 Z-50 ;
 N15 X-1000 Z50 ;
 N16 X-1000 Z200 ;
 N17 X-1000 Z300 ;
G05.1 Q0 ;
 ...
 G05 P0.

İdarəetmə proqramının gətirilmiş fraqmenti üçün yekunlaşdırıcı kontur şəkl. 4.24 - də göstərilmişdir. Qeyd edək ki, əgər N09 kadri NURBS konturuna aid deyilsə, onda alqoritm avtomatik olaraq bu cür vəziyyətləri müəyyən edir və xətti interpolyasiyanı saxlayır. Nano - hamarlama komandalarının

sadəliyi onları asanlıqla postprosessorlərə integrasiyaya və RPI sistemində emal etməyə imkan verir.



Şək. 4.24. FANUC sistemində konturun nano-hamarlanması misalı

Siemens Look – ahead smoth öncə baxış funksiyasını məmulun emalı prosesində COMPCAD NURBS - konturun əks generasiya funksiyası (“kompessorla”) ilə birləşdirərək oxşar texnologiyayı həyata keçirir. G642 komandası üzrə kadrlara ilkin baxış kadrılar arasında keçidlərin hamarlanması üçün splayn - elementləri avtomatik əlavə etməyə imkan verir (şək. 4.25 a). Program funksiyası – kompessor COMPAD G1 interpolyasiyalı xətti kadrı splaynlar parçasına çevirir (şək. 4.25 b).

G00 X30 Y6 Z40

G1 F10000 G642

SOFT

COMPCAD

STOPFIFO

; Soft smoothed path acceleration

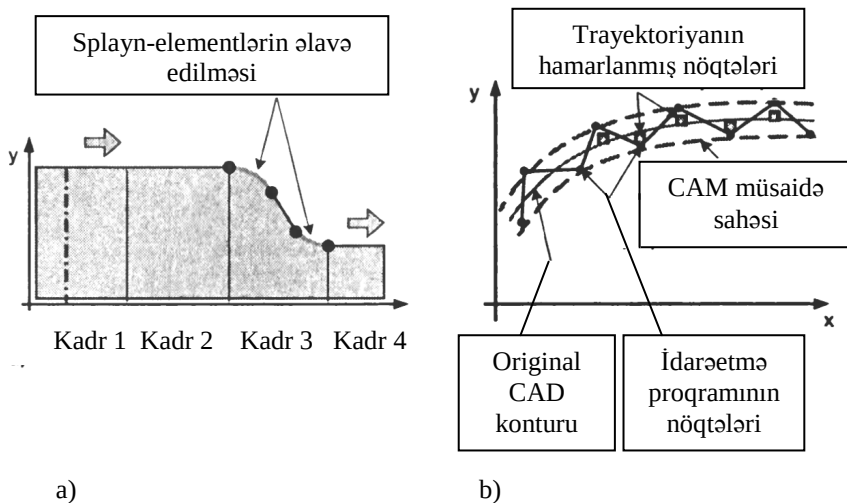
; Compressor interface optimization ON

; Stop high-speed processing section

N24050 Z32.499
 N24051 X41.365 Z32.500
 N24052 X43.115 Z32.497
 N24053 X43.365 Z32.477
 N24054 X43.556 Z32.449
 N24055 X43.818 Z32.387
 N24056 X44.076 Z32.300

...

COMPOF ; Compressor OFF
G00 Z50
M30.



Şək. 4.25. Look - ahead smooth ilə “compressor COMPCAD” –ın biləşmiş həlli: a) G642 köməyi ilə hamarlayan splayn - elementlərin avtomatik əlavə edilməsi; b) COMCAD vasitəsilə həndəsənin (trayektoriya nı) səhvlərinin hamarlanması

Metalkəsən avadanlıqlarının istehsalçı - firmalarının məlumatına əsasən [25, 26] mürəkkəb modellərin emalı zamanı NURBS texnologiyasının tətbiqi xətti sahələrli approksimasiya ilə müqayisədə ciddi üstünlüklər əldə etməyə imkan verir.

Beləliklə, NURBS – splaynlarla interpolyasiya ştamp və press - qəliblərin sərbəst formalarının səthlərinin, xüsusilə də dəqiqliyi itirmədən verişin yeksək sürətlərində emalı zamanı ənənəvi vətərlərlə aproksimasiyaya yaxşı alternativdir. Sadə həndəsi səthlərin emalı zamanı NURBS - splaynların tətbiqinin səmərəliliyi azalır. Buna görə də NURBS - splaynlar xətti və dairəvi interpolyasiyanı tamamilə sıxışdırıb çıxara bilmir.

NURBS - splaynlar texnologiyası ənənəvi vətərlərlə aproksimasiyaya nisbətən dəqiqliyin əldə edilməsinin daha səmərəli üsulunu təklif edə bilər.

NURBS - splaynları “sərt” adlandırırlar, belə ki interpolyasiya CSPLİNE – splaynlar üçün xarakterik olan yüksək tezlikli rəqslər doğurmur. ASPLİNE – splaynlardan fərqli olaraq əyrinin kəskin dəyişən nöqtələrində dövrələmə yaratmırlar.

4.2. Məntiqi məsələ

Müasir RPİ dəzgahlarında çoxsaylı köməkçi əməliyyatlar (bu köməkçi əməliyyatlar da texnoloji köməkçi əməliyyatlar adlandırılır) avtomatlaşdırılmışdır. Onların sırasına aiddir: alətin dəyişdirilməsi, alətin bərkidilməsi / açılması, veriş qutusunda veriş dəyişmək, sıxıcı tərtibatların, soyutmanın, çəpərləmənin, yağlamanın idarə olunması və s. Bütün bu funksiyalar tsiklik (dövri) elektroavtomatika sistemi – mexanizmlər və mexanizmlər qruplarının avtomatik idarəetmə sistemləri ilə yerinə yetirilir. Onların davranışları izləmə və paralellizm (təkrarlama) münasibətlərilə diskret əməliyyatlar çoxluğu ilə müəyyənləşir. Özü də ayrı - ayrı əməliyyatlar elektrik idarəetmə siqnalları ilə tətbiq edilir, onların dəyişməsi şərtləri

isə idarəetmə obyektı tərəfindən daxil olan məlumat verən siqnalların təsiri altında formalaşır. RPI dəzgahında həyata keçirilən bütün mürəkkəb tsiklik (dövri) prosesləri avtomatika və əməliyyatlar tsiklləri şəklində təqdim etmək olar. RPI dəzgahının avtomatika tsikli idarəetmə proqramının aşağıdakı üç informasiya sözlərindən birinin adı ilə çağırılan hərəkətlər (fəaliyyətlər) ardıcılığına deyilir: **"Baş hərəkət sürəti"**, **"Alətin funksiyası"**, **"Köməkçi funksiya"**. Avtomatika tsikli əməliyyatlardan ibarətdir. Bu zaman əməliyyat dedikdə istənilən müstəqil diskret mexanizmin bir mühərriklə yerinə yetirilən, müstəqil idarəetmə siqnalı ilə açılan, xəbər verən siqnal ilə bağlanmış təsdiq edilən və ya təsdiq edilməyən hərəkəti başa düşülür.

"Baş hərəkət sürəti" informasiya sözü S ünvanından başlayır, ondan sonra isə rəqəmlərin kombinasiyası gəlir. Bu kombinasiya müxtəlif hallarda ya kəsmə sürətini, ya da spin-delin fırlanma tezliyini təyin edir. Baş hərəkət sürətini kodlaşdırmaq üçün birbaşa işarələmə, həndəsi və ədədi silsiləli metodları, simvol metodu tətbiq edilir.

Birbaşa işarələmə metodu daha əyanidir: məsələn, S800 sözü 800 dəq^{-1} fırlanma tezliyini təyin edən tsiklin çağırılması deməkdir. Həndəsi silsilə metodu ilə kodlaşdırma zamanı fırlanma tezliyini şərti kodlarla 00, ..., 98 qeyd edirlər, əsl həqiqi qiymətləri isə 0; 1,12; 1,25; 1,40; ...; 80 000 həndəsi silsilə yaradır.

"Alətin funksiyası" informasiya sözü T ünvanı ilə başlayır, ondan sonra isə bir və ya iki qrup rəqəm gəlir. Birinci halda söz çağırılan alətin yalnız nömrəsini göstərir, bu alət üçün korrektorun nömrəsi isə D ünvanlı digər söz ilə təyin edilir. İkinci halda isə ikinci rəqəmlər qrupu alətin uzunluğu, vəziyyəti və ya diametrinin korrektoru nömrəsini müəyyənləşdirir. Məsələn, T1218 sözündə T – ünvan, 12 - alətin nömrəsi, 18 – korrektorun nömrəsidir.

“Köməkçi funksiya” informasiya sözü RPİ qurğusunun özünə və dəzgahın tsiklik mexanizmlərinə müxtəlif əmrlər (komandalar) təyin edir. Köməkçi funksiyaları **M** unvanlı söz və şərti ikiqiymətli kodlu kombinasiyalar 00, ..., 99 ilə verilir. Bəzi ümumi qəbul olunmuş köməkçi funksiyalar vardır. Məsələn, M3 – saat əqrəbi istiqamətində spindelın fırlanması, M4– saat əqrəbinin əksi istiqamətində spindelın fırlanması, M30 – İdarəetmə proqramının sonu və s. Amma konkret dəzgahın və konkret RPİ qurğusunun yaradılması zamanı köməkçi funksiyaları daxil edirlər.

4.3. Texnoloji məsələ

RPİ - nin texnoloji məsələsi ən az məsrəflərlə hissələrin tələb olunan keyfiyyətinin əldə olunmasından ibarətdir. Hissələrin keyfiyyətinin əsas göstəricisi onların dəqiqliyidir. Hissələrin dəqiqliyi dedikdə onun həndəsi düzgün prototipə makrohəndəsənin, eləcə də dalğavarilik və kələ-kötürlük daxil olmaqla, nəzərə alınması ilə yaxınlaşma dərəcəsi başa düşülür. Keyfiyyətin digər göstəricilərinə məsələn, emal olunan hissənin üst qatının vəziyyətini (halını) aid etmək olar.

Emalın verilmiş dəqiqliyinin ilkin qurğunun və hissənin sazlanması xüsusiyyətləri ilə əlaqədar formalaşması mexanizmini nəzərdən keçirək.

Emal olunan hissəni dəzgahın işçi fəzasında yerləşdirərkən (yəni hissənin dəzgah sisteminin kinematik və ölçü zəncirlərinə daxil edilməsi zamanı) ilkin yerləşdirməni, yəni ilkin vəziyyətin dəzgah və ya tərtibatın bazalarına nisbətən dəqiqliyinin idarə olunmasını təmin etmək lazımdır. Pəstahı dəzgahın spindelində, stolunda və ya tərtibatlarda bərkidirlər. Hissənin vəziyyətini onun emalı prosesində təyin edən texnoloji bazalar dəsti hissənin koordinat sistemini yaradır. Stolun və ya tərtibatın səthləri, və ya işçi fəzada hissənin əlaqələndiril-

məsinə kömək edən digər komponentlər dəzgahın baza dəstini təşkil edir və onun koordinat sistemini yaradır.

Hissənin **statik sazlanması** dəqiqliyin tərtibat, avadanlıq və alətin vəziyyəti (kəsməsiz) və hərəkətinə nisbətən ilkin təyininin idarə olunması prosesidir. Başqa sözlə, statik sazlaşma idarəetmənin artıq üç koordinat sistemi - dəzgah, hissə, alət koordinat sistemi səviyyəsində uyğunlaşdırılmasından ibarətdir. Uyğunlaşdırılma parametrləri adətən RPIQ - in yaddaşında alətin korrekturası şəklində saxlanılır. Korrektura dedikdə alətin icraedici səthlərinin dəzgahın koordinat sisteminə koordinatları başa düşülür.

Emal zamanı müəyyən edilmiş ilkin nisbi vəziyyət və hərəkət dəqiqliyi sistematik və təsadüfi xarakter daşıyan müxtəlif növ xətlər nəticəsidir. Sistemativ xəttə misal olaraq dəzgahın işçi fəzasının koordinatlarında vint - qayka kürəcikli cütün dəyişən xəttini göstərmək olar. Təsadüfi xətlərə misal kimi alətin müxtəlif əməliyyatlarda dəfələrlə istifadəsi nəticəsində ölçü yeyilməsini aid etmək olar.

Ölçü altsazlanması (yenidənsazlanması) – bu verilmiş keyfiyyətlə iş prosesinin davam etdirilməsi üçün tərtibat, avadanlıq və alətin vəziyyəti və hərəkətinə nisbətən dəqiqliyin bərpa (emal zamanı) ilə idarə olunmasıdır. Sistemativ xətləri kompensasiya etmək məqsədi ilə ölçü altsazlanmasını RPIQ - in yaddaşında saxlanılan müvafiq korreksiya cədvəllərinə (məsələn, kürəcikli vint - qayka cütünün sistemativ xətləri cədvəlinə) dövrü olaraq müraciət yolu ilə həyata keçirirlər. Təsadüfi xətləri müvafiq cədvəllərin – epizodik (təsadüfi) ölçü tsiklləri (məsələn, alətin icraedici səthlərinin müayinə edilməsi (yoxlanması)) əsasında RPIQ - in yaddaşında saxlanılan cədvəllərin dövrü olaraq yenilənməsi yolu ilə kompensasiya etmək olar.

RPI dəzgahında statik sazlaşmanı yerinə yetirmək üçün prinsipə üç metoddan istifadə edirlər: alətin koordinatlarının

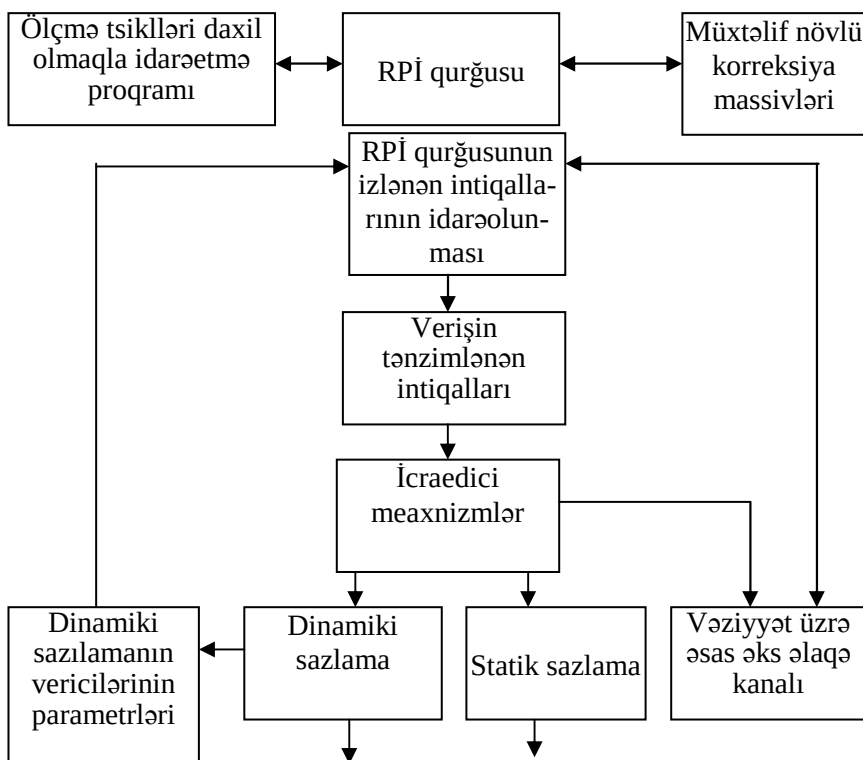
hissənin koordinat sistemində müəyyənləşdirilməsilə əlaqəli metod (sınaq gedışləri metodu); alətin koordinatlarının dəzgahın koordinat sistemində müəyyənləşdirilməsilə əlaqəli metod (mütləq metod); alətin koordinatlarının dəzgahın koordinat sisteminə nisbətən vəziyyəti məlum olan aralıq koordinat sistemində müəyyənləşdirilməsilə əlaqəli metod (nisbi metod).

Dinamiki sazlama dəqiqliyin təhrif edilməsinə deformasiya, istilik və dinamiki proseslər səbəb olan zaman əməl dəqiqliyinin bilavasitə kəsmə şərtləri ilə idarə olunması mərhələsidir. Göstərilmiş proseslərin əsasında müxtəlif fiziki təsirlər (elastiki və kontakt deformasiyaları, temperatur deformasiyaları, sürtünmə, yeyilmə, məcburi rəqslər, öz - özünə titrəmələr – avtorəqslər) dayanır. Bu amillərin təsiri altında səthlərin ölçüləri və nisbi dönmələrinin dəyişməsi baş verir. Nəticədə statik sazlamada alətin, dəzgah bazalarının və əməl olunan pəstahın vəziyyət və hərəkətlərinə nisbətən verilmiş dəqiqliyin meyllənməsi yaranır. Bu meyllənmələr dəyişən xarakter daşıyır və təsadüfən və ya vaxt funksiyasına, koordinat funksiyasına görə müəyyən edilmiş qanunla dəyişir.

Beləliklə, hissələrin ölçüləri ilkin yerləşdirmənin, eləcə də statik və dinamik sazlamaların funksiyalarıdır. Buna əsaslanaraq, yüksək dəqiqliyin əldə olunması ilkin yerləşdirmə, statik sazlama, dinamik sazlama, idarəetmənin bir neçə növünün eyni vaxtda cəlb olunması çərçivəsində avtomatik idarəetmə yolu ilə mümkündür. Aydındır ki, hansısa bir növ idarəetmə həm məxsusi xətalari, həm də digər növ idarəetmə xətalərini aradan qaldıra bilər. Beləliklə, əməlin keyfiyyəti texnoloji prosesin idarəetmə göstəricisi, keyfiyyətin əldə olunması isə - RPI texnoloji məsələlər komponenti olur.

İdarəetmə proqramı öz tərkibində ölçü tsikllərini təsvir edən kadrlara malik olmalıdır. Ölçmə tsiklləri (dövrələrini) müxtəlif təyinatlı korreksiyalar (düzəldilmələr) massivlərini formalaşdırır ki, bu da son nəticədə statik sazlamayı təmin

edir. Kəsmə prosesində kəsmənin güc parametrləri vericiləri (kəsmə qüvvəsi, şpindeldə fırlanma momenti), temperatur, vibrasiya, vibroakustik spektrinin vericiləri, deformasiya və sürüşmə vericilərinin və s. köməyi ilə dinamik sazlaşmanın parametrlərini ölçürlər. Oxşar məlumatlar müvafiq emal zamanı dinamik sazlaşmanı idarə etməyə imkan verir. Çünki dəqiqliyin idarə olunması veriş inteqalları vasitəsilə, hansısa mərhələdə texnoloji məsələnin həlli isə RPİ həndəsi məsələsi ilə birlikdə həyata keçirilir (şək. 4.26).



Şək. 4.26. Emal keyfiyyətinin idarə olunması ilə əlaqəli texnoloji məsələnin həlli üsulu

4.4. Terminal məsələsi

RPİQ ilkin olaraq problem - yönümlü real vaxt hesablama məşını kimi yaradılmışdır. Amma sonra, idarəetmədə operatorun fəal rolunun artması ilə əlaqədar olaraq, məşın vaxtı miqyasında interaktiv (dialoqlu) prosedurların və onlar ilə bağlı proseslərin xüsusi çəkisi daha da artdı. Tədricən kifayət qədər avtonom məsələlər dairəsi formalaşmışdır ki, onların həlli də xüsusi avadanlıq və hətta ixtisaslaşdırılmış RPİ aparatları tələb etmir. Belə məsələlər universal hesablama vasitələrinin köməyi ilə operator ilə terminal (passiv və ya aktiv) arasında qarşılıqlı əlaqə (fəaliyyət) əsasında həll edilə bilər. Nəticədə, RPİ terminal məsələsi yaranmışdır.

RPİ terminal məsələsinə RPİ qurğularının ətraf mühitlə qarşılıqlı fəaliyyətinin bütün təzahürlərini aid etmək olar: bu, ilk növbədə, operator ilə dialoqdur, bundan əlavə, digər idarəetmə sistemləri ilə dialoqdur. Texniki vasitələrlə dialoqun dəstəklənməsi, ilk növbədə, passiv terminal (operatorun paneli) və ya aktiv (fəal) terminal (fərdi kompyuter), bundan əlavə, xarici mühit idarəetmə qurğularlı interfeys ilə həyata keçirilir.

RPİQ-in ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsi növlərindən biri informasiyanın (emal proqramının) daxil edilməsidir. Bunun üçün müxtəlif oxuyucu qurğulardan istifadə olunur.

Yoxlama sualları

1. Kadrın strukturuna hansı tələblər irəli sürülür?
2. Ardıcıl olaraq RPİ-nin məsələlərini söyləyin və onların qısa xarakteristikasını verin.
3. Trayektoriyanın istinad (dayaq) nöqtələrinin tərifini söyləyin.
4. Ekvidistanta nədir?

5. Proqramlı idarəetmədə ISO - 7bit kodunun (şifrəsinin) qurulması prinsipini izah edin.

6. İnterpolyasiya nədir və RPİ dəzgahlarında interpolyasiya necə həyata keçirilir?

7. Splayn nədir?

8. RPİ sistemlərində mürəkkəb interpolyasiyanı necə izah etmək olar?

9. ASPLİNE, CSPLİNE və NURBS - splaynlarını səciyyələndirin.

10. Splaynly interpolyasiyanın üstünlüklərini izah edin.

11. Xətti konturun hamarlanması nədir? Nano – hamarlama texnologiyasını səciyyələndirin.

12. RPİ məntiqi məsələsinin izahını verin.

13. RPİ məntiqi məsələsinə hansı funksiyalar daxildir?

14. RPİ dəzgahının statik və dinamikli sazlamalarının mahiyyətlərini izah edin.

15. Emal keyfiyyətinin idarə olunması ilə bağlı texnoloji məsələlərin həlli üsulunu təsvir edin.

16. RPİQ-in ətraf mühitlə qarşılıqlı fəaliyyəti necə baş verir?

V. RPİ SİSTEMLƏRİNİN TƏSNİFATI

Bütün RPİQ - lər beynəlxalq təsnifata uyğun olaraq texniki imkanlarının səviyyəsinə görə aşağıdakı əsas siniflərə bölünür:

- NC (Numerical Control);
- SNC (Stored Numerical Control);
- CNC (Computer Numerical Control);
- DNC (Direct Numerical Control);
- HNC (Handled Numerical Control);
- VNC (Numerical Voice Control);
- PCNC (Personal Computer Numerical Control).

5.1. NC sinifli sistemlər

NC sinifli sistemlərin xüsusiyyətləri bunlardır: Proqramdaşıyıcıları kimi perfolent və ya maqnit lentindən istifadə və bunun nəticəsi kimi proqrama dəyişiklik edilməsi imkanının olmaması, sistemlərin məhdud funksiyalar dəsti və imkanları, onların genişləndirilməsinin mümkünsüzlüyü, sistemin özünün və proqramdaşıyıcılarının kifayət qədər etibarlı olmaması, çünki informasiyanın işlənməsinin (emalının) bütün alqoritmləri aparatla həyata keçirilir.

Proqram iki mərhələdə yazılırdı: Əvvəlcə perfolenta hazırlanırdı, sonra o, dəzgahdan ayrılıqda xüsusi kompilyatorda işlənirdi, yəni burada informasiya vahid koda (və ya fazamodullaşdırılmış signala) çevrilir və maqnit lentinə yazılırdı.

NC sinifli sistemlərin inkişafı bir sıra əlavə rejimlər və imkanlı RPİQ-lərin yaranmasına gətirib çıxardı. Onlar proqramın verilməsi (daxil edilməsi) səhvlərinin diaqnostikasını təmin edir, qurğuların işləməməsini (fasilələri, uğursuzluqları, zədələnmələri) müəyyən edir. Proqram mütləq ölçü-

lərdə və artımlarda verilə bilər. Verilmiş sinfin RPİQ - i üçüncü nəslə aiddir. O, quraşdırılmış interpolatora malikdir, əlavə texnoloji komandalar (əmrələr) dəstinə və tsikllərə (yivəçmə, dərin burğulama və s) malikdir.

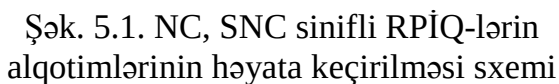
Bu sinfin RPİQ - ində proqramdaşıyıcısı kimi, bir qayda olaraq, perfolentdən istifadə olunur. RPİQ hər bir hissənin emal tsikli ərzində kadrlar üzrə perfolentin oxunuşunu həyata keçirir. Bu sinfin sistemi aşağıdakı rejimdə işləyir. Proqramın işə salınmasından sonra onun ilk iki kadrı əvvəlcə oxunur. Sonra isə dəzgah proqramın birinci kadrını işləyir, ikincisi isə bu arada RPİQ - in yaddaş qurğusuna (YQ) yerləşdirilir. Birinci kadrın işlənməsi başa çatdıqdan sonra dəzgah yaddaş qurğusunda olan ikinci kadrı işləməyə başlayır. Bunun üçün ikinci kadr yaddaş qurğusundan çıxarılır. İkinci kadrın işlənməsi zamanı sistem proqramdaşıyıcıdan üçüncü kadrı oxuyur, sonra isə onu YQ - ya yerləşdirir və beləcə bu proses sona qədər davam edir.

5.2. SNC sinifli sistemlər

Bu sistemlər NC sinifli sistemlərin bütün xassələrini saxlayır, amma onlardan artırılmış yaddaş həcmi (YQ) ilə fərqlənir ki, bu da proqramların elektron qurğularda saxlanmasını həyata keçirməyə imkan verir . Şək. 5.1- də NC, SNC sinifli RPİQ - lərin alqoritmlərinin həyata keçirilməsi sxemi göstərilmişdir.

5.3. CNC sinifli sistemlər

CNC sinifli RPİQ - lərin əsasını RPİ funksiyalarının yerinə yetirilməsi üçün proqramlaşdırılan mikroelektron hesablama maşınları (MikroEHM) təşkil edir. Bu sinif sistemlərin xüsusiyyəti istismar dövründə həm hissənin idarəetmə proq-



ramının (İP), həm də sistemin özünün işləmə proqramının, konkret dəzgahın xüsusiyyətlərinin maksimum nəzərə alınması məqsədilə, dəyişdirilməsi və korreksiyasından ibarətdir.

Yerinə yetirilən funksiyaların hər biri öz altproqramları kompleksi ilə təmin olunur. Altproqramlar sistemin bütün bloklarının qarşılıqlı əlaqələrini həyata keçirən ümumi əlaqələndirici proqram - dispetçerlə uyğunlaşdırılır.

İdarəetmə sisteminin proqram kompleksini modul prinsipi üzrə qurmağa çalışırlar. Sistemin əsas modulları aşağıdakılardır:

- idarəetmə proqramının yüklənməsinin daxilətmə və kadrın şifrlərinin açılması (oxunması) da daxil olmaqla idarə olunması proqramı;

- koordianat yerdəyişmələrinin idarə olunması altproqramı və texnoloji komandaların yerinə yetirilməsi altproqramı da daxil olmaqla dəzgahın idarə olunması proqramı.

Koordianat yerdəyişmələrinin idarə olunması altproqramı interpolyasiya, sürətin verilməsi, sürətli gedişin idarə olunması bloklarından ibarətdir. Bu bloklara isə aşağıdakı bloklar daxildir:

- verilənlərin hazırlanması proqramı bloku;
- proqram - dispetçer yaradan blok;
- drayverlər - xarici qurğular ilə işləmək üçün standart operatorlar (altproqramlar).

CNC sinifli sistem dialoq rejimində proqramların yenidən işlənməsi və sazlanmasına, onların redaktə edilməsinə imkan verir. Bundan başqa, bu sistemlərdə bir proqramla müxtəlif rejimlərdə işləmək olar: "Matrisa-puanson" rejimində, güzgü əksətdirmə - güzgüləmə (aynalama) rejimində. İş prosesində müxtəlif növ korreksiyalar mümkündür.

Verilmiş sinfin bir çox RPIQ-ləri riyazi təminatla malikdirlər. Onların köməyi ilə dəzgahın sabit xətlərini (lyuftlər (boşluqlar), intiqalın qeyri - həssas zonaları və s) nəzərə al-

maq və avtomatik olaraq düzəltmək olar. Bu sistemlərin funksiyasına bir neçə xarici qurğular və RPIQ-in daxili blokları daxildir.

CNC sinifli RPIQ-lər ilə dəzgahın əlaqələrinin optimalaşdırılmasının mühüm vasitəsi RPIQ yaddaşının xüsusi sahəsinə dəzgah parametrlərinin və ya konstantalarının (sabitlərinin) daxil edilməsidir. Bu parametrlərin köməyi ilə avtomatik olaraq emal zonasına məhdudiyyətlər, sürətlər qutusunun konkret xüsusiyyətləri nəzərə alınə bilər, konkret inteqalların dinamikasına tələblər verilə, qovma və tormozlamanın faza trayektoriyaları formalaşdırılə bilər.

5.4. DNC sinifli sistemlər

Çevik istehsal sistemlərinin (ÇİS), avtomatlaşdırılmış sahələrin (AS) tərkibində dəzgahların idarə olunması üçün nəzərdə tutulub. Bu sinif sistemləri yüksək səviyyəli EHM-lər tərəfindən bilavasitə idarə etmək olar. DNC sinifli sistemlərin funksiyasına yalnız dəzgahın idarə olunması deyil, həm də avtomatlaşdırılmış sahənin digər avadanlıqlarının idarə olunması daxildir. Məsələn, avtomatlaşdırılmış anbarın, nəqliyyat sisteminin, sənaye robotlarının, eləcə də sahənin işinin planlaşdırılması və dispetçerləşdirməsinin bəzi məsələlərinin həlli.

5.5. HNC sinifli sistemlər

Operativ olması ilə fərqlənir, belə ki idarəetmə proqramını (İP) iş yerində operatorun pultundan daxil etməyə imkan verir, proqrama dəyişiklikləri pultdan daxil etmək və proqram üzrə hissələrin emalı prosesində veriş və sürəti dəyişmək imkanına malikdir. Müasir HNC sistemlərində standart altproq-

ramların böyük toplusu var ki, bu da proqramın daxil edilməsini xeyli asanlaşdırır.

5.6. PCNC sinifli sistemlər

Bu sistemlər özünü RPIQ və fərdi kompyuter simbiozu (birgə həyat) kimi təmsil edir, geniş imkanlara və açıq arxitekturalara malikdirlər. Daha ətraflı bu sistemlər haqqında məlumat [15]-də verilmişdir.

CNC, DNC, HNC, PCNC sinifli sistemlər dəyişən strukturlu qurğulara aiddir. Bu qurğuların işinin əsas alqoritmləri proqram şəklində verilir və müxtəlif şərtlər üçün dəyişdirilə bilər. Bu sinif RPIQ-lərin strukturu EHM-lər ilə eyni struktura malikdir və onların EHM-lərə analoji xarakterik əlamətləri vardır:

- proqramlaşdırılan və universal bloklar;
- bütün əməliyyatlar ardıcıl olaraq mərkəzi arifmetik (hesab) qurğu vasitəsilə yerinə yetirilir;
- onların tərkibinə operativ yadda saxlayan qurğu (Operativ yaddaş - OYQ) və sabit yadda saxlayan qurğu (SYQ) daxildir.

Yoxlama sualları

1. Texniki imkanlar səviyyəsi üzrə neçə RPI sinfi mövcuddur?
2. Dəyişən strukturlu RPIQ-ləri sadalayın.
3. Hansı sinifli sistemlər ÇİS-lərin, AS-lərin tərkibində dəzgahların idarə olunması üçün nəzərdə tutulub?
4. Hansı sinifli sistem operativdir?
5. CNC sinifli sistemin modullar proqram kompleksini sadalayın.
6. CNC sinifli sistemin əsası nədir?

7. Hansı sistemlərdə emal alqoritmləri proqram ilə həyata keçirilmişdir?

8. NC sinifli sistemin CNC sinifli sistemdən fərqlərini dey.

9. CNC, HNC, NC sinifli sistemlər RPIQ-in hansı nəsli-nə məxsusdur?

10. Qurğunun drayveri nədir?

11. Alətin korreksiyası nə üçün lazımdır?

12. Hansı sistemlərdə proqramın yenidən işlənməsi və sazlanması, həmçinin dialoq rejimində redaktə edilməsi mümkündür?

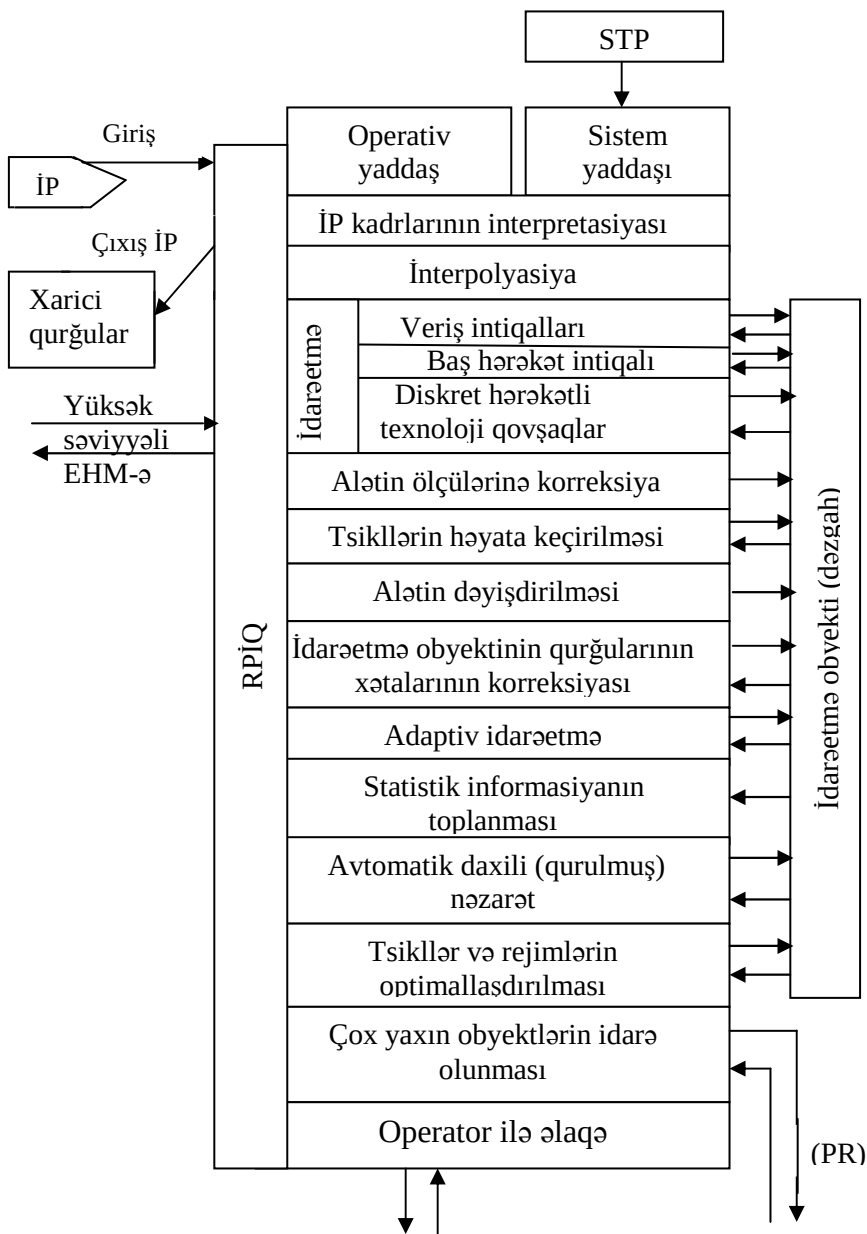
VI. RPİ SİSTEMLƏRİNİN STRUKTURU

"RPİ dəzgah" kompleksinin strukturunu ümumi şəkildə hər biri öz vəzifəsini yerinə yetirən, üç blok şəklində təsəvvür etmək olar: idarəetmə proqramı (İP), RPİ qurğusu (RPİQ) və dəzgahın özü, bütün bunlar rəqəmli proqram idarəetmə sistemini əmələ gətirir.

6.1. "RPİ dəzgah" kompleksi

Kompleksin bütün blokları vahid strukturda əlaqəli şəkildə işləyir. İdarəetmə proqramı məmulun hazırlanmasının bütün həndəsi və texnoloji mərhələlərinin birləşdirilmiş (qaydaya salınmış) halda kodlaşdırılmış təsviridir. RPİQ-də idarəetmə informasiyaları İP-yə uyğun olaraq translyasiya olunur (yayımlanır), sonra isə hesablama mərhələsində istifadə olunur və bunun nəticəsi olaraq dəzgahın real maşın vaxtı miqyasında operativ komandaları formalaşdırılır (şək. 6.1).

Dəzgah icraedici hissəsi ilə idarəetmə informasiyalarının əsas istehlakçısıdır, yəni idarə olunan obyektə, konstruktiv yanaşma da isə dəzgah - konstruksiyasında RPİQ - dən operativ komandalar qəbuluna uyğunlaşdırılmış avtomatik idarə olunan mexanizmlər quraşdırılmış bir konstruksiyadır. Belə mexanizmlərin sırasına, hər şeydən əvvəl, məmulların həndəsi formaəmələgəlməsində yaxından iştirak edən mexanizmlər aiddir. Bu koordinat verişləri mexanizmləridir. Veriş mexanizmləri tərəfindən verilən hərəkətin koordinatlarının sayından asılı olaraq emalın bu və ya digər koordinat sistemi yaradır: müstəvi, üçölçülü fəza, çoxölçülü fəza. Bütün mexanizmlərdən veriş mexanizmləri idarəetmə prosesində daha böyük həcmli məlumatların emalını (yenidən işlənməsini) və hesablanmasını tələb edir, ona görə də idarə olunan koordinatların sayından, formaəmələgətirmə mürəkkəb həndəsi koordinat



Şək. 6.1. RPI dəzgahının idarə olunmasının funksional sxemi

məsələlərindən bir çox hallarda RPİQ - in mürəkkəbliyi və ümumiyyətlə istifadə olunan proqramlaşdırma metodikası asılıdır. Real RPİ sisteminin (RPİS) funksionallığı avadanlığın idarə olunmasında bir sıra funksiyaların həyata keçirilməsi dərəcəsi ilə müəyyənləşdirilir. Həmin funksiyaları aşağıda nəzərdən keçirək.

Sistem proqram təminatının (SPT) verilməsi (daxil edilməsi) və saxlanması. SPT-yə konkret obyektin fəaliyyətinin alqoritmlərini əks etdirən proqramların məcmusu aid edilir. RPİQ - in aşağı siniflərində SPT konstruktiv olaraq yerləşdirilmişdir və dəyişdirilə bilməz, və RPİQ yalnız verilmiş (standart) obyekt (məsələn, yalnız ikikoordinatlı torna dəzgahları qrupunu) idarə edə bilər. Obyektlərin geniş sinfində idarə olunmanı təmin edən sistemlərdə (çoxməqsədli rəqəmli proqramla idarəetmə sistemlərində (ÇRPİS)), müəyyən məsələlər dairəsinin həlli üçün RPİQ - in sazlanması zamanı SPT kənardan tətbiq edilir.

Çoxməqsədli avtonom (müxtər) idarəetmə qurğularında SPT perfolentlərdən, disketlərdən, kompakt - disklərdən (CO), avtomatlaşdırılmış qurğularda isə yüksək səviyyəli EHM - dən rabitə kanalı ilə daxil edilir.

SPT və idarəetmə proqramlarını bir - birindən fərqləndirmək lazımdır: SPT verilmiş idarəetmə obyektinə üçün dəyişməz qalır, idarəetmə proqramları isə müxtəlif hissələrin hazırlanması zamanı verilmiş idarəetmə obyektində dəyişir. ÇRPİS - də SPT-ni saxlamaq üçün yaddaş enerjiden asılı olmamalıdır, yəni o, qidalandırıcı şəbəkənin gərginliyinin yox olması zamanı məlumatı saxlamalıdır.

İP-nin verilməsi (daxil edilməsi) və saxlanması. İdarəetmə proqramı RPİS - ə perfolentdən, idarəetmə pultundan, disketdən və ya yüksək səviyyəli EHM - dən rabitə kanalı ilə daxil edilə bilər. İdarəetmə proqramının saxlanması üçün yaddaş enerjiden asılı olmamalıdır. Yüksək sinifli RPİS-

lərdə İP adətən dərhal və bütünlüklə daxil edilir və sistemin operativ yaddaşında yadda saxlanılır.

Kadrın interpretasiyası. İdarəetmə proqramı tərkib hissələrindən - kadrlardan ibarətdir. Növbəti kadrın işlənməsi bir sıra ilkin prosedurların yerinə yetirilməsini tələb edir ki, bunu da kadrın interpretasiyası adlandırırlar.

İnterpolyasiya. RPİS tələb olunan dəqiqliklə idarə olunan obyektin elementlərinin hərəkət trayektoriyalarının aralıq nöqtələrinin koordinatlarının kənar (sərhəd) nöqtələrin koordinatları və verilmiş interpolyasiya funksiyaları üzrə avtomatik alınmasını (hesablanmasını) təmin etməlidir.

Veriş inteqallarının idarə olunması. İdarəetmənin mü-rəkkəbliyi inteqalın növündən asılıdır. Ümumi halda məsələ hər bir koordinat üçün rəqəmli mövqeli izləyici sistemlərin təşkilindən ibarətdir. Belə sistemin girişinə interpolyasiyanın nəticələrinə uyğun gələn kodlar daxil olur. Bu kodlar yerini dəyişən obyektin koordinatları (xətti və ya bucaq) üzrə vəziyyətə cavab verməlidir. Yerini dəyişən obyektin həqiqi vəziyyətinin müəyyənləşdirilməsi və onun haqqında idarəetmə sisteminə məlumatın verilməsi əks əlaqəli vericilərlə həyata keçirilir.

Baş hərəkət intiqalının idarə olunması. İdarəetmə intiqalın işə salınması və dayandırılmasını, sürətin sabitləşdirilməsini, bəzi hallarda isə əlavə koordinat kimi dönmə bucağının idarə olunmasını nəzərdə tutur.

Məntiqi idarəetmə. Bu texnoloji qovşaqların diskret hərəkətlərinin idarə olunmasıdır. Bu qovşaqların giriş signal-ları "İşə salmalı", "İşi dayandırmalı" tipli əməliyyatları təyin edir, çıxış signalları isə "İşə salındı", "İşi dayandırıldı" vəziyyətini müəyyən edir.

Alətin ölçülərinə korreksiya. İP-nin alətin uzunluğuna korreksiyası koordinatların paralel köçürülməsilə, yəni yerinin dəyişdirilməsilə, sürüşdürülməsilə baş verir. Alətin faktiki

radiusunun nəzərə alınması isə proqramlaşdırılan trayektoriyaya ekvidistant olan trayektoriyanın formalaşmasına gətirilir.

Tsikllərin həyata keçirilməsi. İP – nin həcmcə azaldılmasının səmərəli üsulu tsikllərə ayrılmasıdır. Tsikllər dedikdə proqramın təkrarlanan (standart) sahələrinin ayrılması başa düşülür. Təsbit edilmiş (qəti müəyyən edilmiş, qəbul edilmiş) tsikllər müəyyən texnoloji əməliyyatlar (burğulama, zenkerləmə, içyonuş, yivin açılması və s.) üçün xarakterikdir və bir çox məmulların hazırlanmasında da rast gəlinir. İP - nin hazırlanması zamanı təsbit edilmiş tsikllər (dövrələr) proqramda göstərilir, onların işlənməsi isə RPİS - in yaddaşına sistem proqram təminatı və ya konstruktiv sxem ilə qoşulan müəyyən altproqrama uyğun aparılır.

Alətin dəyişdirilməsi. Bu funksiya çoxalətli və çoxməqsədli dəzgahlar üçün xarakterikdir. Alətin dəyişdirilməsi tapşırığı ümumi halda iki mərhələdən - tələb olunan alətli mağaza (anbar) yuvasının axtarışı və artıq işləmiş (işini görüb qurtarmış) alətin yenisi ilə əvəz edilməsi mərhələlərindən ibarətdir.

Mexaniki və ölçü qurğularının (cihazlarının) xətalalarının korreksiyası. Mexaniki emalın istənilən konkret aqreqatını (yəni idarəetmə obyektini) kifayət qədər yüksək dəqiqlikli ölçmə vasitələrinin köməyi ilə attestasiyadan keçirmək olar. Belə attestasiyanın nəticələri RPİS yaddaşına xətalər (addımdaxili səhv, yığılmış səhv, boşluqlar - lyuftlər, temperatur xətaları) cədvəlləri şəklində yazılır. Sistemin işləməsi zamanı aqreqatların vericilərinin cari göstəricilərinə xətalər cədvəllərinin verilənləri nəzərə alınmaqla düzəlişlər edilir. Yüksək səviyyəli sistemlər dəzgahın əsas parametrlərinə fon rejimi adlandırılan rejimdə nəzarət edən quraşdırılmış nəzarət - ölçü komplekslərinə malikdirlər. Nəzarətin nəticələri dərhal

lazımi düzəldilmələrin (korreksiyaların) həyata keçirilməsi üçün istifadə olunur.

Emalın adaptiv idarə olunması. Belə idarəetmənin həyata keçirilməsi üçün lazımi məlumat xüsusi quraşdırılmış vericilərdən alınır. Onların köməyi ilə kəsməyə müqavimət momenti və ya kəsmə qüvvəsinin təşkilədicilərini, baş hərəkət intiqalının gücünü, vibrasiyanı, temperaturu, alətin yeyilməsini və s. ölçürlər. Bir çox hallarda adaptasiya kontur sürətinin və ya baş hərəkət intiqalının sürətinin dəyişdirilməsi ilə həyata keçirilir.

Statistik informasiyanın toplanması. Statistik informasiyaya cari vaxtın, sistemin və onun ayrı-ayrı qovşaqlarının iş vaxtının fiksasiyası, avadanlığın yüklənmə əmsalının təyin edilməsi, hazırlanmış məhsulların uçotu, onların ayrı-ayrı parametrlərinin fiksasiyası və s. aiddir.

Avtomatik daxili (qurulmuş) nəzarət. Emal olunan məmulların formalaşan ölçülərinə fasiləsiz nəzarət emal keyfiyyətinin yüksəldilməsinin əsas vəzifələrindən biridir.

Əlavə funksiyalar. Əlavə funksiyalara aşağıdakıları aid etmək olar: yüksək səviyyəli EHM - lər ilə informasiya mübadiləsini, texnoloji modulun avadanlıqlarının uyğunlaşdırılmış idarə olunmasını, avtomatik nəqliyyat - anbar sisteminin elementlərinin idarə olunmasını, xarici qurğuların idarə olunmasını, operator ilə əlaqəni, texnoloji avadanlıqların və RPİ sisteminin özünün texniki diaqnostikasını, texnoloji prosesin tsikllərinin və ayrı - ayrı rejimlərinin optimallaşdırılmasını və s.

Yoxlama sualları

1. "RPİ dəzgah" kompleksinin təşkilədiciləri haqqında danışın.

2. RPİ dəzgahlarının informasiya strukturu nədir?

3. Dəzgahların proqramla idarə olunmasında hansı funksiyalar həyata keçirilir?

4. Sistem proqram təminatı nə üçündür?

5. İdarəetmə proqramını RPİS - ə hansı üsullarla daxil etmək olar?

6. Alətin korrektə növlərini sadalayın.

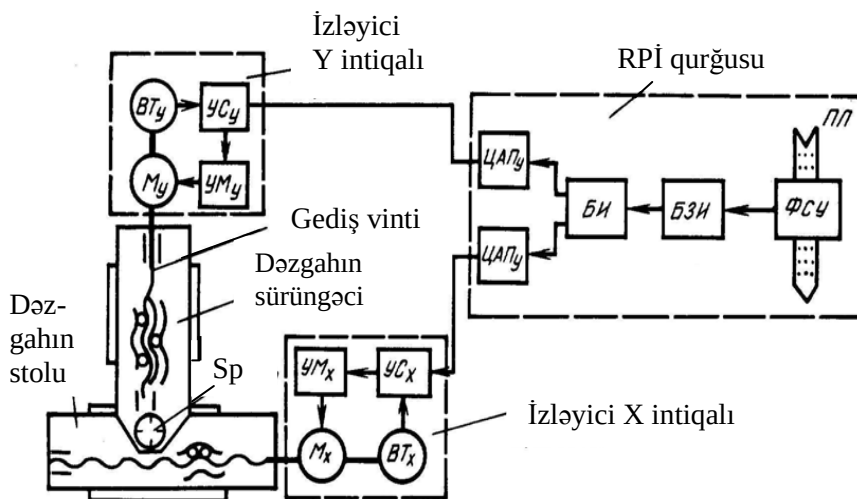
7. Tsikllər nə üçün lazımdır?

8. RPİ dəzgahının mexaniki və ölçü cihazlarının xətalərini deyın.

9. RPİS - in əlavə funksiyalarını söyləyin.

VII. RPİ DƏZGAHLARININ İŞ PRİNSİPİ

Dəzgahların RPİ sistemi ilə işləməsinə sadələşdirilmiş sxem (şək. 7.1) üzrə baxaq. Bu sistem RPİ sisteminin əsas bloklarını və dəzgahın kinematik sxeminin əsas elementlərini işə salır.



Şək. 7.1. RPİ dəzgahının sadələşdirilmiş sxemi.
Burada BT_x , BT_y - uyğun olaraq FT_x , FT_y ; yC_x , yC_y
uyğun olaraq IQ_x , IQ_y ; yM_x , eM_y - uyğun olaraq
 GG_x , GG_y ; БИ - İB; БЗИ - İYSB; ΦCY - idarəetmə
sisteminin funksiyaları, SP - şpindel, ΠΠ - Proqramın
verilməsi (daxil edilməsi), $ÇAP_x$, $ÇAP_y$ - uyğun olaraq
RAÇx, RAÇy - dir.

RPİ sistemi informasiyanın daxil edilməsi qurğusundan, informasiyanın yadda saxlama blokundan (İYSB), interpolyasiya blokundan (İB), veriş intiqallarının rəqmlianaloqlu çevi-

riciləri (RAÇ) şəklində idarə olunması blokundan və dəzgahın X və Y oxları üzrə izləyici intiqallarından ibarətdir. İzləyici inteqallar GG_x və GG_y güc gücləndiricilərindən, MQ_x və MQ_y müqayisəedici qurğulardan, dəzgahın gediş (hərəkət) vintləri ilə kinematik əlaqəli fırlanan FT_x və FT_y transformatorlar şəklində olan əks əlaqəli vericilərindən, və dəzgahın gediş vintlərini fırlanmaya gətirən M_x və M_y mühərrik verişlərindən ibarətdir. Vintlərin fırlanması nəticəsində dəzgahın stolu və frezlə dəzgahın sürüngəci yerini dəyişir. Onların birgə hərəkəti verilmiş proqram üzrə hazırlanan hissənin konfigurasiyasını müəyyən edir.

Bütün müasir RPİ qurğuları hər hansı MikroEHM və ya mikroprosessorlar (bir və ya bir neçə) bazasında yerinə yetirilir. Nəticədə, dəzgahın avtomatlaşdırılma səviyyəsinin xeyli yüksəlməsinə imkan yaranır, yəni displeyin ekranında çoxlu sayda parametrlərin indikasiyası (göstərilməsi), nasazlıqların cəld diaqnozlaşdırılması və proqramların rahat redaktə edilməsi, böyük həcmli idarəetmə proqramlarının yadda saxlanması təmin edilir.

7.1. RPİ sistemlərinin tərkibi

Bütün RPİ qurğuları böyük sayda girişi-çıxışı, həmçinin çevik istehsal sistemlərinin yaradılması zamanı lazım olan yüksək səviyyəli EHM - lər ilə əlaqəsi olan inkişaf etmiş tsiklik avtomatikaya malikdirlər.

Eyni zamanda RPİ qurğularının idarə olunan koordinatlarının sayına görə, onların təyinatı ilə bağlı, bölünməsi müşahidə olunur: torna dəzgahları üçün adətən iki koordinat tələb olunur; adi frez dəzgahları üçün – üç koordinat; həcmli emal üçün nəzərdə tutulan frez dəzgahları üçün – beş koordinat; çoxəməliyyatlı dəzgahlar üçün isə - dördədən səkkizə qədər.

dər koordinat tələb olunur. Hazırda çevik istehsal modullarının (ÇİM) idarə olunması üçün 10 - 12 koordinatlı RPİ qurğuları yaradılmışdır. Koordinatlarının sayı RPİ qurğularının əhəmiyyətli dərəcədə konstruksiyasına və qiymətinə təsir göstərir.

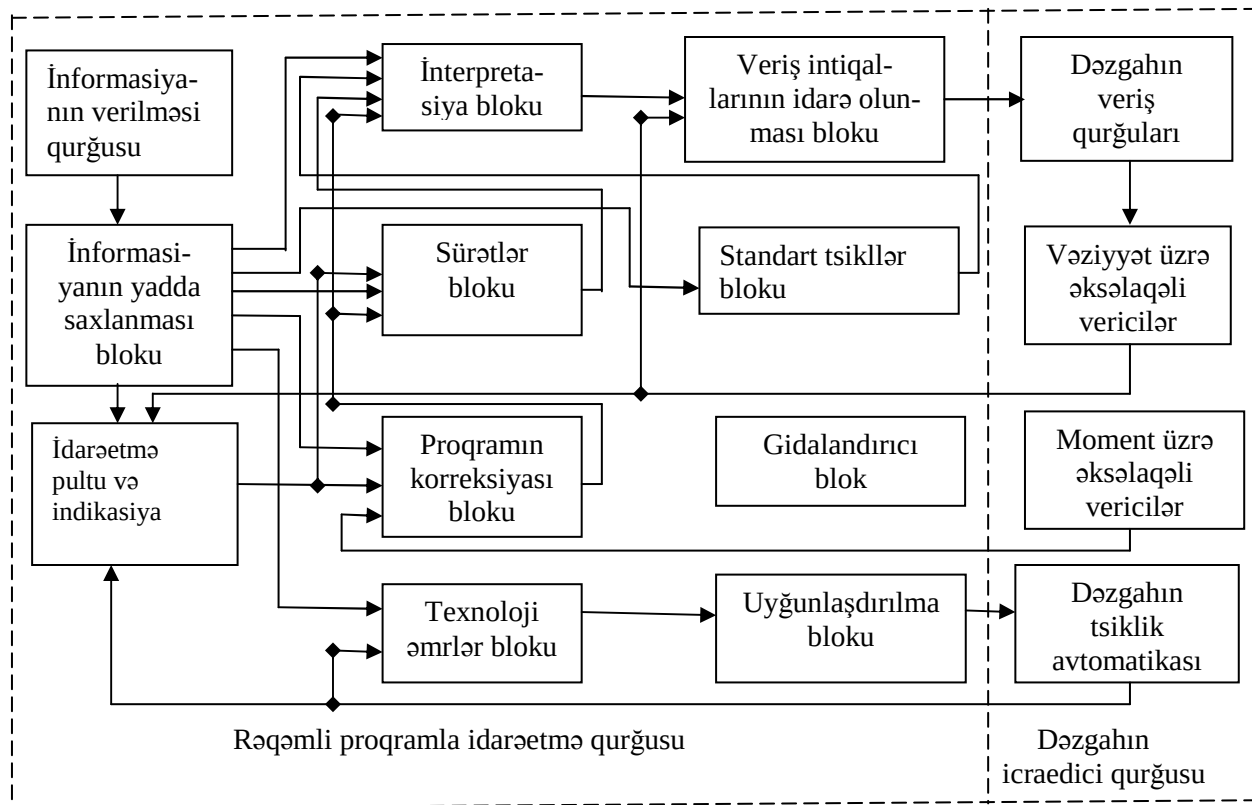
Universal tipli RPİ sisteminin funksional sxemi (şək. 7.2) iki əsas qurğudan ibarətdir: konstruktiv olaraq ayrıca şkaflar və ya pult şəklində tərtib edilmiş rəqəmli proqramla idarəetmə qurğusundan və dəzgahda yerləşdirilmiş inteqrallı və əksəlaqəli vericilərlərlə icraedici qurğulardan. RPİ sistemlərinin əsas blokları aşağıda təsvir edilmişdir.

İnformasiyanın verilməsi (daxil edilməsi) qurğusu proqramdaşıyıcıdan rəqəmli informasiyanı (məlumatı) daxil edir.

Oxunmuş informasiyanın yadda saxlanma bloku. Giriş informasiyanın yadda saxlanılmasından başqa bu blokda onun yoxlanılması və səhvlər aşkarlanan zaman müvafiq siqnala formalaşması yerinə yetirilir. Bu blokun, bir qayda olaraq, yüksək səviyyəli EHM - lərdən məlumat almaq imkanını var ki, bu da dəzgahların çevik istehsal sahələrinə (ÇİS) birləşdirilməsi zamanı lazımdır.

İdarəetmə pultu və indikasiya insan - operatorun RPİ sistemi ilə əlaqəsi üçün xidmət edir. Bu pultun köməyi ilə sistemin işə salınması və onun isinin dayandırılması, avtomatik iş rejiminin əl ilə iş rejiminə dəyişdirilməsi və s., eləcə də alətlərin ölçülərinin və veriş sürətlərinin korreksiyası, alətin bütün və ya bəzi koordinatlar üzrə ilkin vəziyyətinin dəyişməsi yerinə yetirilir. Bu pultda sisteminin vəziyyəti haqqında işıq siqnalizasiyası və rəqəmli indikasiya yerləşir.

Müasir rəqəmli proqram qurğularında indikasiya adətən xeyli sayda parametrləri göstərməyə imkan verən, eləcə də bilavasitə bu dəzgahda proqramların işlənməsinə (təkmilləşdi-



Şək. 7.3. RPI sisteminin funksional sxemi

rilməsinə) imkan verən quraşdırılmış displeyin köməyi ilə həyata keçirilir.

İnterpolyasiya bloku proqramda verilmiş iki və ya daha çox nöqtələr arasında alətin hərəkət trayektoriyasının bir hissəsini müəyyənləşdirir. Əksər hallarda xətti və dairəvi interpolasiyadan istifadə edirlər, hərçənd bəzən vintli və ya silindrik interpolasiyanı da tətbiq edirlər.

Veriş intiqalları, daha çox izləyici, dəzgahın idarə olunan elementlərinin (stolların, supportların və s.) hərəkətinin verilmiş anda lazımi sürət və dəqiqliklə təmin edilməsi üçün xidmət edir. İzləyici inteqallar dedikdə mühərrikdən (elektrik, hidravlik), bu mühərriki lazımi enerji ilə təmin edən və geniş hüdudlarda tənzimlənən güc gücləndiricilərindən, idarəolunan obyektin faktiki yerdəyişmələrinin (və ya vəziyyətinin) ölçülməsinə xidmət edən vəziyyət üzrə əks əlaqəli vericilərdən, obyektin faktiki vəziyyətini verilmiş və güc gücləndiricisinin girişinə daxil olan aşkar edilən səhvlər siqnalları ilə müqayisə edən, bunun nəticəsində mühərrikin valının bucaq sürətini sistemin səhvlərinə mütənasib edən müqayisəedici qurğulardan ibarət olan bir sistemi başa düşəcəyik. İş prosesində bu sistem idarə olunan obyektin yerini elə dəyişir ki, səhvlərin minimal qiymətlərini nəzərə almaq mümkün olsun. Əgər səhv hər hansı səbəblərdən əvvəlcədən müəyyən edilmiş yolverilən həddi keçirsə, onda RPİ sistemi xüsusi müdafiə qurğuları vasitəsilə avtomatik olaraq söndürülür.

Veriş intiqallarının idarə olunması blokları interpolatorun çıxışında alınan informasiyanın veriş intiqallarını idarə etmək üçün yararlı olan formaya elə çevrilməsi üçün xidmət edir ki, bu zaman hər bir impuls daxil olduqda idarə olunan obyekt müəyyən məsafəyə - impulsun qiyməti adlandırılan məsafəyə yerini dəyişsin. Adətən impulsun qiyməti 0,01 və ya 0,001 mm təşkil edir. İdarəetmə blokları dəzgahlarda

tətbiq olunan intiqalların (qapalı və ya açıq, faza və ya amplitudlu) tipindən asılı olaraq əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir.

Addımlı mühərriklər istifadə edən açıq intiqallarda idarəetmə blokları çıxışında addımlı mühərrikin dolaqlarını (sargılarını) qidalandıran güc gücləndiricisi qoşulmuş xüsusi dəyişən kommutatorlardan ibarətdir. Bu gücləndiricilər addımlı mühərrikin dolaqlarının dövrü dönüşü (ayrı istiqamət vermə) üçün lazımdır və bunun nəticəsində də onun rotoru fırlanmağa məcbur edilir. Fırlanan transformatorlar (FT) şəklində əks əlaqəli vericilər və ya fazafırladan rejimdə induktosinlər istifadə edən faza tipli qapalı intiqallarda idarəetmə blokları impulsları dəyişən cərəyan fazasına çevirən impulsçeviricilərdən və faza diskriminatorlarından ibarətdir. Faza diskriminatorları faza çeviricisinin çıxışında siqnalın fazasını əks əlaqəli vericinin fazası ilə müqayisə edir və intiqalın güc gücləndiricisinə səhvlərin siqnalları fərqlərini verir.

Bu blokda eyni zamanda adətən əks əlaqəli vericiləri qidalandırmaq üçün gücləndiricilər, həmçinin izləmənin yol verilən səhvlərindən kənara çıxmalar olduqda intiqalı ayıran (işini dayandıran, kəsən) müdafiə qurğuları yerləşir.

Əks əlaqəli vericilər (ƏƏV) idarə olunan obyektin sistemin addımı daxilində faktiki vəziyyətinin (koordinatların mütləq qiymətlərinin) və ya yerdəyişməsinin (koordinatların nisbi qiymətlərinin) müəyyən edilməsi üçün xidmət edən ölçü qurğularıdır. Bu zaman addımların toplanmasını RPI sistemi həyata keçirir. Obyektin yerdəyişməsini həm hər hansı xətti ölçü qurğularının köməyi ilə bilavasitə məsələn, induktosinlər ilə, həm də dolayısı ilə, məsələn, verişlər mühərrikinin valının dönmə bucağını hər hansı bir bucaq ölçü qurğuları vasitəsi ilə, məsələn, adi FT və ya rezolver ilə (bu hesablama - qərar çıxarma qurğularında tətbiq olunan sinus - kosinus tipli dəqiq FT-dir) ölçərək müəyyən etmək olar.

İnduktosinlər ilə yanaşı, xətti yerdəyişmələri bilavasitə ölçmək üçün bəzən digər ölçü qurğularından, məsələn, cox-qütblü FT - li yüksək dəqiqlikli dişli tamasadan və ya yüksək dəqiqliyə nail olmaq üçün - optik ştrixlərlə çəkilmiş müvafiq impulsu vericilərli ölçmə şkalasından istifadə edirlər. Adətən RPI - nin eyni bir qurğusu müxtəlif tiplərli ƏƏV ilə işləyə bilər.

Veriş sürətləri bloku verilmiş veriş sürətini, həmçinin emal sahələrinin əvvəlində və sonunda verilmiş qanun üzrə - bir çox hallarda – xətti qanun üzrə qovma və tormozlanmanı təmin edir. Veriş sürəti ya silsilə vuruğu 1,25 olan həndəsi silsiləni təşkil edən müvafiq sürətlər sırasına uyğun sürət nömrəsi ilə, ya da bilavasitə dəqiqədə millimetrlərlə 1 və ya hətta 0,1 mm/dəq vasitəsilə verilir. İşçi veriş sürətlərindən başqa təşkiledicilər adətən 5 - 2000 mm/dəq hədlərində olur, bu blok, bir qayda olaraq yüksək sürətlə istiqamətverici (direktiv) hərəkəti yerinə yetirir və belə hərəkətdə mövqeli emal zamanı koordinatlara yerini dəyişmə (təyin olunma) və ya kontur emalında alətin pəstahın bir sahəsindən digər sahəsinə keçidi həyata keçirilir. Bu sürət müasir RPI sistemlərində 10-15 m/dəq təşkil edir.

Proqramın korreksiyası bloku idarəetmə pultu ilə birlikdə emalın proqramlaşdırılan parametrlərinin, yəni veriş sürətinin və alətin ölçülərinin (uzunluğu və diametrinin) dəyişdirilməsi üçün xidmət edir. Hərəkət sürətinin dəyişməsi (adətən 5 - 120%) veriş blokunda tezliyi verən generatorun tezliyinin əl ilə dəyişdirilməsindən ibarətdir. Alətin uzunluğunun dəyişikliyi (adətən 0 mm - dən 100 mm - ə) isə onun başlanğıc vəziyyətində dəyişiklik etmədən, alətin oxu boyunca verilmiş yerdəyişmənin qiymətinin dəyişdirilməsinə gətirilir.

Texnoloji əmrlər (komandalar) bloku dəzgahın tsiklik avtomatikasi üçün, yəni kifayət qədər böyük sayda olan (100-dək) alətlərin axtarışı və dəyişdirilməsi, şpindelin fırlanma

tezliyinin dəyişdirilməsi, mövqeləndirmədə istiqamətləndiricilərin sıxılması və hərəkət zamanı onların açılması, dəzgahın qorunmasını təmin edən müxtəlif bloklamalar üçün nəzərdə tutulmuşdur. Dəzgahın tsiklik (dövri) avtomatikası, əsasən startverici tipli icraedici elementlərdən, elektromaqnit muftalarından, solenoidlərdən və digər elektromaqnit mexanizmlərindən, eləcə də son və yol elektrik açarları tipli əks əlaqə diskret elementlərindən, elektrik cərəyanı relesindən, təzyiq relesindən və icraedici orqanlarının vəziyyəti haqqında məlumat verən, kontakt və ya kontaktsiz, digər elementlərdən ibarətdir. Tez - tez bu elementlər rele tipli əlavə qurğular ilə yerli dövrlər (tsikllər) (məsələn, alətin axtarılması və dəyişdirilməsi tsikli) həyata keçirir. Bunların yerinə yetirilməsi üçün komandalar proqramla idarə olunan qurğulardan verilir. Müasir RPI qurğuları, bir qayda olaraq, bu dövrləri dəzgahın icraedici elementlərinə siqnalları uyğunlaşdırıcı - gücləndirici qurğuların (bu qurğular həm dəzgahda, həm də RPI qurğusunda yerləşə bilər) vasitəsilə verərək, daxilində həyata keçirir. Bunun üçün RPI qurğusunun daxilində və ya ondan kənarda yerləşən, ayrıca blok şəklində proqramlaşdırılan nəzarətçilərdən (kontrollerlərdən) tez - tez istifadə edirlər.

Standart tsikllər bloku mövqeli emal zamanı pəstahın təkrarlanan elementlərinin proqramlaşdırılmasını asanlaşdırmaq və proqramın uzunluğunun azaldılması üçün xidmət edir. Məsələn, yuvaların burğulanması və içyonuşu zamanı, yivlərin açılması zamanı və digər əməliyyatlarda.

Bu bloklarla yanaşı, adaptasiya blokları tətbiq edilir. Onlar xarici şərtlərin (məsələn, emala emal payları, emal olunan materialın bərkliyi, alətin kütləşməsi) təsadüfi qanun üzrə dəyişməsi zamanı emal məhsuldarlığının və dəqiqliyinin artırılmasına xidmət edir. Bu onunla izah olunur ki, istənilən RPI sistemi açıq idarəetmə sistemidir, çünki o, öz işinin nəticəsini "bilmir" (və ya "tanımır"). Adi əks əlaqəli RPI sistemində

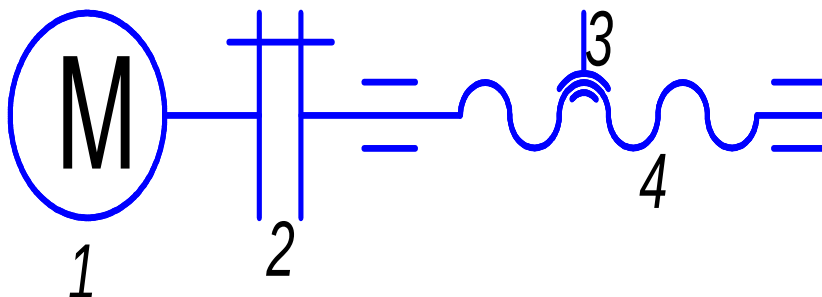
pəstah bu sistem tərəfindən tam qavranılmayı, burada alətin yalnız pəstaha nisbətən yerdəyişməsi verilir. Eyni zamanda, hissələrin ölçülərinin dəqiqliyinə, məsələn, alətin deformasiyası öz təsirini göstərir. O, adi RPİ sistemlərində proqramlaşdırma zamanı yalnız o halda nəzərə alın bilər ki, bu deformasiya daimidir və ya əvvəlcədən məlum qanuna görə dəyişir. Belə bir şey isə praktikada yoxdur.

Yoxlama sualları

1. Sadələşdirilmiş sxem üzrə RPİ dəzgahının işi haqqında danışın.
2. İdarəetmə pultunun və indikasiyanın təyinatı nədir?
3. RPİ dəzgahının veriş intiqalının strukturunu deyın.
4. Veriş intiqallarının idarə olunması blokunun təyinatı nədir?
5. Əks əlaqə vericilərinin növlərini deyın.
6. Texnoloji əmrlər (komandalar) blokunun təyinatı nədir?
7. Standart tsikllər bloku nə üçün nəzərdə tutulmuşdur?
8. İdarə olunan koordinatlarının sayına görə RPİQ-lərin bölünməsi nə ilə əlaqədar müşahidə olunur?

VIII. RPİ DƏZGAHLARININ VERİŞ İNTİQALLARI

Müasir RPİ dəzgahlarında veriş intiqallarının müxtəlif struktur sxemləri tətbiq edilir. Elektrik mühərriki ilə sərt əlaqəli gediş vintinin sxem şəkl. 8.1 - də təsvir edilmişdir.



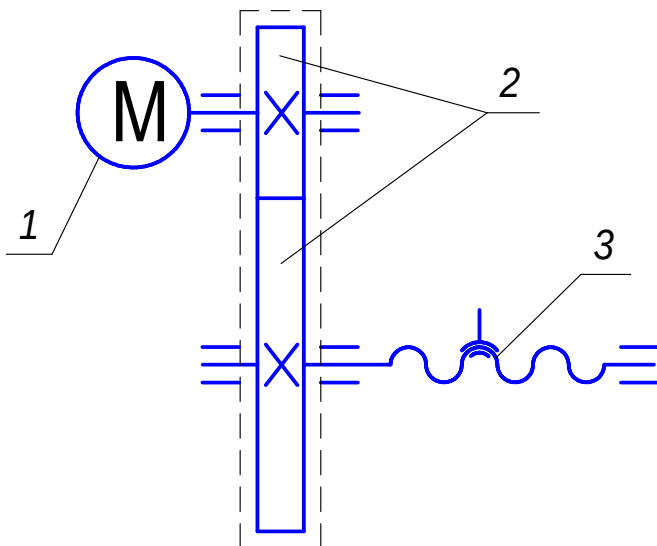
Şək. 8.1. İntiqalın sxemi:

1-elektrik mühərriki; 2- mufta; 3 – vint - qayka
diyirlənmə ötürücüsü; 4 -vint

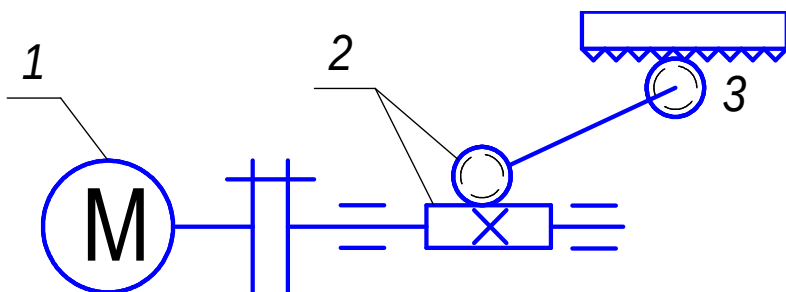
Birpilləli reduktor və dişli ilişmədə araboşluğu seçmə ilə sxemə isə şəkl. 8.2 - də baxılmışdır.

Araboşluqsuz sonsuz - vint və tamasalı ötürücünün tətbiqi ilə sxem isə şəkl. 8.3 - də təsvir olunmuşdur.

Verilmiş sxemlərdən göründüyü kimi, RPİ dəzgahları veriş intiqallarının qısa kinematik sxemlərinə malikdirlər, belə sxemlər veriş intiqallarının daha dəqiq işini təmin edirlər. Bu, özünəməxsus xüsusiyyətləri olan xüsusi qovşaqlar və mexanizmlərin tətbiqi ilə mümkün olmuşdur.



Şək. 8.2. Reduktor ilə intiqalın sxemi:
1 - elektrik mühərriki; 2 - dişli ötürücü; 3 - vintli
ötürücü



Şək. 8.3. Sonsuz vint və temasalı ötürücülü
intiqalın sxemi: 1- elektrik mühərriki; 2- sonsuz-
vint ötürücüsü; 3- temasalı ötürücü

8.1. İstifadə olunan elektrik mühərriklərinin növləri

Elektrik mühərriki - elektromexaniki çevrici olub elektrik enerjisini mexaniki enerjiyə çevirir. Elektrik mühərriklərində valda oturdulmuş dolaqlarda maqnit sahəsinin yaratdığı qüvvə nəticəsində hərəkət yaranır və beləliklə val fırlanır. Buna görə də, elektrik mühərrikləri həm də generatorun əks tərəfi kimi qəbul edilir. Elektrik mühərriklərində çox vaxt fırlanma, bəzi hallarda isə xətti hərəkət almaq mümkündür. Bu mühərriklər müxtəlif iş maşınlarını hərəkət etdirmək üçün tətbiq olunur.

Emalın dəqiqliyi və məhsuldarlığını, keyfiyyətini yüksəldən metalkəsən dəzgahların veriş intiqallarının xüsusiyyəti fırlanma tezliyinin fırlanma momenti və müqavimət momentindən asılı olmamasıdır, yəni müstəqilliyidir. Veriş sürətinin tənzimlənməsi sabit maksimal buraxıla bilən moment zamanı həyata keçirilir. Ona görə də elektrik mühərrikinin seçilməsinin əsasına güc deyil, veriş mexanizmində müqavimət qüvvələrinin momenti qoyulmuşdur. Bu momentin qiyməti sürtünmə momentini nəzərə almaqla kəsmə qüvvəsinin təşkilediciləri üzrə müəyyən edilir.

Veriş intiqalına imkan daxilində böyük təcillərin (sürətləndirilmələrin) yaradılması, yüksək müntəzəmlik zamanı, xüsusilə kiçik tezliklərdə, fırlanma tezliyinin böyük diapazonlu tənzimlənməsi tələbləri irəli sürülür. Yuxarıda göstərilən tələbləri sabit cərəyanlı xüsusi mühərriklər (yəni sabit cərəyanla işləyən elektrik mühərrikləri) - daimi maqnitlərdən hərəkətə gələn yüksəkmomentli ПБВ seriyalı və ya elektromaqnitlə hərəkətə gələn 2П, ПБС seriyalı xüsusi mühərriklər təmin edir. Kiçik dəzgahlarda kiçikinersiyalı ПТГ seriyalı elektrik mühərrikləri, eləcə də addımlı elektrik mühərrikləri AEM tətbiq olunur.

1. Sabit cərəyanlı elektrik mühərrikləri (Sabit cərəyanla işləyən elektrik mühərrikləri):

- müstəqil, paralel və ya qarışıq hərəkətli ilə **2II seriyalı elektrik mühərrikləri**. Böyük güc diapazonuna (0,37-200 kv) və fırlanma tezliyi diapazonuna (750 - 3000 dövr/dəq), fırlanma tezliyinin tənzimlənməsinin geniş diapazonuna malikdirlər. İşarələnmə nümunəsi 2ПФ160ЛГУ4 - vahid 2П seriyalı sabit cərəyanlı elektrik mühərriki, kənar (F) ventilyatorundan müstəqil ventilyasiyasının icrası ilə qorunmuş, (L) ikinci uzunluğu, fırlanma oxunun hündürlüyü 160 mm, taxogeneratorlu (Г), iqlim yerinə yetirilməsində - Y, yerləşdirilmə kateqoriyası (dərəcəsi, qrupu) - 4;

- ПЯ seriyalı **kiçikinersiyalı (kiçikətalətli) elektrik mühərrikləri** lövbərin ətalət momentinin azaldılması hesabına nail olunan xeyli cəld hərəkətə malikdirlər.

- **sabit cərəyanlı yüksəkmomentli elektrik mühərrikləri**. Bu mühərriklər onları aralıq reduktorları olmadan dəzgahlarda və mexanizmlərdə quraşdırmağa imkan verən aşağı nominal fırlanma tezliyinə malikdirlər. Rusiya sənayesində ПБ və ПББ seriyalarlı mühərriklər buraxılır. Məsələn: ПББ160ЛГУ3 – sabit cərəyanla işləyən elektrik mühərriki (П), qapalı icrası (Б); daimi maqnitlərdən hərəkətə gələn yüksək momentli (Б); ikinci uzunluq (L), 160 mm fırlanma oxunun hündürlüyü olan, quraşdırılmış taxogeneratorlu (G), iqlim yerinə yetirilməsi və yerləşdirilməsi kateqoriyası - Y3.

2. Asinxron elektrik mühərrikləri:

Asinxron elektrik mühərriklərində cərəyan mənbəyindən yaradılan maqnit sahəsinin fırlanma tezliyi ilə rotorun fırlanma tezliyi üst - üstə düşmür (Sinxron elektrik mühərriklərin rotoru isə maqnit sahəsi ilə sinxron hərəkət edir).

- qısaqapalı rotorlu mühərriklər. Ən çox dəyişən cərəyanla işləyən maşinlardan biridir. Fırlanma tezliyinin tənzimlənməsi qütblər (pilləli) cütünün sayının, cərəyanın tezliyinin

(pilləsiz) dəyişdirilməsi ilə həyata keçirilə bilər. 4A və AИ seriyalı elektrik mühərrikləri buraxır. Məsələn: 4A80A2Y3 – qapalı icralı (A) vahid dördüncü seriyalı (4A) asinxron elektrik mühərriki, 80 mm fırlanma oxunun hündürlüyü, nüvəsi – mülayim iqlim üçün (Y3) ikiqütblü (2) icralı.

3. Addımlı elektrik mühərrikləri:

Addımlı mühərrikləri kiçik və orta dəzgahların veriş intiqallarında kifayət qədər geniş istifadə edirlər. Addımlı mühərriklərdə rotorun vəziyyəti addımlarla təyin olunur. Rotoru istənilən vəziyyətə döndərmək üçün lazımi dolağa cərəyan impulsu vermək lazımdır. Vəziyyəti dəyişmək üçün başqa dolağa impuls ötürülür. Baxmayaraq ki, onlar yüksəkmomentli mühərriklərdən f.i.ə (FİƏ) üzrə və vala yüklərin təsirinin dəyişməsi zamanı mövqeləndirmə xətası üzrə geri qalırlar, lakin onlar daha sadədərlər, daha yüksək etibarlılığa və kiçik maya dəyərinə malikdirlər. Bundan başqa, addımlı elektrik mühərriki idarə olunan koordinatların böyük sayında çox rahatdır. Addımlı mühərriklərin IIIД4, IIIД5 və s. seriyaları tətbiq olunur. Addımlı mühərriklərin qidalanması gərginliyin tranzistor və tiristor çeviriciləri tərəfindən həyata keçirilir.

Addımlı mühərrikin tətbiqi fasiləsiz hərəkətli mexanizmlərin intiqallarında o halda məqsəduyğundur ki, bu zaman idarəedici signal dəzgahların rəqəmli proqramla idarə olunmasına uyğun olan impulsların ardıcılığı şəklində verilsin.

Veriş intiqallarının kinematik zəncirinin növbəti elementləri onların işinin dəqiqliyinə təsir göstərən muftalardır. RPI dəzgahlarında aşağıdakı tipli muftalardan istifadə edilir.

1. Konus həlqəli muftalar. Araboşluqların seçimi imkanları bu muftaların üstünlükləri, çatışmazlığı isə - valların ilkin mərkəzləşməsi dəqiqliyinin zəruriliyidir.

2. Silfon muftalar. Onları büzməli metal örtüklərdən hazırlayırlar.

3. Disk muftaları.

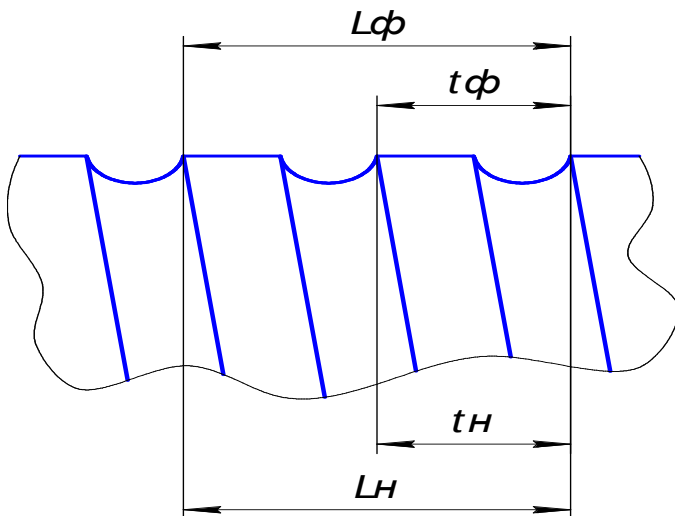
RPİ dəzgahlarının veriş inteqallarının mühüm qovşağı hərəkət növünün çevrilməsi qovşağıdır. Torna qrupu dəzgahlarında bu mənada ən geniş yayılan kürəcikli vintli cütdür (KVC) və o, vintdən, kürəciklər dəstinin qaykalarından, kürəciklərin qayıtması üçün kanaldan ibarətdir.

Müasir RPİ dəzgahlarında diyirlənmə vint - qayka ötürücüsünün geniş tətbiqi onların bir sıra üstünlükləri ilə bağlıdır. Belə ki, qeyri - araboşluluq revers (hərəkət istiqamətinin dəyişməsi) zamanı səhvləri istisna və ya xeyli azaldır, yüksək ox sərtliyi intiqalın dinamiki səhvlərini azaldır, sürtünmə momentinin yüksək sabitliyi (stabilliyi) dəqiq yerdəyişmələri kiçik sürətlə həyata keçirməyə imkan verir, yüksək FİƏ mühərrikin istifadə olunan gücünü azaldır.

Diyirlənmə vint - qayka ötürücüsünün dəqiqlik sinfi dəzgahın dəqiqlik sinfini müəyyənləşdirir, ona görə də ona qarşı yüksək tələblər irəli sürülür. RPİ dəzgahlarında tətbiq olunan diyirlənmə vint - qayka ötürücüsü, aşağıdakı parametrlər (şək. 8.4) üzrə attestasiyadan keçirilməlidir.

Vint addım səhvi (və ya toplanmada ötürücünün). Adətən addım səhvinə iki şəkildə baxırlar: addımın toplanmış səhvi və addımdaxili səhv. Addımın toplanmış səhvi (δ_{Σ}) - bu qaykanın vintin oxu boyunca faktiki yerdəyişməsi ilə vintin addımına tam bölünə bilən yerdəyişmənin nominal qiyməti arasındakı mütləq kəmiyyət fərqidir. Addımın həndəsi xətasına bunu tətbiq etsək, vintin addımının toplanmış səhvi yiv profilinin iki ixtiyari L_{ϕ} dolaqlarının eyniadlı tərəflərinin müvafiq nöqtələri arasındakı faktiki məsafəsi ilə və bu məsafənin L_H nominal qiyməti arasındakı fərqinin mütləq qiymətidir, yəni **vintin addım səhvi** (δ_i) - bu vintin bir addımına və

ya vintin t_H addımına bərabər qaykanın yerdəyişməsinə aid edilən toplanmış $\delta_\Sigma = L_\phi - L_H$ səhvidir, yəni $\delta_i = \frac{\delta_\Sigma}{t_H}$.



Şək. 8.4. Vintin parametri:

n - sahədə addımların sayı; L_H - ixtiyari dolaqların eyniadlı tərəflərinin iki nöqtəsi arasındakı nominal məsafə; t_H - vintin nominal addımı (pasport üzrə); L_ϕ - L_H -a müvafiq faktiki məsafə; t_ϕ - vintin faktiki addımı

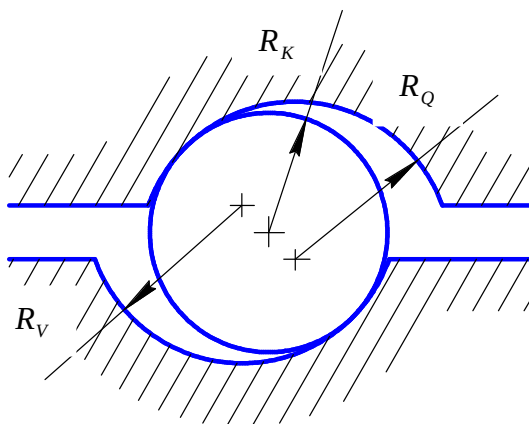
Verilmiş uzunluqda toplanmış səhvi tövsiyələr üzrə xətti asılılıq şəklində verirlər:

$$\delta_\Sigma = 0,005 \cdot \frac{L}{300} \quad L < 1000 \text{ mm üçün};$$

$$\delta_\Sigma = 0,01 \div 0,01 \cdot \frac{L}{1000} \quad L > 1000 \text{ mm üçün}.$$

Addımdaxili səhv - bu qaykanın vintin oxu boyunca faktiki yerdəyişməsinin ötürücünün bir addımı daxilində verilmiş

dönmə bucağına müvafiq olan nominal yerdəyişmədən meyl-
lənməsinin amplitud kəmiyyətidir. Addımdaxili səhv bir neçə
təşkiledici səhvlərdən yaranır (şək. 8.5): a) vintin profilinin
 R_v radiusundan; b) qaykanın profilinin R_Q radiusundan; c);
kürəciyin R_K radiusundan. R_v , R_Q və R_K radiusları arasındakı
əlaqə $R_v = R_Q = (1,03...1,05)R_K$ ifadəsi ilə müəyyən edilir.



Şək. 8.5. Diyirlənmə vintli cütün iş sxemi

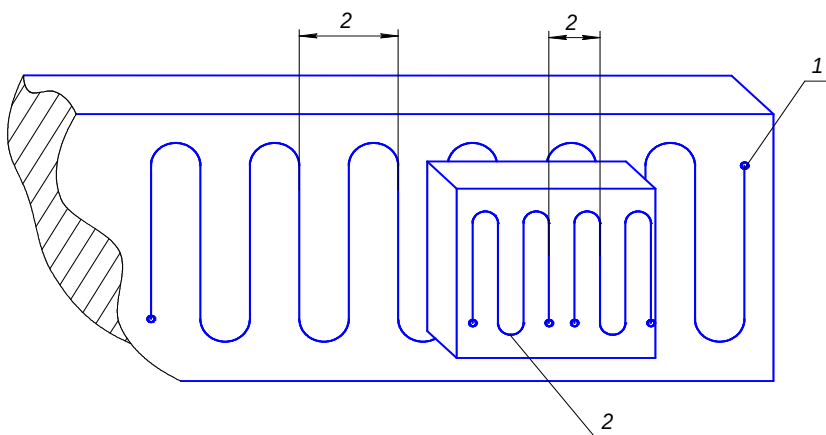
8.2. Əks əlaqəli vericilər

RPI dəzgahlarında hissələrin lazım olan emal dəqiqliyini
təmin etmək üçün proqram ilə alətin hərəkət trayektoriyasını
vermək və ona bütün emal boyu nəzarət etmək lazımdır. Bu-
nun üçün dəzgahların konstruksiyalarında verilmiş hərəkət
trayektoriyasının işçi orqanlar tərəfindən yerinə yetirilməsinə
nəzarət edən əks əlaqəli qurğular nəzərdə tutulmuşdur.

İdarəetmə zamanı obyektin faktiki vəziyyəti və ya yer-
dəyişməsi haqqında məlumat almaq üçün yol nəzarəti sistemi
tətbiq olunur. Belə yol nəzarəti sistemi bir və ya bir neçə əks

əlaqəli vericidən (ƏƏV), ölçmə sxemindən və çıxış signalının formalaşması sxemindən ibarətdir. Belə nəzarət sistemində vericilər obyektin mexaniki yerdəyişməsinə müxtəlif fiziki parametrlərin dəyişməsinə çevrirlər, onlar da öz növbəsində, ölçmə sxeminin vasitəsi ilə çıxış elektrik signalına çevrilirlər. Fiziki parametrlərin növü üzrə vericilər om (omik), həcmi, fotoelektrik, induktiv və ş. bölünürlər.

Əks əlaqəli induktiv verici (induktosin) - özündə üzərində fotolitoqrafiyanın köməyi ilə addımı 2 mm olan spiral boru 1 şəklində dolama vurulan statoru təşkil edir (şək. 8.6).



Şək. 8.6. Əks əlaqəli induktiv verici

Sürüngəcdə 2 elə bu cür iki dolama yerinə yetirilib və onlara eyni amplitudaya və faza üzrə 90 dərəcə sürüşdürülmüş dəyişən gərginlik verilir. Sürüngəcin 2 statora nisbətən vəziyyətindən asılı olaraq dolamalardan birinin elektromaqnit sahəsi stator sahəsinə daha güclü təsir edir və o, bu dolamaya doğru faza üzrə yerini dəyişir. Statordan çıxan signalın faza

üzrə sürüşməsi sürüngəcin yerdəyişməsinə mütənasib olur. Xüsusi çevirici qurğu dəzgahın RPİQ-nə signal verir.

Əks əlaqəli fotoelektrik verici də analoq - rəqəmli çeviricidir, yerdəyişməyə nəzarət dəqiqliyi olduqca yüksəkdir və RPİ sistemləri ilə asanlıqla uyğunlaşır. Vericilər xətti və bucaq yerdəyişmələrinə nəzarət üçün buraxılır.

Vericinin valının 9 fırlanması zamanı (şək. 8.7) düzbucaqlı impulsar seriyası formasında olan elektrik signalları generasiya olunur. Bu signalların sayı fırlanma bucağının qiymətinin ölçülməsi sayını özündə əks etdirir. Vericinin valında radial bölgüyə malik hörməli (şəbəkəli, torlu) şüşə disk 8 yerləşdirilmişdir. Bu bölgü fotoelektrik olaraq skan edilir (izlənilir). Diskdən bir tərəfdə optik qurğu (linza) vasitəsilə 4 işıq verən işıq mənbəyi 5, digər tərəfdən daimi skan edən tor 3 və fotoelementlər 2 yerləşir. Diskin fırlanması zamanı diskin hörməsinin yarıqlarının periodik olaraq torun yarıqları ilə üst-üstə düşməsi baş verir ki, bunun da nəticəsində işıq mənbəyindən yaranan işıq zolağı (şüası) fotoelementlər üzərinə düşür və şəbəkədə cərəyan impulsu yaranır.

Disk ilə tor arasındakı məsafə (ışıq zolağı) vericinin yol vermək qabiliyyətidir.

ƏƏV - lərə qoyulan dəqiqlik üzrə tələblər onların quraşdırıldığı intiqalların dəqiqliyindən, orta hesabla, bir qayda olaraq yüksəkdir.

Vericilərin yol vermək qabiliyyəti dəzgahların dəqiqlik sinifləri üçün aşağıdakı kimidir:

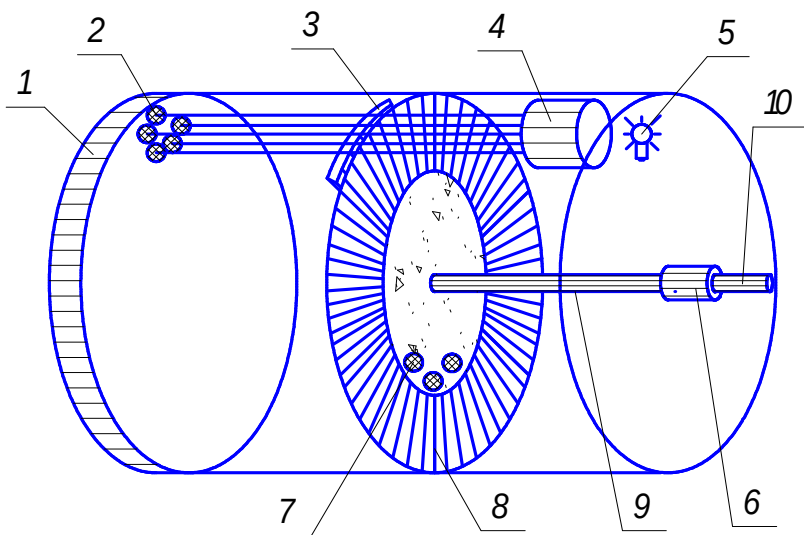
- H (normal dəqiqlik) və II (**artırılmış dəqiqlik**) - 1 mkm;

- A (xüsusi yüksək dəqiqlik) - 0,2 mkm;

- B (yüksək dəqiqlik) - 0,5 mkm;

- C (ən dəqiq) - 0,1 mkm.

ƏƏV - yə sürət vericisi (taxogenerator) də aid edilir. Sürət vericisi sabit cərəyanla işləyən, böyüklüyü taxogenera-

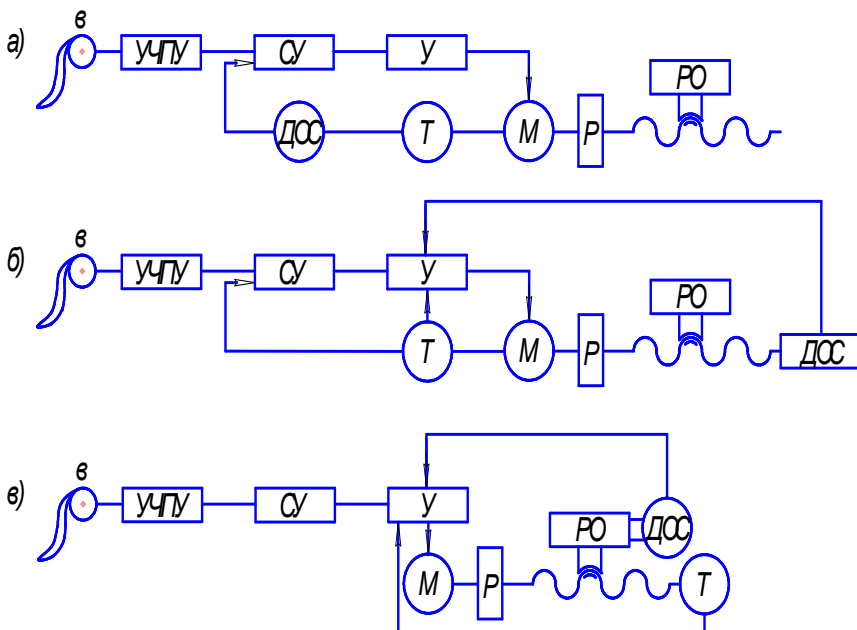


Şək. 8.7. Əks əlaqəli fotoelektrik verici: 1 - vericinin elektronikasi; 2 - fotoelementlər; 3 -skan edən tor; 4 - optika; 5 – işıq mənbəyi; 6 - mufta; 7 – sıfır impulsun bölgüsü; 8 - radial bölgüyə malik hörməli fırlanan şüşə disk; 9 – vericinin valı; 10 – intiqalın valı

torun valının fırlanma tezliyindən asılı olan kiçik generator-dan ibarətdir.

Əks əlaqə vericisinin sistemdə mövcudluğu sistemin qapalılığını, yəni sistemin qapalı sistem olduğunu xarakterizə edir. Onu intiqalın kinematik zəncirinin müxtəlif yerlərində yerləşdirmək mümkündür. Şək. 8.8 – də ƏƏV – nin yerləşdirilməsinin üç variantına baxılmışdır.

Ən sadə konstruktiv həll odur ki, bu zaman ƏƏV və taxogenerator veriş inteqalının elektrik mühərrikinin rotorunda yerləşdirilmişdir və onların siqnalları rotorun dönmə bucağına düz mütənasibdir (şək. 8.8a).



Şək. 8.8. RPI dəzgahlarının veriş intiqallarının blok cxemləri: a) bir informasiya axınlı; b) iki informasiya axınlı; c) üç informasiya axınlı. B – giriş qurğusu; УЧП – RPI qurğusu; СУ- müqayisə edici qurğu; У – gücləndirici; ПО – işçi icraedici orqan; ДСС - əks əlaqəli verici; Т – taxogenerator; М – elektrik mühərriki; Р – reduktor; В – gediş vinti

ƏƏV - lərin yerləşdirilməsinin hər üç variantı dəqiqliyin əldə olunması baxımından eyni deyildir. Şək. 8a - da göstərilmiş variantda işçi orqanın yerdəyişməsinin səhvlərinə mühərrikdən işçi orqana qədər olan kinematik zəncirin xətalrı daxildir.

Şək. 8b – də göstərilmiş variantda işçi orqanın yerdəyişməsinin dəqiqliyinin müəyyənləşdirilməsi zamanı taxogene-

ratorun təsiri, reduktorun xətalاری, habelə vintin burulması xətası istisna edilmişdir. Daha dəqiq variant isə şəkl. 8.8 c –də göstərilmişdir. Bu zaman ƏƏV bilavasitə işçi orqanda yerləşdirilmişdir.

8.3. RPİ dəzgahlarının icləyici intiqalları

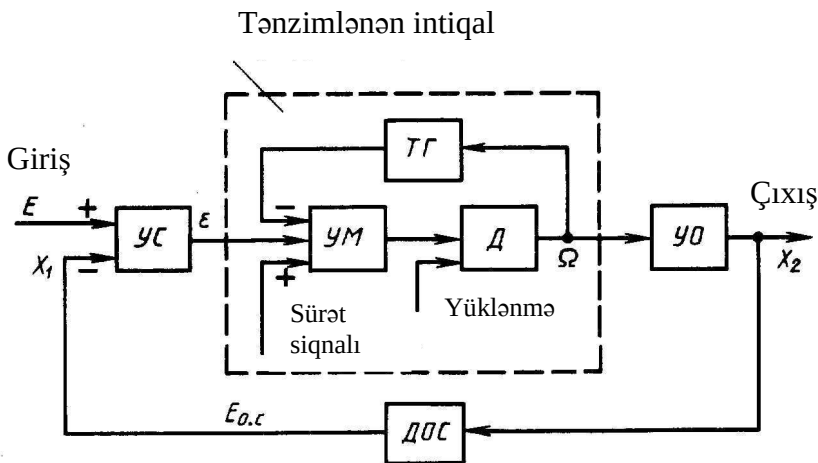
İzləyici intiqal kiçik güclü elektrik siqnalının idarəolunan obyektin ona uyğun yerdəyişməsinə çevrilməsi üçün təyin olunmuşdur. Bunun üçün daha böyük güc tələb olunur. İzləyici intiqaldan əhəmiyyətli dərəcədə RPİ dəzgahının işinin keyfiyyəti - məhsuldarlığı, dəqiqliyi və etibarlılığı asılıdır. İzləyici intiqalın əsas parametrləri onun gücü, sürəti, dəqiqliyi və cəldhərəkətliyidir.

İzləyici intiqalın əsas elementləri (şəkl. 8.9): bu və ya digər tipli (elektrik, hidravlik), lazımi güclü və fırlanma tezlikli icraçı mühərrik D; bu mühərriki enerji ilə təmin edən və geniş hədlər daxilində tənzimlənən güc qücləndiricisi GG; idarə olunan obyektin İO faktiki yerdəyişməsinə X_2 bu vəziyyətə ciddi mütənasib olan elektrik siqnalına çevirən $E_{o.c}$ vəziyyət üzrə əks əlaqəli verici ƏƏV, və müqayisəedici qurğu MQ, o əks əlaqə siqnalını hər hansı rəqəmli - analoqlu çeviricidə alınan və verilmiş yerdəyişməyə X_1 mütənasib olan giriş idarəedici siqnal E ilə müqayisə edir.

Əgər bu siqnallar eyni deyilsə, deməli faktiki yerdəyişmə verilmiş yerdəyişmədən fərqlənir, bu fərqə proporsional səhvlər siqnalı ε yaranır ki, bu zaman həmin siqnal ε güc qücləndiricisi vasitəsilə mühərrikin rotorunu bu siqnala proporsional Ω tezliyi ilə geniş diapazonda fırlanmağa məcbur edir.

Güc qücləndiriciləri kimi daha çox istifadə edilən dəyişən cərəyanı sabit cərəyanə çevirən idarə olunan tiristorlu çe-

viricilər sabit cərəyan elektrik mühərriklərinin və ya hidromühərriklərin bu və ya digər tipli zolotnikli qurğuların tətbiqi zamanı, bir qayda olaraq, böyük gücləndirilmə əmsallı kiçik güclü sabit cərəyan gücləndiricisinə malik olurlar ki, o da korrektəedici bəndlər və taxogenerator TG ilə birlikdə izləyici intiqalın daxili konturunun tələb olunan dinamik xarakteristikasını təmin edir. Belə quruluş onun əsasını təşkil edir və tənzimlənən intiqal və ya intiqal adlanır.



Şək. 8.9. İzləyici intiqalın struktur sxemi:
burada YC - MQ, YM - GG, D - M, YO - İO, DOC
- ΘΔV, TG - TG, E - E - dir.

Tənzimlənən intiqallardan eləcə də ayrıca dəzgahların spindellərinin fırlanması üçün, yəni baş hərəkəti həyata keçirmək üçün istifadə edirlər. Bu intiqallarda mexaniki xarakteristikanın göstəricisi kimi yüksək sərtlik tələb olunur.

Yoxlama sualları

1. Niyə veriş intiqallarında qısa kinematik sxemlərdən istifadə edirlər?

2. RPİ dəzgahının veriş intiqalı üçün elektrik mühərriki hansı kriteriya üzrə seçilir?

3. RPİ dəzgahlarında veriş intiqallarında yerləşdirilən elektrik mühərriklərinin tiplərini deyın.

4. Kürəcikli vintli cütün tərkibini deyın.

5. Kürəcikli vintli cütün üstünlüklərini söyləyin.

6. RPİ dəzgahlarında tətbiq olunan diyirlənmə vint – qayka ötürücüsü hansı parametrlər üzrə attestasiyadan keçirilir?

7. Fiziki parametrlər üzrə əks əlaqəli vericilərin tiplərini deyın.

8. Əks əlaqəli vericilərin təyinatını söyləyin.

9. İnduktosinin iş prinsipini deyın.

10. Əks əlaqəli fotoelektrik vericinin iş prinsipini deyın.

11. Dəzgahların dəqiqlik sinfindən asılı olaraq əks əlaqəli vericilərin yol vermək qabiliyyəti necədir?

12. Əks əlaqəli vericilərin quraşdırılması variantlarını göstərin.

13. İzləyici intiqalın təyinatını söyləyin.

14. İzləyici intiqalın iş prinsipini izah edin.

15. İzləyici intiqalın gücləndiricilərində hansı element bazası tətbiq edilmişdir?

IX. RPİ DƏZGAHLARININ BAŞ HƏRƏKƏT İNTEQALLARI

9.1. RPİ dəzgahlarının baş hərəkət inteqallarının xüsusiyyətləri

Dəzgahlarda baş intiqal veriş intiqalından bəzi xüsusiyyətlərinə görə - əhəmiyyətli dərəcədə böyük gücə, dəzgahın spindelinin fırlanma tezliyinin böyük diapazonunda mühərrikin bütün gücündən istifadə edilməsinin zəruriliyinə; vaxtının çox hissəsinin sabit verilmiş fırlanma tezliyində işinə; sürət qutularının böyük ötürmələrində mühərriklərinin məxsusi ətalət momentlərini dəfələrlə üstələyən böyük ətalət momentlərinə görə fərqlənir.

Asinxron mühərriklərli baş hərəkət intiqallarını, bir qayda olaraq, dəyişdirilən sürət qutuları ilə ondan ötrü istifadə edirlər ki, bu zaman mühərrikin maksimal gücünü spindelin fırlanma tezliyinin bütün diapazonunda istifadə etmək mümkün olsun. Əgər spindelin fırlanma tezliyinin diapazonu böyükdürsə, onda sürət qutularının konstruksiyası çətinləşir. Fırlanma tezliyinin elektrik dəyişdirilənli (iki, üç, bəzən də dörd) asinxron mühərriklərinin tətbiqi sürət qutularının konstruksiyasını xeyli asanlaşdırır. Amma, rotorun fırlanma tezliyinin dəyişdirilməsi imkanlı asinxron mühərriklərinin fırlanma momenti müxtəlif diapazonlarda sabitdir, bu isə fırlanma tezliyinin azalması zamanı gücün də azalmasına gətirib çıxarır.

Bununla əlaqədar, sabit güc zamanı həyacanlandırıcı sahəni tənzimləmək yolu ilə lövbərinin fırlanma tezliyini 3-4 dəfə artırmağa imkan verən cabit cərəyanla işləyən mühərriklərin tətbiqi daha üstün sayılır, çünki olduqca mürəkkəb qovşaq olan sürət qutusu xeyli asanlaşdırır. Bu halda, sürət qu-

tusu cəmi üç-dörd pillədən, bəzən isə iki pillədən ibarət ola bilər.

Bir halda ki, baş hərəkət mühərrikləri verilmiş sabit fırlanma tezliyini, geniş həddlərdə yükün dəyişdirilməsi ilə bağlı baş verən dəyişikliklər nəticəsində, məsələn emala emal payının dəyişməsi nəticəsində, təmin etməlidirlər, onda onlar mexaniki xarakteristikaya malik olmalıdırlar, onlar sahənin zəifləməsi zamanı əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməməlidirlər, yoxsa intiqalın qeyri - sabit işləməsi mümkündür. Bu onunla izah olunur ki, hər hansı bir səbəbdən fırlanma tezliyinin azalması zamanı yonqarın qalınlığı artacaqdır, deməli, həm də eyni veriş hərəkəti sürətində mühərrikin yüklənməsi də yüksələcəkdir. Yüklənmənin artırılması fırlanma tezliyinin daha da azalmasına və baş hərəkətin tam dayanmasına qədər gətirib çıxarır. Əgər veriş intiqalları baş intiqala yükün kəskin artması zamanı işin dayandırılmasını yubadırlarsa, bu zaman tez - tez alətin sınması və ya hətta qəzalar müşayiət olunur.

Baş intiqalların işinin xüsusiyyəti həm də sürət qutularının dəyişməsi (keçidi) nəticəsində xeyli dəyişən yüklənmələrin ətalət momentləri zamanı da onların işləməsidir. Bu bucaq vəziyyəti üzrə əks əlaqəli qapanma zamanı intiqalların sabitləşdirilməsində (stabilləşdirilməsində) müəyyən çətinliklər yaradır. Belə ki, bu alətin avtomatik dəyişdirilməsi mümkün olan dəzgahlarda mühərrik ilə spindelin yönləndirilməsi zamanı çox vacibdir.

Baş hərəkət intiqalının idarəetmə sistemi bir çox hallarda özündə iki tiristor çeviricisini yerləşdirən ayrıca qovşaqdan ibarətdir: biri böyük güclü - mühərrikin lövbərində gərginliyin tənzimlənməsi üçün, digəri isə kiçik güclü – hərəkətə gətirmə (həyacanlandırma) gərginliyinin tənzimlənməsi üçün. Belə ikizonalı intiqalı hazırda müxtəlif dəzgahlarda daha çox baş hərəkəti həyata keçirmək üçün tətbiq edirlər. İki tiristor çeviricisindən əlavə, bu qovşağın tərkibində lazımi bloklama-

larla dəzgahın avtomatlaşdırılmış sürət qutusunun idarəetmə sistemi də vardır.

9.2. RPİ dəzgahlarının spindel qrupları

Dəzgahların spindel qrupları zəruri fırlanma tezliyi ilə şpindelin baş fırlanma hərəkətinin həyata keçirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Şpindel qruplarında alətlərin (burğu və frez dəzgahlarında) və ya pəstahların bərkidilməsi (torna dəzgahlarında) və fırlanması yerinə yetirilir və onların verilmiş vəziyyəti dəzgahın digər qovşaqlarına nisbətən təmin olunur. RPİ dəzgahlarının spindel qrupları ilə adi dəzgahların spindel qrupları əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Əsas fərq isə əsas və köməkçi funksiyaların avtomatlaşdırılması səviyyəsindədir, belə ki RPİ dəzgahlarında onlar rəqəmli proqram üzrə həyata keçirilirlər. Məsələn, şpindelin verilmiş fırlanma tezliyi təyin edilir, emalın müəyyən sahələrində (yerlərində) şpindelin fırlanma tezliyi dəyişir, alətlərin dəyişdirilməsi üçün şpindel müəyyən istiqamətləndirilmiş vəziyyətdə dayanır, kəsən alətlər sıxılır və açılır.

Şpindel qruplarının konstruksiyası elə olmalıdır ki, texnoloji komandalar kompleksinin yerinə yetirilməsilə yanaşı şpindelin dəqiq (ox və eninə vurmaları kənar edən) fırlanması, eləcə də deformasiya olunmasının qarşısının almaq üçün qrupa daxil olan bütün qovşaqların cəm (ümumi) sərtliyi qorunub saxlanmalıdır.

Şpindel qrupları funksional əlamətlərinə görə aşağıdakı sxem üzrə təsnifatlaşdırıla bilər (cədvəl 9.1): şpindelin fırlanma tezliyinin səviyyəsinə görə, baş hərəkət inteqalının növünə görə və şpindel qrupunun quraşdırılmasına (tərtib üsuluna, tərtibetməyə) görə.

Asinxron mühərrikli tənzimlənməyən intiqallarda şpindelin fırlanma tezliyinin dəyişməsi mürəkkəb kinematik

strukturlu sürət qutusu vasitəsilə pillə - pillə həyata keçirilir. Asinxron elektrik mühərrikli və şpindelin fırlanma tezliyinin pilləli tənzimlənən baş hərəkət intiqalında idarəetmə proqramından idarəetmə komandalarının avtomatlaşdırılması çətinləşir. Asinxron mühərrik yüksək yükləmələrlə işləyə bilər ki, bu da onun sabit cərəyan ilə işləyən mühərrik ilə müqayisədə üstünlüyüdür.

Cədvəl 9.1

RPI dəzgahlarının şpindel qruplarının təsnifatı

Əsas əlamətlər	Şpindelin fırlanma tezliyi, dövr/dəq				
	normal 3000 -ə qədər	artırılmış 4000 - 6000	yüksək 6000-20000		ən dəqiq 20 000- 60 000
İntiqalın növü	Tənzimlənməyən asinxron elektointiqal ilə	Tiristor tənzimlənməli tənzimlənen elektointiqal ilə	Həcmli tənzimlənməli hidroitqal ilə	Tezlik tənzimlənməli elektointiqal ilə	Tezlik tənzimlənməli elektointiqal ilə
Şpindel qrupunun tərtibetmələri	Sürət qutusuna (əl ilə yerdəyişməli pinola) və ya elektrik mühərrikinə (pinolsuz) quraşdırılmış	Sürət qutusundan ayrılmış			Sürət qutusuna quraşdırılmış

Tənzimlənən baş hərəkət intiqallarını üç qrupa bölürlər. Spindelin fırlanma tezliyi tiristorlu ikizonalı pilləsiz tənzimlənən elektrik intiqalları sürət qutuları ilə birlikdə fırlanma tezliyinin aşağı diapazonlarının alınması üçün endirici ötürücülər və onun yuxarı diapazonlarına nail olmaq üçün isə sürətləndirici ötürücülər vasitəsilə ilə şpindelin fırlanma tezliyinin tənzimlənməsinin geniş diapazonunu təmin edirlər. Şpindelin fırlanma tezliyinin fasiləsiz dəyişdirilməsilə pilləsiz tənzimlənmə eləcə də həcmli tənzimlənməli hidrintiqalın və ya tezlikli tənzimlənməli elektrintiqalın tətbiqi nəticəsində yerinə yetirilə bilər.

Mühərriklərin növü şpindel qruplarının konstruksiyasına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Əgər şpindelin yüksək fırlanma tezliyi lazımdırsa və əgər baş hərəkət intiqalının gücü böyük deyilsə, adətən bu zaman tezlik tənzimlənməsi ilə asinxron elektrik mühərriki tətbiq olunur.

Quraşdırma (tərtibətmə) üzrə spindel qrupları quraşdırılmış və bölünmüş şpindel qruplarına bölünürlər. İkizonalı tənzimlənən sabit cərəyan elektrintiqallı quraşdırma proqram üzrə RPİ idarəetmə qurğularından geniş diapazonda şpindelin fırlanma tezliyinin avtomatik dəyişiklikləri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu elektrintiqal ilə iki tip tərtib etmələr mümkündür. Birincisi, sürət qutularından ayrılmış şpindel ilə, ikincisi isə sürət qutularına quraşdırılmış şpindel ilə. Sürət qutularının kinematik sxemlərini elə layihələndirirlər ki, baş hərəkətin elektrintiqalının rotorunun nominal fırlanma tezliyi zamanı şpindelin fırlanma tezliyinin diapazonunun iki - dörd pilləsi alınsın.

Yoxlama sualları

1. RPİ dəzgahlarının baş hərəkət intiqallarının xüsusiyyətlərini sadalayın.

2. Asinxron elektrik mühərrikinin fırlanma tezliyini hansı üsullarla dəyişmək olar?

3. RPİ dəzgahlarının baş hərəkət intiqallarında (BHİ) quraşdırılan elektrik mühərriklərinə qoyulan tələbləri deyin.

4. BHİ-nin idarəetmə sisteminin strukturunu deyin.

5. RPİ dəzgahının şpindel qrupunun təyinatını deyin.

6. Funksional əlamətlərinə görə şpindel qruplarının təsnifatını söyləyin.

7. Şpindel qruplarına qoyulan tələbləri deyin.

8. Tənzimlənən BHİ qruplarını söyləyin.

X. RPİ SİSTEMLƏRİNİN SEÇİLMƏSİ VƏ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ

RPİ sistemlərinin seçilməsi və layihələndirilməsi konkret istehsal şəraitində dəzgahda yerinə yetirilən emal prosesinin xüsusiyyətlərinin, həmçinin layihələndirilən RPİ dəzgahının hazırlanan hissələrin keyfiyyəti, məhsuldarlıq və onların hazırlanması maya dəyərinə görə nail olduğu ən yaxşı göstəricilərinin nəzərə alınması ilə həyata keçirilməlidir.

RPİ dəzgahlarının layihələndirilməsinin əsas ümumiləşdirilmiş mərhələləri aşağıdakılardır:

- verilmiş RPİ dəzgahının sonrakı layihələndirilməsinin əsası kimi hissələrin hazırlanması texnoloji proseslərini işlənməsi;

- RPİ dəzgahının qurulmasının optimal variantının onun prinsipial və tərtib etmə həlləri ilə seçilməsi;

- RPİ sisteminin seçilməsi, hesablanması və layihələndirilməsi;

- işçi və köməkçi gedişlərin məqsədli mexanizmlərinin hesablanması və layihələndirilməsi;

- layihələndirilən RPİ dəzgahının gözlənilən texniki - iqtisadi göstəricilərinin (məhsuldarlığı, dəqiqliyi, işində etibarlılığı, maya dəyəri) dəqiqləşdirilməsi.

RPİ sisteminin layihələndirilməsi zamanı yerinə yetirilən funksiyaları aparat və proqram təminatı arasında elə bölüşdürmək lazımdır ki, bu zaman aşağıdakı tələblərin optimal vəhdətini almaq mümkün olsun:

- kiçik maya dəyəri və yığcam quruluş;

- məlumatların işlənməsində yüksək sürət və yüksək çeviklik;

- genişləndirilməsinə uyğunlaşmaq imkanları, xidmət və ona qulluq etmədə rahatlıq;

- yeni texnikadan istifadə edilməsi və maksimum mümkün etibarlılıq.

İdarəetmə sistemlərinin özlərinin layihələndirilməsi **altı əsas mərhələdən** ibarətdir.

1 - ci mərhələ - texniki - iqtisadi əsaslandırma. Bu mərhələnin məqsədi sifarişçinin mövqeyindən hazırlanan idarəetmə sistemi üzrə verilmiş idarəetmə sisteminin əsas funksiyaları və texniki xüsusiyyətlərini özündə cəmləşdirən təkliflərin dürüst ifadə edilməsidir.

2 - ci mərhələ - layihələndirilən idarəetmə sisteminin texniki tapşırığının (TT) işlənməsi. Texniki tapşırıqda ilkin texniki tələbləri təmin edən idarəetmə sisteminin yaradılması imkanı əsaslandırılır. İdarəetmə sisteminin işlənməsi üçün onun təyinatı, tətbiq sahəsi, istismar şərtləri, idarəetmə sisteminin texniki verilənləri (məlumatları) və s. əsas kimi göstərilir. Bütün lazımi elmi - tədqiqat, təcrübə - konstruktor, layihə və montaj - sazlama işlərini planlaşdırırlar. Layihə işlərinin aparılması üçün zəruri olan materialların hazırlanması həyata keçirilir.

Bu mərhələdə ümumi halda aşağıdakı işləri yerinə yetirirlər:

a) ilkin texniki tələbləri təmin edən idarəetmə sistemlərinin yaradılması imkanını və məqsədəuyğunluğunu əsaslandırmaq üçün idarəetmə (dəzgah və ya dəzgahlar qrupunu) obyektinin ilkin araşdırılması həyata keçirilir;

b) layihəqabağı elmi - tədqiqat işləri aparılır, onların gedişində bir daha dəzgahın idarə olunmasının ən mürəkkəb məsələləri tədqiq olunur və onların həlli üsulları seçilir. Bu zaman idarəetmə sisteminin struktur sxemi tərtib edilir, riyazi modelləri qurulur, informasiya axınları təhlil edilir, idarəetmə meyarları (kriteriyaları) və məhdudiyyətlər yaradılır, idarəetmə sistemində reallaşdırılması nəzərdə tutulan funksiyaların məzmunları müəyyən edilir və s.;

c) idarəetmə sisteminin eskiz hazırlanması işləri yerinə yetirilir. Bu zaman idarəetmə sisteminin funksional və alqoritmik strukturlarının işlənməsi, idarəetmə və nəzarət, tənzimlənmənin əsas alqoritmlərinin sintezi, texniki vasitələrin seçilməsi, idarəetmə sisteminin ümumi proqram təminatının işlənməsi, müvafiq fondlardan alqoritmik və proqram modullarının, tətbiqi proqramlar paketlərinin və kitabxanaların seçilməsi və. s. bu kimi işlər aparılır. Eskiz hazırlanması işlərini yerinə yetirdikdən sonra texniki - iqtisadi əsaslandırma, lazım gələrsə, düzəlişlər edilir.

3-cü mərhələ - texniki layihənin işlənməsi. Bu mərhələdə idarəetmə sisteminin ümumi sistem və struktur sintezini, onun xüsusi proqram təminatının işlənməsini, layihə - smeta sənədlərinin hazırlanmasını, yeni texniki vasitələrin işlənməsinə, lazım gələrsə, sifarişlərin tərtib edilməsini həyata keçirirlər. Gözlənilən texniki - iqtisadi səmərəliliyin hesablanmasını yerinə yetirirlər.

4 - cü mərhələ - idarəetmə sisteminin işçi layihəsinin işlənməsi. Bu zaman idarəetmə sistemi üçün işçi sənədlər (sxemlər, çertyojlar, proqram və mətn sənədləri) hazırlanır.

5 - ci mərhələ - idarəetmə sisteminin hazırlanması və tətbiqi. Bu mərhələdə əvvəlcə təcrübi nümunənin hazırlanması, proqram təminatının kompleks sazlanması, texniki sənədlərin və proqram təminatının işlənməsi və sınağı, sonra isə artıq idarəetmə sisteminin seriyalı hazırlanması və sənaye istismarına tətbiqi yerinə yetirilir.

6 - cı mərhələ - tətbiq edilmiş idarəetmə sisteminin fəaliyyətinin təhlili. Bu mərhələdə yaradılmış idarəetmə sisteminin keyfiyyəti və onun tətbiqinin real səmərəsi barədə obyektiv və sistemləşdirilmiş məlumatların əldə olunması məqsədilə tətbiq edilən idarəetmə sisteminin fəaliyyəti araşdırılır.

İdarəetmə sistemlərinin yuxarıda baxılan layihələndirmə qaydası idarəetmə sisteminin əsas hissəsinin - ixtisaslaşmış müəssisə və firmalar tərəfindən istehsal olunan RPİQ - in işlənməsi və hazırlanması zamanı və ya unikal RPİ dəzgahları üçün xüsusi idarəetmə sistemlərinin işlənməsi zamanı səciyyəvidir.

Dəzgahqayırma müəssisə və firmalarında RPİ dəzgahlarının layihələndirilməsi və hazırlanması zamanı idarəetmə sistemlərini ixtisaslaşmış müəssisələr və firmalar tərəfindən işlənmiş və hazırlanmış artıq mövcud RPİ sistemlərinin nomenklaturasının tərkib elementlərindən seçim əsasında (növbəti birləşməylə və sazlamaqla) komplektləşdirirlər.

Bu zaman idarəetmə sistemlərinin yaradılması və komplektləşdirilməsinin üç variantı ola bilər.

Birinci variantda müəssisələr və firmalar - idarəetmə sistemlərinin istehsalçıları (xüsusilə, RPİQ - lərin) sifarişçinin tələblərinə əsaslanaraq konkret olaraq buraxılan dəzgahlarda RPİ sistemlərinin tam komplekt təchizatını həyata keçirirlər: RPİQ, proqramlaşdırılan məntiqi və adaptiv idarəetmə qurğuları, tənzimlənən baş hərəkət və veriş elektroiqtiqalları, ölçü (ölçmə) çeviricisi, quraşdırma və kabel qurğuları və birləşmələri, yüksək səviyyəli mühafizə sistemli və havalandırma ilə elektroşkaflar (elektrodolablar). Bu zaman sifarişçinin arzusuna görə RPİ sisteminin komplektləşdirmə elementləri bu və digər firmanın istehsal etdiyi elementlərdən təşkil oluna bilər.

Bu, RPİ sistemlərinin layihələndirilməsi və istehsalının ən mütərəqqi üsuludur, çünki bu zaman idarəetmə sisteminin digər tərkib elementləri ilə RPİQ - in uyğunlaşdırılmasını təmin etmək daha asandır. Bundan başqa, RPİ sisteminin və dəzgahın sazlanma və işə salınması vaxtı xeyli azalır.

İkinci halda isə müəssisələr və firmalar - RPİ dəzgahlarının istehsalçıları idarəetmə sisteminin zəruri komplektləşdi-

rilməsini bazarda mövcud olan elementlər ilə həyata keçirirlər. Bu, RPİ sisteminin yaradılmasının az səmərəli üsuludur.

Üçüncü variantda dəzgahqayırma müəssisələri və firmaları, öz RPİQ - ləri və digər elementlərin işlənməsi və hazırlanması da daxil olmaqla, RPİ sistemlərini özləri işləyir və istehsal edirlər. Bu variantın tətbiqi istehsal edilən metalkəsən dəzgahların və onların RPİ sistemlərinin bütün imkanları və xüsusiyyətlərinin tam nəzərə alınması və uyğunlaşdırılması ilə, başqa sözlə desək tam integrasiya və koordinasiya ilə izah olunur. Digər hallarda bu variant dəzgahqayırma müəssisə və firmaları tərəfindən unikal metalkəsən dəzgahların istehsalında tətbiq edilir.

RPİ dəzgahına texniki tapşırıqda mövcud elementlərdən RPİ sisteminin komplektləşdirilməsi halında ilk növbədə seçilən RPİQ - ə tələblər göstərilir.

Konkret RPİ dəzgahı üçün proqram təminatının işlənməsi, eləcə də onun qeyri - standart hissəsinin işlənməsi artıq mövcud standart proqram bloklarının seçiminə və istifadəsinə gətirilir. Seçilmiş və sazlanmış proqram modullarını onun qeyri - standart hissəsinin köməyi ilə proqram təminatının vahid sistemə birləşdirirlər.

Konstruktiv baxımdan müasir RPİQ - lər üçün aşağıdakılar xarakterikdir:

- böyük güc istifadə edən və yüksək miqdarda istilik buraxan elementlərin zəif elementlərdən ayrı yerləşdirilməsi;

- kondisionerlər və qapı bərkidiciləri vasitəsilə şkaflın içində daxili istilik mübadiləsinin təşkili və sabit temperaturun saxlanması;

- daxili birləşmələri üçün böyük quraşdırma plataların (lövhələrin), çap quraşdırılması və çap yastı kabellərin tətbiqi;

- RPİQ - i bilavasitə dəzgahın mexanizmində qurmaq imkanı verən və ya, bunu tez-tez edirlər, onları ayrıca asma

idarəetmə pultunda (şitində) yerinə yetirməklə və dəzgaha münasib yerdə yerləşdirmək ilə miniatyurlaşdırma. Bu zaman istehsal sahələrinə xeyli qənaət edilir;

- müasir RPİQ - lərə texniki xidmətin rahatlığına səbəb olan, nasazlıqların axtarışını və müvafiq modulların təmir yolu ilə əvəzlənməsini asanlaşdıran modul konstruksiyası;

- təsvirin displeyli texnika ilə təchiz olunması;

- dəzgahın idarə olunması informasiyası, nasazlıqların hərfli – rəqəmli formada diaqnostikası, bu da idarəetmənin əyaniliyi və operatorun idarəetmə sistemi ilə "ünsiyyət" - ini yaxşılaşdırır.

İstənilən RPİ sisteminə ən əsas tələblərdən biri onun kifayət qədər yüksək etibarlılığıdır. Müasir RPİ sistemlərində imtinaetməyə qədər iş saati düzgün istismar şərtləri və profilaktik tədbirlər keçirməklə 2000 - 2500 saat və daha çoxdur.

Yoxlama sualları

1. RPİ dəzgahlarının layihələndirilməsinin əsas ümumiləşdirilmiş mərhələlərini sadalayın.

2. RPİ sistemlərinin layihələşdirilməsi mərhələlərini ardıcıl olaraq deyin.

3. RPİ sistemlərinin layihələndirilməsi və hazırlanmasının ən mütərəqqi üsulunu deyin.

4. Program təminatının işlənməsi necə baş verir?

5. RPİQ - lərin layihələndirilməsi zamanı konstruktiv tələbləri söyləyin.

ƏDƏBİYYAT

1. V.Z.Mövla-zadə. Maşınqayırma texnologiyası. II hissə. «Maşınqayırma texnoloji proseslərinin layihələndirilməsi. Ali texniki məktəblər üçün dərslik.-Bakı: «AzTU», 2008. - 421 s.

2. Yusubov N.D., Məmmədov A.M. Maşınqayırma texnoloji proseslərinin layihələndirilməsi (Rəqəmli proqramla idarəolunan dəzgahlarda texnoloji əməliyyatların layihələndirilməsi). Dərs vəsaiti – Bakı: AzTU, 2005, 156 s.

3. Yusubov N.D., Məmmədov A.M. «Maşınqayırmada texnoloji proseslərin kompüter layihələndirilməsi» fənni üzrə laboratoriya işləri toplusu. Dərs vəsaiti. - Bakı, AzTU, 2012, 288 s.

4. Yusubov N.D., Səmədov M.K. “Maşınqayırmada texnoloji proseslərin kompüter layihələndirilməsi (HAAS dəzgahlarının idarəetmə sistemi)”. – Bakı: AzTU, 2014- 78 s.

5. Yusubov N.D. «Maşınqayırma texnologiyasında texnoloji proseslərin layihələndirilməsi» fənni üzrə laboratoriya işlərinin yerinə yetirilməsi üçün metodiki göstəriş. – Bakı: AzTU, 2006 – 50 s.

6. Обработка на токарных станках: наладка, режимы резания: Справочник / Колл. авт. и Юсубов Н.Д.; под общей ред. докт. техн. наук, проф. А.А. Кошина. – Челябинск : Сити-Принт, 2012. - 744 с.:ил. Агентство СІР Челябинской ОУНБ.

7. Кольцов, А.Г. Управление станками и станочными комплексами: Конспект лекций / А.Г. Кольцов. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 56 с.

8. D. Fichtner. Fertigungsinformatik. Grundkurs NC-Technik Mehrachsbearbeitung. 6. Studienbrief. Dresden, TU Dresden, 1998.- 80 Seiten.

9. Захаров В.Н., Поспелов Д.А., Хазацкий В.Е. Системы управления. Задание. Проектирование. Реализация. М.: Изд-во «Энергия», 1977.

10. Левин А.И. Менеджмент или управление – в чем разница? Век качества, №3, 2001.

11. Шемелин В.К., Хазанова О.В. Управление системами и процессами. Учебник для вузов. - Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2007.-320 с.

12. Гжиров, Р.И. Программирование обработки на станках с ЧПУ / Р.И. Гжиров, П.П. Серебrenицкий. – Л.: Машиностроение, 1990. – 350 с.

13. Серебrenицкий, П.П. Программирование для автоматизированного оборудования / П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе. – М.: Высш. шк., 2003. – 592 с.

14. Станки с числовым программным управлением (специализированные) / под ред. В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1988. – 568 с.

15. Сосонкин, В.Л. Системы числового программного управления: учеб. пособие / В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. – М.: Логос, 2005. – 296 с.

16. Сосонкин ВЛ. Программирование систем числового программного управления: учеб. пособие/ В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов.-М.: Логос; Университетская книга; 2008. - 344 с. + 1 компакт-диск. - (Новая университетская библиотека).

17. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: справочник-учебник. В 3-х т. Т. 1: Проектирование станков / А.С. Проников, О.И. Аверьянов, Ю.С. Аполлонов и др.; под общ. ред. А.С. Проникова. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1994. – 444 с.

18. Мартинов Г.М., Сосонкин В.Л. Проблемы использования сплайновой интерполяции в системах ЧПУ

при обработке скульптурных поверхностей // Автоматизация в промышленности. 2006. № 11. С. 3-9.

19. Hiroshi Akima. A Method of Bivariate Interpolation and Smooth Surface Fitting for Irregularly Distributed Data Points, ACM Transactions on Mathematical Software. Vol. 4. No. 2. Yune 1978. P. 148-159.

20. Роджерс,Д., Адамс,Дж. Математические основы машинной графики: Пер. с англ. - М.: Мир, 2001. - 604 с., ил.

21. Завялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн - функций. М.: Наука.1980.

22. Schneider P.J. NURB Curves: A Guide for the Uninitiated develop // The Apple Technical Journal No. 25, March 1996.

23. Beard Tom. Interpolating Curves. MMS Online. <http://www.mmsonline.com/articles/109704.html>

24. Zelinski Peter. Understanding NURBS Interpolation. MMS Online. <http://www.mmsonline.com/articles/079901.html>

25. Brownhill Mark. An alternative view: nano smoothing NURBS curves for best fit // Tooling & Production. 3/1/2005; http://manufacturingcenter.com/tooling/archives/0305/0305alternative_view.asp

26. Что такое сплайн? (NURBS, ASPLINE, BSPLINE). <http://automation-drives.ru/mc/archive/press-/index.php>

27. HEIDENHAIN User's Manual Conversational Programming iTNC 530, www.heidenhain.com

28. Rockwell Automation, Inc. Operation and Programming Manual Allen-Bradley 9/Series CNC, www.rockwell-automation.com

29. Thomas Tennant. Haas makes machine controls its own way//Sept//Oct 2000 issue of Medical Equipment Design

ner, <http://www/manufacturingcenter.com/med/archives/090-0/0900tc.asp>

30. CNC-Ausbildung fuer die betriebliche Praxis. Teil 3a/ Drehen mit Kompletbearbeitung auf Ein- und Doppelschlittenmaschinen. Herausgegeben von Firma Traub AG, Reichenbach/Fils und von IFAO Informationssysteme GmbH, Karlsruhe, 1989, Carl Hanser Verlag Muenchen Wien.

31. H. D. Kief, H.A. Roschwal. CNC-Handbuch 2007/2008. Carl Hanser Verlag, Muenchen, 2007. 543 Seiten.

32. H. D. Kief, H.A. Roschwal. CNC-Handbuch 2009/2010. Carl Hanser Verlag, Muenchen, 2009. 551 Seiten.

T.e.d., prof. Yusubov Nizami Dəmir oğlu
T.e.n., dos. Əmirov Fariz Qaçay oğlu
T.e.n., dos. Səmədov Muxəddin Kamal oğlu
Assistent Abbasova Heyran Mürşüd qızı

MAŞINQAYIRMADA TEXNOLOJİ
PROSESLƏRİN KOMPYUTER
LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ

(MAŞINQAYIRMADA TEXNİKİ SİSTEMLƏRİN
KOMPYUTER İDARƏ OLUNMASI)

(Dərs vəsaiti)