

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Azərbaycan Texniki Universiteti

Uğurlu Nadirov

MƏMULLARIN İSTEHSAL KEYFİYYƏTİ VƏ
İSTİSMAR GÖSTƏRİCİLƏRİNİN İDARƏ EDİLMƏSİ

Monaqrafiya

Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi
Şurası tərəfindən monaqrafiya kimi təstiq
edilmişdir (Əmir № - . .2025).

BAKİ- 2025

Rəy verənlər: *t.e.d., professor N.D. Yusubov – AzTU-nun “Maşınqayırma texnologiyası” kafedrasının müdiri;*
t.e.d., professor Ə.M. Əliyev – Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Mexanika” kafedrasının məsləhətçi professoru.

U.M. Nadirov. “Məmulaların istehsal keyfiyyəti və istismar göstəricilərinin idarə edilməsi”. Monografiya– Bakı: AzTU, 2025.
230 s.

Bu monografiya, maşınqayırma sənayesində məmul istehsalının keyfiyyətinin və istismar göstəricilərinin idarə olunması məsələlərini əhatə edir. Məqsədimiz, müasir texnologiyalar və metodlardan istifadə edərək, istehsal proseslərindəki effektivliyi artırmaq və istismar müddətində məmulun etibarlılıq göstəricilərini optimallaşdırmaq üçün yeni yanaşmalar təqdim etməkdir.

Burada, maşınqayırmada istehsal keyfiyyətlərinin artırılması və istismar göstəricilərinin yüksəldilməsi mövzusunda tətbiqi metodlar və nəzəri əsaslar ətraflı şəkildə müzakirə edilir. Əlavə olaraq, məmulun istismar dövründə qarşılaşılan problemlərin həlli və istehsal proseslərindəki keyfiyyət çatışmazlıqlarının aradan qaldırılması üçün yeni yanaşmalar təklif olunur.

GİRİŞ

Elmi-texniki tərəqqinin sürətlə inkişaf etdiyi bu dövrdə, sənaye istehsalatının optimallaşdırılması və məhsul keyfiyyətinin artırılması sahəsində mühüm nailiyyətlər əldə olunmaqdadır. Xüsusilə maşınqayırma sahəsi, yüksək dəqiqlikli və yüksək məhsuldar istehsal texnologiyalarının tətbiqi ilə yeni inkişaf mərhələsinə qədəm qoymuşdur. Bu sahədə istehsal keyfiyyətinin və istismar göstəricilərinin idarə edilməsi, yalnız məhsulun etibarlılığını deyil, həm də iqtisadi səmərəliliyi artıran əsas amillərdən biridir.

Maşınqayırma sənayesi, müasir iqtisadiyyatın əsas sahələrindən biri olaraq, texnologiyanın və innovasiyaların inkişafı ilə paralel olaraq daim yenilənir. Sənayenin inkişafı, istehsal keyfiyyətinin yüksəldilməsi və məhsulun istismar dövründəki göstəricilərinin optimallaşdırılması ilə sıx əlaqəlidir. Bazar iqtisadiyyatı şəraitində, müəssisələr yalnız istehsal proseslərinin səmərəliliyini artırmaqla kifayətlənməməli, eyni zamanda istehsal etdikləri məhsulların keyfiyyətini yüksək səviyyədə təmin etməli və bu məhsulların istismar müddətində də effektivliyini qorumaq üçün müvafiq yanaşmalar tətbiq etməlidirlər.

Məmulaların istehsal keyfiyyətlərinin idarə edilməsi və istismar göstəricilərinin yüksəldilməsi, həm daxili, həm də beynəlxalq bazarda rəqabətə dayanıqlı olmaq üçün mühüm amillərdən biridir. Bazarın tələbləri və texnologiyanın sürətlə dəyişməsi nəticəsində, maşınqayırma sahəsində istehsal edilən məmulaların keyfiyyəti, yalnız məhsulun etibarlılığını deyil, həm də onun istismar dövründəki iqtisadi səmərəliliyini müəyyən edir. Bu sahədə uğur qazanmaq üçün, maşınqayırma istehsalçıları müasir texnologiyalarla təchiz olunmalı və məhsullarının keyfiyyətini daim təkmilləşdirməlidir.

Digər tərəfdən, cəmiyyətin davamlı inkişafı istehsal və istismar olunan maşınların və texniki vasitələrin keyfiyyətlərinin və istismar göstəricilərinin davamlı inkişafını tələb edir. Buna görə də, layihələndirilən və istehsal edilən məhsullar beynəlxalq standartların tələblərinə cavab verməli, hətta onları qabaqlamalıdır.

Sənaye, aqrar təsərrüfat və gündəlik həyatda müxtəlif sahələrdə geniş çeşidli və müxtəlif miqyasda texniki vasitələrdən istifadə olunur. Eyni adlı və təyinatlı və məhsulların müxtəlif hissələri fərqli müəssisə

lərdə və hətta ayrı-ayrı ölkələrdə istehsal oluna bilər. Lakin, bu hissələr bir-birini tam şəkildə əvəz etməli və funksional baxımdan uyğun olmalıdır. Hər hansı bir təyinatlı məmulun istehsalı və istismarı maksimum səmərəliliklə həyata keçirilməlidir.

İstənilən təyinatlı maşının konstruktiv, istehsal və istismar keyfiyyətlərinin idarə olunmasında, onun bütövlükdə və hər bir tərkib hissəsinin ayrı-ayrılıqda həndəsi və səth keyfiyyəti parametrləri istismar tələblərinə uyğun olaraq müəyyən edilməli və qiymətləndirilməlidir. Eyni zamanda, konstruksiyanın və onu xarakterizə edən parametrlərin milli və beynəlxalq standartlara uyğunluğu təmin edilməlidir. Keyfiyyətin beynəlxalq miqyasda qəbul edilmiş qaydalarla qiymətləndirilməsi də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Göstərilən tələblərin ödənilməsi yalnız o halda mümkündür ki, məmullar, düyümlər və onların hissələrinin səthlərinin ölçüsü, forması və qarşılıqlı vəziyyəti, eləcə də keyfiyyət göstəriciləri müvafiq konstruksiyanın vəzifəsinin tələb etdiyi diapazon daxilində olsun. Bu isə, keyfiyyət göstəricilərinin müəyyən qanunauyğunluqla, məmul və onun hissələrinin təyinatının tələbləri çərçivəsində normalaşdırılması ilə reallaşa bilər.

Cəmiyyətin fasiləsiz inkişafı, istifadə olunan məmulların təkmillik səviyyəsi və keyfiyyətlərinin də davamlı inkişafını tələb edir. İnsan fəaliyyətinin hər bir sahəsində müxtəlif konstruksiyalı və təyinatlı alət, cihaz, maşın, avadanlıq, qurğu və sairədən istifadə olunur. Bunların hamısı maşınqayırma sənayesinin məhsuludur. Maşınqayırma, iqtisadiyyatın bütün sahələrini – sənaye, nəqliyyat, kənd təsərrüfatı, metallurgiya, elektrotexnika, neft və kimya, hərbi sənaye və s. – müxtəlif təyinatlı texnika ilə təchiz etdiyi üçün, cəmiyyətin inkişafında böyük əhəmiyyət və rol oynayır.

Aydındır ki, iqtisadiyyatın hər hansı bir sahəsinin sürətli inkişafını təmin etmək üçün, əvvəlcə orada istifadə edilən texniki vasitələrin inkişafına diqqət yetirilməlidir. Yalnız yüksək keyfiyyətli, mexanikləşdirmə və avtomatlaşdırma səviyyəsində olan yeni texniki vasitələr, daha mükəmməl dəqiqlik və keyfiyyətə malik avadanlıqla təchiz edilmiş maşınqayırma sənayesi tərəfindən istehsal oluna bilər. Bununla yanaşı, maşınqayırmanın inkişafı texniki tərəqqinin əsas hərəkətverici qüvvəsi və vacib şərtidir. Texnika ilə bağlı bütün sahələrin irəliləyişi,

birbaşa maşınqayırmanın inkişafından asılıdır.

Maşınqayırmanın müasir inkişafı əsasən intensiv metodlarla həyata keçirilməlidir. Bu, mütərəqqi texnoloji proseslərin tətbiqi, kompleks avtomatlaşdırma və mexanikləşdirmə ilə təmin edilməlidir.

Müxtəlif texniki vasitələrin, məsələn, avtomobillərin, vaqonların, neft avadanlıqlarının və s., istismarının ilkin mərhələsi onların layihələndirilməsi və istehsalından ibarətdir. Texniki vasitələrin istismar səmərəliliyi birbaşa onların layihələndirilmə və istehsal effektivliyindən asılıdır. Konstruksiyaların layihələndirilməsində və istehsalının texnoloji proseslərinin işlənməsində ölçü zəncirləri nəzəriyyəsindən geniş şəkildə istifadə olunur.

Ölçü zəncirləri nəzəriyyəsi, konstruksiyanın və texnoloji sistemlərin müxtəlif elementləri arasında, eləcə də bu elementlərin səthləri arasındakı ölçü əlaqələrini aşkar etməyə imkan yaradır. Bu, həm konstruksiyanın, həm də texnoloji sistemin çıxış parametrlərinin əvvəlcədən müəyyənləşdirilməsini və həmin parametrlərin idarə olunmasını mümkün edir. Beləliklə, layihə mərhələsində tətbiq ediləcək texniki vasitənin konstruktiv və texnoloji göstəriciləri barədə məlumat əldə edilir. Buna görə də, son dövrlərdə konstruksiyaların və texnoloji proseslərin ölçü analizi xüsusi önəm kəsb edir.

Buna görə də, istehsal və istismar əlaqələrinin ölçü zəncirləri nəzəriyyəsi əsasında araşdırılması və sənaye məhsullarının keyfiyyətinin idarə edilməsi ilə istehsal və istismar səmərəliliyinin artırılması məsələsi son dərəcə aktuallaşır. Məhsulun keyfiyyəti, istismar tələblərini texnoloji və iqtisadi baxımdan optimal şəkildə ödəmək bacarığını müəyyən edən əsas xüsusiyyətlərin birləşməsidir. Keyfiyyət anlayışı, maşınların funksional istehsal xüsusiyyətləri (güc, sürət, məhsuldarlıq, material və enerji istehlakı, avtomatlaşdırma səviyyəsi və s.) ilə yanaşı, onların istismar prosesinin ardıcılığı, etibarlılığı, uzunömürlülüyü, təmirə yararlılığı və saxlanması kimi xüsusiyyətləri də əhatə edir.

Məhsulun keyfiyyətinin idarə edilməsi müasir dövrdə yüksək aktuallıq kəsb edən, insan fəaliyyətinin geniş spektrini əhatə edən və ümumxalq əhəmiyyəti olan bir məsələdir. Maşınqayırmada məhsulun keyfiyyətinin idarə edilməsi ümumilikdə iki istiqamətdə həyata keçirilə bilər: birincisi, yeni, daha mütərəqqi konstruksiyalı alət və avadanlıqların, emal üsullarının və məmulların layihələndirilməsi və idarəetmə

proseslərinin yaradılması, ikinci istiqamət isə mövcud məmulların konstruksiyalarında, istehsal texnologiyalarında və idarəetmə proseslərində mütərəqqi təkmilləşmələrin aparılmasıdır.

Keyfiyyətin idarə edilməsi sistemi dəqiq müəyyən edilməli və bu sistemin tərkib hissələri arasında birbaşa və qarşılıqlı əlaqələrin effektiv istifadə edilməsinə əsaslanmalıdır. Cəmiyyətin inkişafı, yer kürəsində əhalinin sıxlığının davamlı artması, eyni zamanda təbii sərvətlərin daha intensiv istifadəsi ilə azalmağa meyllidir. Bu şəraitdə, insanların texniki vasitə və avadanlıqlara qoyduğu təyinat və istismar tələbləri artdıqca, istehsal olunan texniki vasitələrin daha səmərəli istifadəsi, onların keyfiyyətinin və etibarlılığının davamlı olaraq artırılması zərurəti yaranır.

Son dövrlərdə texniki konstruksiyalarda mürəkkəb səthlər və hissələrdən daha geniş istifadə edilir. Bununla yanaşı, onların mütərəqqi emal texnologiyaları və hibrid emal üsulları yaradılaraq tətbiq olunmağa başlanıb. Texniki tərəqqi, məmul və onun tərkib hissələrinin istehsal və istismar keyfiyyətlərinin daha müasir üsul və vasitələrlə, hərtərəfli və səmərəli şəkildə qiymətləndirilməsi üçün əlverişli şərait yaradır.

Yeni mütərəqqi emal üsulları və texnologiyalarının işlənməsi, texniki konstruksiyalarda və texnoloji proseslərdə təsir edən iki və ya çoxtərəfli konstruktiv və funksional əlaqələrin aşkar edilməsi, araşdırılması və sintezi, həmçinin bu əlaqələrin vəhdət halında məqsədyönlü idarə edilməsi üzərində qurulmalıdır. Hazırda, hissələrin mexaniki emalı və məmulların istismarı zamanı təsir edən əlaqələrin ümumiləşdirilmiş konsepsiyasının işlənməsi və bu əsasda mexaniki emal və istismar proseslərində təsir edən əlaqələrin idarə edilməsi, mütərəqqi emal üsullarının və texnologiyalarının istehsal keyfiyyətini artırmaq üçün yeni kompleks qiymətləndirmə üsulları, vasitələri və metodlarının işlənməsi aktual bir məsələdir.

I . MAŞINQAYIRMADA KEYFİYYƏTİN FORMALAŞMASI

İstehsal və istismar keyfiyyətlərinin formalaşması mühüm mühəndislik və texnoloji proseslərdir. Bu proseslər, bir məmulun həyat dövrünün müxtəlif mərhələlərində əldə edilən göstəricilərdən asılıdır. Həm istehsal, həm də istismar mərhələlərində məmulun keyfiyyəti müxtəlif faktorlardan təsirlənir. Bu faktorlar istehsal prosesində və məmulun istismar dövründə necə işlədiyini müəyyənləşdirir. İstehsal prosesində tətbiq olunan texnologiyalar, materiallar və metodlar məmulun keyfiyyətinə təsir edir. Eyni zamanda, məmulun istismar zamanı göstərdiyi iş qabiliyyətini müəyyən edir.

İstehsal keyfiyyətinin formalaşması:

İstehsal keyfiyyəti, məmulun ilk dəfə istehsal edildiyi mərhələdə formalaşır. Bu mərhələdə əsasən bir sıra amillər məmulun keyfiyyətinə təsir göstərir. İlk növbədə, texnoloji proseslər mühüm rol oynayır. İstehsal prosesində istifadə olunan texnoloji üsullar, avadanlıqlar və əməliyyatlar məmulun keyfiyyətini birbaşa müəyyənləşdirir. Məsələn, materialların seçimi, emal metodları və montaj prosesi keyfiyyətin təməlini qoyan əsas amillərdəndir.

Bundan başqa, materialların keyfiyyəti də istehsal olunan məhsulun ümumi keyfiyyətinə təsir göstərir. İstifadə olunan xammalın keyfiyyəti nə qədər yüksək olarsa, istehsal olunan məhsul da o qədər dayanıqlı və uzunömürlü olur. Keyfiyyətli materiallar, nəticədə daha etibarlı məhsulların istehsalını təmin edir.

Dəqiqlik və toleranslar da mühüm əhəmiyyət kəsb edir. İstehsal prosesində tətbiq olunan dəqiqlik tələbləri və toleranslar, məmulun son formasını və xüsusiyyətlərini müəyyən edir. Dəqiq ölçülər və düzgün quraşdırma, keyfiyyətin əsas göstəricilərindəndir.

İnsan faktoru da istehsal keyfiyyətini formalaşdıran mühüm amillərdən biridir. İstehsalın düzgünlüyü və keyfiyyəti işçi qüvvəsinin ixtisas səviyyəsindən, təcrübəsindən və prosesləri düzgün idarə etməsindən asılıdır. Yüksək peşəkarlığa malik işçi heyəti, məhsulun keyfiyyətini artırmağa kömək edir. Son olaraq, avadanlıq və texnikanın vəziyyəti də məhsulun keyfiyyətinə təsir edir. İstehsal avadanlıqlarının texniki vəziyyəti, düzgünlüyü və etibarlılığı, məhsulun istehsalında

mühüm rol oynayır. Avadanlığın düzgün işləməsi, məhsulun keyfiyyətinin yüksək olmasına şərait yaradır.

İstismar keyfiyyətinin formalaşması:

İstismar keyfiyyəti, məmulun istifadəyə verildikdən sonra necə işlədiyini və fəaliyyətini müəyyənləşdirir. Həmçinin, məmulun dayanıqlılığı da istismar keyfiyyətinin əsas göstəricilərindəndir. İstismar keyfiyyətinin formalaşmasında bir sıra amillər mühüm rol oynayır.

İlk növbədə, davamlılıq və etibarlılıq vacibdir. Məmulun uzun müddət ərzində etibarlı və fasiləsiz işləməsi, istismar keyfiyyətinin yüksək olduğunu göstərir. Yüksək davamlılıq, məhsulun dayanıqlı olduğunu və uzun müddət ərzində qüsursuz işləyəcəyini bildirir.

Bundan başqa, saxlama və qulluq da istismar keyfiyyətinə təsir edən əhəmiyyətli amillərdəndir. İstismar müddətində məhsulun düzgün saxlanması və müntəzəm qulluq edilməsi onun ömrünü uzadır. Düzgün texniki xidmət və təmir işləri, məhsulun daha uzun müddət effektiv işləməsini təmin edir.

İstismar şəraiti də mühüm təsir göstərən bir faktordur. Məhsulun işlədiyi şərait, onun istismar keyfiyyətinə birbaşa təsir edir. Məsələn, yüksək temperatur, rütubət, mexaniki təzyiq və ya zərbələr məhsulun işləmə qabiliyyətini azalda bilər. Hər bir məhsulun ideal işləmə şəraiti mövcuddur və bu şəraitin qorunması istismar keyfiyyətini artırır.

Son olaraq, texniki etibarlılıq məsələsi də istismar keyfiyyətini müəyyən edən vacib bir amildir. Məhsulun istifadəsi zamanı yaranan texniki nasazlıqlar, onun etibarlılığını azaldır. Təhlükəsiz və etibarlı istifadə mühiti təmin etmək üçün uyğun texniki göstəricilər və tədbirlər təyin edilməlidir.

İstehsal və istismar keyfiyyətlərinin formalaşması bir neçə əsas amildən asılıdır. Bu amillər yalnız texnoloji proseslərin və materialların keyfiyyətindən ibarət deyil. Eyni zamanda, işçi qüvvəsinin peşəkarlığı da bu prosesi əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Avadanlıqların texniki vəziyyəti və məhsulun istismar şəraiti də məhsulun keyfiyyətinə müsbət və ya mənfi təsir göstərə bilər.

Məhsulun keyfiyyətinin optimallaşdırılması üçün müxtəlif yanaşmalar mövcuddur. Bu yanaşmalar arasında müvafiq idarəetmə sistemlərinin və texnoloji yanaşmaların tətbiqi xüsusi yer tutur. Bu sistemlər və yanaşmalar, istehsal proseslərini daha səmərəli və effektiv edir.

1.1 Keyfiyyəti idarə etməklə səmərəliliyin yüksəldilməsi

Cəmiyyətin sürətli inkişafında maşınqayırma mühüm rol oynayır. Bu sahə, iqtisadiyyatın və texnologiyanın əsas tərkib hissələrindən biridir. Maşınqayırma sənayesi, təbii ehtiyatların işlənməsindən tutmuş, müxtəlif sahələrdə texnologiyanın tətbiqinə qədər geniş bir təsir sahəsinə malikdir. Bu sənayenin inkişafı, insan fəaliyyətinin demək olar ki, bütün sahələrini əhatə edir. Hər bir sahədə texnikadan istifadə edilir və bu texnikanın əsasını məhz maşınqayırma sənayesi təşkil edir.

Maşınqayırma, digər sahələrə texnoloji yeniliklər təqdim edən bir sektor olaraq, müasir həyatın vazkeçilməz bir hissəsinə çevrilmişdir. Bu sənayenin tətbiq sahələri çox genişdir və hər birində mühüm rolu vardır.

Bu sahə istehsal proseslərini avtomatlaşdırmaqla məhsuldarlığı artırır və iş gücünün daha səmərəli istifadəsinə imkan verir. Eyni zamanda, müasir texnologiyalar, maşın və avadanlıqların təkmilləşdirilməsi həm iqtisadi, həm də sosial inkişafın əsasını qoyur. Məsələn, avtomobil, kənd təsərrüfatı maşınları, tikinti avadanlıqları, tibbi cihazlar və hətta kosmik texnologiyalar - hamısı maşınqayırma sənayesinin birbaşa məhsuludur.

Bu sahə, istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılmasını təmin edərək məhsuldarlığın artırılmasına və işçi qüvvəsinin daha səmərəli istifadəsinə imkan yaradır. Avtomatlaşdırma həmçinin resursların qənaətli istifadəsini təmin edir və istehsal xərclərini azaldır. Bu texnologiyalar, iş şəraitini yaxşılaşdıraraq işçi səhvlərini minimuma endirir və ümumilikdə istehsalın səmərəliliyini yüksəldir.

Müasir texnologiyaların tətbiqi və maşın-avadanlıq parkının təkmilləşdirilməsi, həm iqtisadi, həm də sosial inkişafın əsasını təşkil edir. Bu təkmilləşdirmələr istehsalın səmərəliliyini artırmaqla yanaşı, iqtisadiyyatda daha rəqabətli məhsulların yaranmasını və daha geniş bazar imkanlarını təmin edir. Sosial sahədə isə inkişaf etmiş texnologiyalar cəmiyyətin həyat keyfiyyətini artırır və yeni iş imkanları yaradır.

Maşınqayırma sənayesinin məhsulları müxtəlif sahələrdə əvəzsiz rol oynayır. Məsələn, avtomobil, kənd təsərrüfatı maşınları, tikinti avadanlıqları, tibbi cihazlar və kosmik texnologiyalar-bunlar hamısı maşınqayırma sənayesinin birbaşa məhsuludur. Bu məhsullar həm iqtisadiyyatda, həm də sosial həyatda mühüm rol oynayır. Avtomobil

sənayesi insanların hərəkətini asanlaşdırarkən, kənd təsərrüfatı maşınları qlobal miqyasda ərzaq təhlükəsizliyini təmin etməyə kömək edir. Tibbi cihazlar sağlamlıq sahəsini təkmilləşdirir, kosmik texnologiyalar isə yeni kəşflər və innovativ həllər təqdim edir.

Zaman keçdikcə, dünya əhalisinin sayı sürətlə artmaqdadır. Eyni zamanda, təbiətin insanlara bəxş etdiyi sərvətlər isə sürətlə tükənir. Bu iki qarşılıqlı əlaqəli fenomen, maşınqayırma məmullarının keyfiyyətinin, etibarlılığının və istismar göstəricilərinin artırılması məsələlərini gündəmə gətirir. Beləliklə, məhsulların daha dayanıqlı və effektiv olması, həm istehsalçı, həm də istifadəçi üçün önəmli bir mövzuya çevrilir.

Təbiət resurslarının azalması və əhalinin artması fonunda maşınqayırma sənayesinin rolu daha da böyüyür. Bu sahə, yalnız istehsalın səmərəliliyini artırmaqla kifayətlənmir, həm də ekoloji baxımdan dayanıqlı həllərin tətbiqinə önəm verir. Maşınların və avadanlıqların keyfiyyətinin və etibarlılığının artırılması, iqtisadiyyat üçün vacib olduğu qədər, ətraf mühitin qorunması baxımından da kritikedir.

Innovativ yanaşmalar və texnoloji inkişaf, bu sahənin gələcək inkişafını formalaşdıracaq. Gələcəkdə, daha davamlı və resursları qoruyan istehsal metodlarının tətbiqi, maşınqayırma sənayesinin ekoloji və iqtisadi problemləri həll etmə potensialını artıracaq. Beləliklə, maşınqayırma məmullarının təkcə iqtisadi cəhətdən deyil, həm də ekoloji cəhətdən effektiv olması mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Maşın hissələrinin səthlərinin müxtəlif mexaniki emal üsulları ilə formalaşdırılması və texniki konstruksiyaların istehsalı sahəsində geniş miqyasda elmi tədqiqatlar aparılsa da, bu tədqiqatlarda əldə edilən məlumatların istehsal keyfiyyətləri və texniki göstəriciləri hələ də tam şəkildə sistemləşdirilməmiş və vahid bir konsepsiya daxilində ümumiləşdirilməmişdir. Mövcud elmi əsərlərdə, xüsusilə də bu sahədə dərc edilmiş məhdud sayda işlərdə, məmurların keyfiyyətləri ilə onların formalaşmasına təsir edən texnoloji amillərin, həmçinin məmurların istismar şəraitinin bu keyfiyyət göstəricilərinə olan təsirinin tam və hərtərəfli şəkildə araşdırılması və nəzərdən keçirilməsi hələ də tam şəkildə nəzərdən keçirilməyib.

Beləliklə, məmullarda keyfiyyətin formalaşdırılmasına dair ümumiləşdirilmiş mövcud konsepsiyanın təkmilləşdirilməsi və keyfiyyətin

formalaşmasında iştirak edən bütün faktorların nəzərə alınması, habelə keyfiyyətə təsir edən amillər arasındakı əlaqələrin hərtərəfli araşdırılması, bu sahədəki tədqiqatların əsasın vacib məsələ olduğu nəzərə alınmalıdır. Bu yanaşma, keyfiyyətin müəyyənləşdirilməsində və inkişafında iştirak edən müxtəlif faktorların qarşılıqlı təsirinin başa düşülməsini təmin edəcək və istehsal proseslərinin optimallaşdırılması üçün zəmin yaradacaqdır.

Keyfiyyət, mürəkkəb, kompleks (çoxşaxəli) və dinamik bir anlayış olaraq geniş müzakirə olunan bir mövzudur. Müxtəlif tədqiqatçılar bu anlayışı müxtəlif aspektlərdən izah etsələr də, onun mahiyyəti baxımından hər zaman beynəlxalq standartlara, xüsusilə İSO (Beynəlxalq Standartlaşdırma Təşkilatı) normativlərinə uyğunlaşdırılır. Maşın-qayırma sahəsində məmulların keyfiyyətinin təmin edilməsi və yüksəldilməsi istiqamətində kifayət qədər tədqiqatlar aparılmış, həmçinin bir sıra tədbirlər həyata keçirilmişdir. Buna baxmayaraq, məmul istehsalında keyfiyyətin artırılması məsələsi hələ də mühüm aktuallığını qoruyur və bu sahədəki elmi tədqiqatlar və praktiki tədbirlər daim yenilənməkdə və təkmilləşdirilməkdədir. Bu vəziyyət, keyfiyyətin artırılması ilə bağlı yeni yanaşmaların və metodların inkişaf etdirilməsinin vacibliyini vurğulayır.

Məmuların istehsal keyfiyyətini effektiv şəkildə idarə etmək üçün ilk növbədə onların keyfiyyət göstəricilərinin dəqiq müəyyənləşdirilməsi və bazarın mövcud tələbləri ilə yanaşı, yaxın gələcəkdəki gözlənilən tələblərlə müqayisə edilməsi vacibdir. Bu məqsədlə, müvafiq keyfiyyət meyarlarının və onları qiymətləndirmək üçün istifadə edilən qiymətləndirmə vasitələrinin tətbiqi zəruridir. Həmçinin, keyfiyyət meyarlarına və qiymətləndirmə vasitələrinə qoyulan tələblər, yalnız ümumi keyfiyyət tələbləri ilə uyğunlaşmaqla kifayətlənməməli, həm də davamlı olaraq inkişaf etməli və müasir dövrün tələblərinə uyğun şəkildə dəyişməlidir.

Məmulun, onun hissələrinin və elementlərinin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində ənənəvi nəzarət üsulları geniş şəkildə tətbiq olunur, lakin müasir dövrün tələbləri və texnoloji inkişafлар fərqli yanaşmaların istifadəsini zəruri edir. Xüsusilə, kompüterləşmə və rəqəmsal texnologiyaların inkişafı ilə bağlı, bu gün CAD (Kompüter Dəstəyi ilə Dizayn), CAM (Kompüter Dəstəyi ilə İstehsal) və CAE

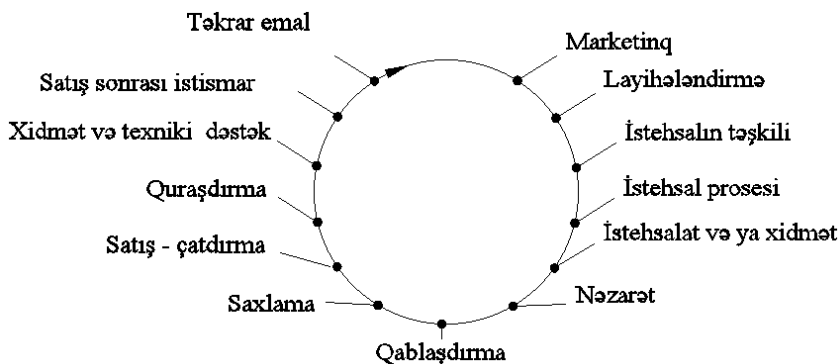
(Kompyuter Dəstəyi ilə Mühəndislik) sistemləri maşınqayırma sənayesinin demək olar ki, bütün istehsal mərhələlərində geniş şəkildə istifadə olunmağa başlanmışdır. Bu sistemlər vasitəsilə istehsal prosesinin müxtəlif mərhələləri-layihələndirmə (CAD), istehsal (CAM) və mühəndis nəzarəti (CAE) – bir-biri ilə əks əlaqə vasitəsilə kompleks şəkildə əlaqələndirilir. Beləliklə, sistemin proqram təminatı istehsal prosesində tələb olunan texnoloji ölçülərin qeyd alınmasını təmin edir və lazım gəldikdə bu ölçülərin düzgünlüyü və dəqiqliyi üzərində korreksiyalar aparmağa imkan verir. Bu integrasiya olunmuş yanaşma istehsalın dəqiqliyini artırmağa, xətalara və resurs israfının qarşısını almağa və ümumilikdə istehsal proseslərinin optimallaşdırılmasına böyük töhfə verir.

Hazırda istehsal vasitələri və dəzgahların idarəetmə sistemləri, hissənin cizgisinə əsaslanaraq onun səmərəli emal texnologiyasını tərtib etmək, həyata keçirmək və hətta alınan ölçüləri qeyd etmək imkanını təqdim edir. Bu, avadanlıqların texnoloji potensialından və onların rəqəmli idarəetmə sistemlərindən səmərəli istifadə edərək, müasir Ümumi Keyfiyyət Menecmenti (TQM – Total Quality Management) tələblərinə tam uyğunluğun təmin edilməsinə şərait yaradır. Nəticə etibarilə, bu texnologiyalar, emal prosesinin gedişində aktiv şəkildə hissənin ümumi keyfiyyətinin qiymətləndirilməsini və həmin keyfiyyətin ümumiləşdirilmiş meyarlarının kəmiyyətə qiymətləndirilməsini mümkün etməyə imkan verir. Bu yanaşma, keyfiyyətin hər bir mərhələdə izlənməsini və optimallaşdırılmasını təmin edir, beləliklə istehsal prosesində yaranan hər hansı bir uyğunsuzluğu erkən mərhələdə aşkar etməyə və lazımı düzəlişləri həyata keçirməyə şərait yaradır.

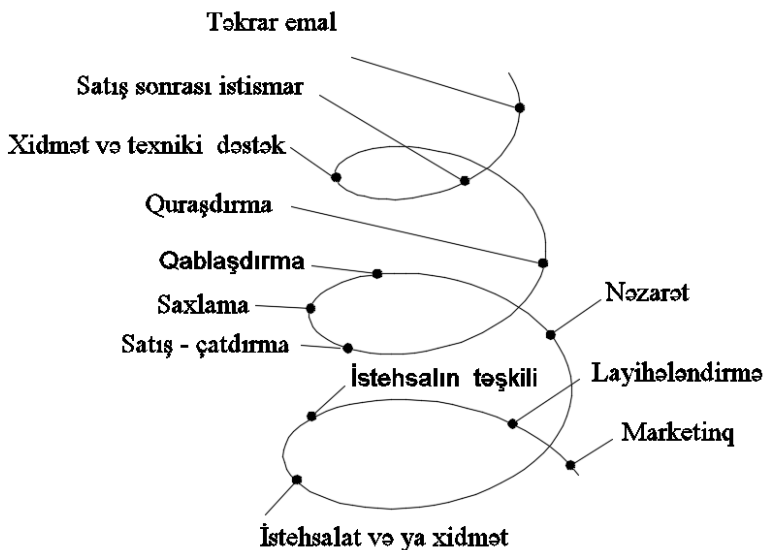
Keyfiyyətin ümumi qiymətləndirilməsində müxtəlif meyar və vasitələrdən, o cümlədən keyfiyyət ilgəyi, keyfiyyət spirali, keyfiyyət piramidası, nəzarət xəritələri və İshikava diaqramı kimi metodlardan istifadə edilir (şək. 1.1.1). Bu yanaşmalar, keyfiyyətin müxtəlif aspektlərini və istehsal proseslərindəki rolunu təhlil etməyə imkan verir.

Keyfiyyət ilgəyi, məmulların (hissələrin) həyat tsiklini təsvir edərək, onların inkişaf mərhələlərini və keyfiyyətin bu mərhələlərdə necə dəyişdiyini göstərir. Keyfiyyət spirali isə məmul və onun hissələrində keyfiyyətin vintvari (spiral) formada inkişafını əks etdirir, yəni keyfiyyətin zamanla artan və inkişaf edən bir proses olduğunu

göstərir. Lakin, bu yanaşmaların hər biri, heç bir mərhələdə məmulların keyfiyyət göstəricilərinin dəqiq şəkildə necə dəyişdiyini və konkret hansı keyfiyyətə malik olduğunu müəyyən etməyə tam imkan vermir. Bu səbəbdən, keyfiyyət ilgəyinin mahiyyəti müxtəlif mənbələrdə ayrı-ayrı müəlliflər tərəfindən eyni olaraq qəbul edilsə də, onun tərkib hissələri və konkret tətbiqi fərqli şəkildə təqdim edilir.



a)



b)

Şəkil 1.1.1. Keyfiyyət “ilgəyi” a) və keyfiyyət “spiralı” b)

Beləliklə, bu metodlar məmulun keyfiyyətinin inkişafını izah etməkdə faydalı olsa da, onların praktiki tətbiqi zamanı daha dəqiq və spesifik qiymətləndirmə vasitələrinə ehtiyac duyulur. Bu, keyfiyyətin qiymətləndirilməsinin daha aydın və ölçülə bilən bir şəkildə aparılmasına imkan yaradacaqdır.

Məmulun istehsalı prosesində keyfiyyətin formalaşmasının və onun təmin edilməsinin ümumiləşdirilmiş konsepsiyalarının işlənməsi vacibdir. Mövcud olan və məhdud şəkildə inkişaf etdirilmiş konsepsiyalarda mövcud çatışmazlıqların aradan qaldırılması, keyfiyyətin təmin edilməsində daha effektiv yanaşmaların tətbiq olunmasına şərait yaradacaqdır. Məmulun keyfiyyətini təyin edən hər bir parametrlər, emal üsulundan və şəraitindən asılı olmayaraq, bütün mümkün variantları və əlaqələri əhatə edən bir şəkildə ümumiləşdirilməli və bu əlaqələr sistemli olaraq işlənməlidir. Bu yanaşma, keyfiyyətin hərtərəfli qiymətləndirilməsini və istehsal prosesində keyfiyyətin davamlı olaraq yaxşılaşdırılmasını təmin edəcəkdir. Beləliklə, müxtəlif emal üsulları və şəraitlər altında keyfiyyət parametrlərinin düzgün və ardıcıl qiymətləndirilməsi mümkün olacaq, bu da istehsalın ümumi səmərəliliyini artıracaqdır. Keyfiyyətin formalaşmasının ümumi konsepsiyası, keyfiyyətə təsir edən və onun formalaşmasında birbaşa və dolaylı yolla iştirak edən bütün amilləri əhatə etməlidir. Bu, yalnız texnoloji və istehsal proseslərinin deyil, həm də bütün mühitin, avadanlıqların, materialların və insan faktorunun daxil olduğu geniş bir yanaşmanı nəzərdə tutur.

Maşınqayırma təcrübəsi göstərir ki, pəstahları emal zonasında yerləşdirərkən və istehsal prosesində digər parametrləri tənzimləyərkən, bir çox texnoloji xətlər və çətinliklər meydana çıxır. Məsələn, yuvanın bazalaşdırma xətləri, dəzgahın işçi orqanlarının nisbi hərəkəti zamanı onun kinematik elementlərinin əlaqələri və xətləri, dinamik xətlər (elastik və istilik deformasiyalarından yaranan xətlər, kəsmə bölgəsində gedən proseslər və kəsən alətin vəziyyəti kimi) kimi amillər də nəzərə alınmalıdır. Bu cür xətlər və çətinliklər, keyfiyyətin formalaşmasına və nəticə etibarilə məmulun keyfiyyət göstəricilərinə birbaşa təsir edir. Buna görə də, keyfiyyətin təmin edilməsində bu müxtəlif faktorların bütünlüklə və kompleks şəkildə qiymətləndirilməsi vacibdir.

Beləliklə, maşınqayırma məmulatları və onların hissələri üçün səciy-

yəvi olan dəqiqlik, istehsal keyfiyyətinin idarə olunması, keyfiyyət və etibarlılıq arasındakı əlaqələrin tədqiqi, həmçinin istismar keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi və yüksəldilməsi istiqamətlərinin müəyyənləşdirilməsi, maşınqayırma sahəsinin ən vacib və mürəkkəb məsələlərindən biridir. Bu məsələnin effektiv şəkildə həll edilməsi, həm istehsalın səmərəliliyini artırmaq, həm də məmulların uzunmüddətli istismar dövrü ərzində yüksək etibarlılığını təmin etmək baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədlə, məmulların istismar keyfiyyəti meyarı olaraq onların xidmət müddətinin, istehsal keyfiyyəti meyarı olaraq isə bu müddəti məhdudlaşdıran elementlərin ölçü dəqiqliyinin qəbul edilməsi məqsədəuyğundur. Beləliklə, bu yanaşma, həm xidmət müddətini maksimuma çatdırmaq, həm də istehsal prosesindəki keyfiyyətin müvafiq standartlara uyğun olmasını təmin etmək üçün optimal bir üsul olaraq nəzərdən keçirilə bilər.

İstismar keyfiyyətini formalaşdıran texnoloji parametrlərdən biri də səthlərin ölçü və forma dəqiqliyidir. Maşın və onun hissələrinin istehsal prosesində ölçü dəqiqliyi, adətən səpələnmə mərkəzinin koordinatları və səpələnmə sahəsi (σ) ilə qiymətləndirilir. Bu parametrlin kiçildilməsi, yəni səpələnmə mərkəzinin koordinatını sabit saxlamaqla, istehsal keyfiyyətinin yüksəldilməsinə imkan verir. Lakin tədqiqatlar göstərmişdir ki, istehsal keyfiyyətinin (ölçü dəqiqliyinin) normal qanun üzrə dəyişməsi şəraitində, σ -nın (səpələnmə sahəsinin) kiçildilməsi ilə istehsal dəqiqliyinin artırılması, ümumilikdə məmulun istismar keyfiyyətinə əhəmiyyətli bir təsir göstərməməlidir. Başqa sözlə, istehsalın dəqiqliyinin artırılması yalnız istehsal prosesindəki ölçü dəqiqliyi ilə məhdudlaşmalı, bu tədbirlər məmulun uzunmüddətli istismar dövrü və onun ümumi etibarlılığına təsir etməməlidir. Bu yanaşma, istehsal və istismar keyfiyyətləri arasında düzgün tarazlığı təmin etməklə, həm də istehsal prosesinin optimallaşdırılmasına imkan yaradır.

Müxtəlif təyinatlı məmulların istehsal keyfiyyəti parametrləri (məsələn, səthin kələ-kötürlüyü, ölçü dəqiqliyi və s.) ilə onların istismar göstəriciləri (məsələn, yeyilmə davamlılığı, xidmət müddəti və s.) arasında əlaqələrin öyrənilməsi və məmulların etibarlılığının artırılması sahəsində çoxsaylı tədqiqat işləri aparılmışdır. Lakin bu tədqiqatlar daha çox konkret məmul növlərinə yönəlmişdir və geniş miqyasda ümumiləşdirilmiş əlaqələrin müəyyənləşdirilməsi hələ də vacib bir

araşdırma sahəsi olaraq qalır. Bu səbəbdən, istehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı əlaqələrin ümumiləşdirilmiş formada araşdırılması müasir dövrün mühüm məsələlərindən biridir.

Son zamanlar keyfiyyətin təminatı və idarə olunması ilə əlaqədar bir sıra beynəlxalq səviyyəli normativ sənədlər və standartlar hazırlanmışdır. Bu sənədlərə riayət edilməsi, istehsal olunan məmulların keyfiyyətinə qoyulan tələblərin artırılmasını və istehsal proseslərinin daha dəqiq və etibarlı şəkildə həyata keçirilməsini tələb edir. Keyfiyyətin qiymətləndirilməsi isə, bu tələblərə uyğunluğun və keyfiyyətin necə təmin edildiyinin aşkar edilməsi vasitəsidir. Beləliklə, keyfiyyətin qiymətləndirilməsi, yalnız texnoloji göstəricilərin yoxlanılması ilə məhdudlaşmayıb, həm də istehsalın bütün mərhələlərində və istismar dövründə məmulun göstəricilərinin qiymətləndirmək üçün effektiv bir vasitəyə çevrilir.

Məmuların keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün müxtəlif göstəricilər və vasitələrdən istifadə olunur. Hazırda, hissələrin istehsal keyfiyyətləri əsasən onların konstruktiv parametrlərinin bütövlükdə və ayrı-ayrı elementlərinin cizgidə göstərilmiş hədd daxilində müəyyən diapazonda yerləşməsinə əsaslanaraq qiymətləndirilir. Bu yanaşma, ən çox "yararlı" və ya "yararsız" əlaməti ilə qiymətləndirmə aparılmasına səbəb olur. Belə qiymətləndirmə, yalnız müəyyən parametrlərin müvafiq diapazona uyğun olub-olmamasına diqqət yetirir, lakin bu üsul, məmulun keyfiyyətinin daha kompleks və çoxşaxəli tərəflərini tam şəkildə əhatə etmir. Əslində, keyfiyyətin daha dəqiq və hərtərəfli qiymətləndirilməsi üçün, yalnız parametrik uyğunluqla deyil, həm də məmulun istifadəsi zamanı ortaya çıxan digər xüsusiyyətlər və göstəriciləri ilə əlaqəli daha mürəkkəb qiymətləndirmə metodlarının tətbiqi zəruridir. Bu, məmulun uzunmüddətli etibarlılığını və xidmət müddətini də nəzərə alacaq şəkildə keyfiyyətin tam qiymətləndirilməsinə imkan verərdi.

Eyni cizgi üzrə hazırlanmış, iki eyni konstruksiyalı və təyinatlı hissənin istehsal keyfiyyətlərini müqayisə etmək üçün spesifik meyar və göstəricilər hələ ki, işlənməmişdir. Hal-hazırda, bu cür hissələrin nisbi keyfiyyətlərini fərqləndirən və müqayisə edən ümumi bir göstərici mövcud deyil. Lakin, nəzərdə tutulan hər bir məmul və onun hissəsinin keyfiyyət parametri müəyyən edilmiş hədd qiymətləri daxilində istəni-

lən dəyəri, o cümlədən yuxarı və ya aşağı həddə yaxın qiymətlər ala bilər. Bu vəziyyət göstərir ki, hər bir hissə üçün uyğun keyfiyyət parametrləri müəyyən diapazon daxilində dəyişkənlik göstərə bilər və bu da, hər bir hissənin fərqli istismar göstəricilərinə malik olmasına gətirib çıxarır.

Buna görə də, bu cür dəyişkənlikləri nəzərə alaraq, keyfiyyətin qiymətləndirilməsində daha incə və çoxsahəli yanaşmaların tətbiq edilməsi zəruridir. Hər iki hissənin istehsal keyfiyyətini müqayisə etmək və onların istismar göstəricilərindəki fərqləri dəqiq müəyyənləşdirmək üçün, yeni meyarların işlənməsi və qiymətləndirmə metodlarının təkmilləşdirilməsi vacibdir. Bu yanaşmalar, keyfiyyətin yalnız istehsal prosesində deyil, həm də məmulun istismar dövründəki məhsuldarlığını daha düzgün şəkildə əks etdirəcəkdir.

Hazırda dəstlə istehsal olunan hissələrin nisbi keyfiyyətlərini fərqləndirən və müqayisə edən bir göstərici (meyar) mövcud deyil. Lakin belə bir göstəricinin istifadəyə verilməsi, məmulların eyni keyfiyyət göstəricilərinə malik hissələrdən təşkil edilməsinə imkan yaradardı. Bu yanaşma, hissələrin keyfiyyətinin daha dəqiq qiymətləndirilməsini təmin etməklə yanaşı, həm də məmulun ümumi keyfiyyətini yüksəltmək üçün əlverişli şərait yaradardı. Məmulun istismar göstəriciləri, çoxsaylı elementlərdən ibarət olduğu zaman, hər bir hissənin daha yüksək istehsal keyfiyyətinə malik olması, istismar etibarlılığını – xüsusilə xidmət müddətini – ümumilikdə artırmağa şərait yaradar. Bu halda, hissələrdən hansının daha yüksək istehsal keyfiyyətinə malik olduğunu müəyyən etmək üçün bir meyarın işlənməsi vacibdir. Belə bir meyarın yaradılması, istehsal prosesində keyfiyyətin nəzarətini daha dəqiq və obyektiv şəkildə həyata keçirməyə imkan verəcək, eyni zamanda məmulun istismar dövründə etibarlılığını və xidmət müddətini artıracaqdır. Bu yanaşma, həm istehsal keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq, həm də məmulun ümumi etibarlılığını artırmaq baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

ISO 9000, buraxılan məmulun keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq məqsədilə müəssisələrdə həyata keçirilən proseslərin səmərəliliyini artıran və keyfiyyətin idarə edilməsi sistemini yaratmağa yönəlmiş beynəlxalq standartlar dəstidir. Bu standartlar, mütərəqqi dünya təcrübəsinin ümumiləşdirilmiş nəticəsi olaraq istehsal və xidmət sahələrində

keyfiyyətin idarə edilməsini və təkmilləşdirilməsini təmin edir. ISO 9000, müəssisələrin keyfiyyətə dair əməliyyatlarını sistemətik şəkildə təhlil etməyə və bu əməliyyatları optimallaşdırmağa kömək edir, nəticədə buraxılan məhsulun keyfiyyəti yüksəlir.

ISO 9000 standartlarının Respublikanın müəssisələrində tətbiqi və bu standartlara uyğun istehsal olunan məmulların keyfiyyətinin artırılması, müasir dövrün aktual məsələlərindən biridir. Bu məqsədlə, istehsal olunan məmulların ISO 9000 standartlarına uyğun şəkildə istehsal və istismar keyfiyyətlərinin idarə edilməsi və onlardan səmərəli istifadə istiqamətləri işlənməlidir. Həm istehsal proseslərinin, həm də məhsulun xidmət müddətindəki keyfiyyətinin idarə olunması, ISO 9000 standartlarının tətbiqi ilə daha effektiv şəkildə həyata keçirilə bilər. Bu yanaşma, müəssisələrin rəqabət qabiliyyətini artırmaq və istehsal proseslərində davamlı inkişafı təmin etmək baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Məmulların, qiymətləndirilməsinin əsas meyarı keyfiyyət olub, hər kəsin həyat səviyyəsini ayrılıqda, cəmiyyətin inkişaf səviyyəsini isə bütövlükdə müəyyən edir. Hərçənd ki, məmulun, keyfiyyətinin yüksəltmə ənənəsi bazarın tələbinə yönüm təşkil edir, lakin, məmulun keyfiyyətinin yüksəldilməsi yollarından birini, bəlkə də əsasını standartlaşdırma təşkil edir. Deməli, məmulların keyfiyyəti meyarının, etibarlıq göstəricisinin standartlaşdırılma tələblərinə uyğun işlənməsi gündəmdə olan məsələlərdəndir.

Məmulların qiymətləndirilməsinin əsas meyarı keyfiyyətdir, çünki keyfiyyət həm fərdi həyat səviyyəsini, həm də cəmiyyətin inkişaf səviyyəsini müəyyən edir. Məmulun keyfiyyətinin yüksəldilməsi ənənəsi, əsasən bazarın tələblərinə cavab vermək məqsədi güdür. Lakin məmulun keyfiyyətinin artırılması yollarından biri, bəlkə də ən önəmlisi, standartlaşdırma prosesidir.

Deməli, məmulların keyfiyyəti meyarının etibarlılığını artırmaq və etibarlıq göstəricilərinin standartlaşdırılma tələblərinə uyğun işlənməsini təmin etmək, bu günün gündəmdə olan mühüm məsələlərdəndir. Keyfiyyətin standartlaşdırılması, yalnız istehsalın deyil, həm də məhsulun uzunmüddətli etibarlılığının, istismar müddətinin və digər mühüm göstəricilərinin sabitliyini təmin edir.

1.2. Maşınqayırmada istehsal və istismar keyfiyyətlərinin formalaşması

Məmul və hissələrin keyfiyyəti maşınqayırma sənayesində mühüm rol oynayır və maşının fəaliyyətini, etibarlılığını və səmərəliliyini müəyyən edir. Keyfiyyətin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif göstəricilərdən istifadə olunur. Bu göstəricilər, istehsalın hər bir mərhələsində məhsulun məqsəduyğunluğunu təmin etməklə yanaşı, həm də istifadəçi tələblərinə cavab verməsini və məhsulun uzunmüddətli etibarlılığını təmin edir. İstehsal prosesində hər bir mərhələdə keyfiyyətin yoxlanması, yalnız istehsalın ilkin mərhələlərində deyil, həm də məhsulun istismar dövrü boyunca onun yüksək göstəricilərini təmin edir. Bu göstəricilər, həmçinin məhsulun funksional xüsusiyyətlərini, davamlılığını, təhlükəsizliyini və istifadəçi tələblərinə uyğunluğunu qiymətləndirmək üçün əhəmiyyətli rol oynayır.

Keyfiyyət anlayışı məhsulun və ya hissənin öz funksiyasını yerinə yetirməyə uyğunluğunu, etibarlılığını və uzun müddət istifadəyə dayanıqlığını göstərən xassələrin cəmidir. Bu keyfiyyət göstəriciləri aşağıdakı əsas növlərə bölünür:

İstismar göstəriciləri - məmulun və ya maşının real istifadə şəraitində nə dərəcədə effektiv və dayanıqlı olduğunu göstərir. Məsələn, bu göstəricilər maşının texniki xidmətə ehtiyacı, aşınma müqaviməti, işləmə müddəti və s. kimi faktorlara əsaslanır.

Texnoloji göstəricilər - istehsal prosesinin keyfiyyətini, istehsalın dəqiqliyini, məhsulun montaj və istehsal mərhələsində keçdiyi prosesdurları əhatə edir. Bu göstəricilər məhsulun düzgün və qənaətcil istehsalını təmin edən texnoloji prosesləri qiymətləndirir.

İqtisadi göstəricilər - məhsulun və ya maşının istehsalının iqtisadi səmərəliliyini ölçür. Bu, material və işçi qüvvəsinin istifadəsi, istehsal xərcləri və maşının əldə etdiyi gəlirə olan təsiri ilə bağlıdır.

Keyfiyyət anlayışı, məhsulun və ya hissənin öz funksiyasını yerinə yetirməyə uyğunluğunu, etibarlılığını və uzun müddət istifadəyə dayanıqlığını göstərən xassələrin cəmidir. Bu keyfiyyət göstəriciləri, məhsulun müxtəlif aspektlərini əhatə edərək onun ümumi göstəricilərini qiymətləndirməyə imkan verir. Bu keyfiyyət göstəriciləri aşağıdakı əsas növlərə bölünür:

1. **İstismar göstəriciləri** – Məmulun və ya maşının real istifadə şəraitində nə dərəcədə effektiv və dayanıqlı olduğunu göstərən göstəricilərdir. Bunlar, məmulun uzunmüddətli istismarda necə xidmət göstərdiyini qiymətləndirir. Məsələn, bu göstəricilər maşının texniki xidmətə ehtiyacı, aşınma müqaviməti, işləmə müddəti və digər faktorlara əsaslanır. İstismar göstəriciləri, məhsulun davamlılığı, funksional olması və istifadəçi tələblərinə cavab verməsi ilə birbaşa əlaqəlidir.
2. **Texnoloji göstəricilər** – İstehsal prosesinin keyfiyyətini, istehsalın dəqiqliyini, məhsulun montaj və istehsal mərhələsində keçdiyi prosedurları əhatə edən göstəricilərdir. Texnoloji göstəricilər, məhsulun düzgün və qənaətcil istehsalını təmin edən texnoloji prosesləri qiymətləndirir. Burada məhsulun istehsal mərhələsində istifadə olunan avadanlıqların, texnologiyaların və metodların effektivliyi, istehsal prosesindəki dəqiqlik və resursların səmərəli istifadəsi nəzərə alınır.
3. **İqtisadi göstəricilər** – Məmulun və ya maşının istehsalının iqtisadi səmərəliliyini ölçən göstəricilərdir. Bu göstəricilər, məhsulun istehsal xərcləri, istifadə olunan material və işçi qüvvəsinin effektivliyi, istehsal proseslərinin optimallaşdırılması və məhsulun bazara təqdim edilməsi ilə əlaqəli olan iqtisadi faktorları qiymətləndirir. İqtisadi göstəricilər, məhsulun cəlbədiciliyini artırmaq və müəssisənin ümumi maliyyə göstəricilərini yaxşılaşdırmaq üçün vacibdir.

Bu üç əsas keyfiyyət göstəricisi – istismar, texnoloji və iqtisadi – məmulun ümumi keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün geniş bir çərçivə təqdim edir. Onlar, yalnız istehsalın deyil, həm də məhsulun istismar müddəti və əməliyyat xərcləri aspektlərini də əhatə edir.

Maşınların keyfiyyətinin yüksək olması yalnız onların texniki göstəricilərinin yüksək olması ilə deyil, həm də istismar şəraitində effektiv işləmə qabiliyyəti və minimum xərclə uzun müddət işləmə imkanını təmin etməklə bağlıdır. Yəni, bir maşının keyfiyyəti, yalnız onun nəzəri texniki xüsusiyyətlərinə deyil, həm də gerçək şəraitdə nə qədər davamlı və etibarlı işlədiyinə bağlıdır. Bu, məhsulun bütün ömrü boyunca yüksək məhsuldarlıq və uzun müddətli istifadəyə imkan verir.

Texniki vasitələrin istismar keyfiyyətləri, onların istehsal keyfiyyətindən birbaşa asılıdır. İstehsal keyfiyyəti, məhsulun istehsal prosesi

zamanı əldə etdiyi xarakteristikaları və xüsusiyyətləri təmsil edir. Bu xüsusiyyətlər arasında materialların keyfiyyəti, ölçü dəqiqliyi, yığıma dəqiqliyi və s. yer alır. İstismar keyfiyyəti isə məhsulun real istifadə şəraitində nə dərəcədə effektiv işlədiyini və nə qədər uzun müddət davamlı məhsuldarlıq göstərdiyini əks etdirir. Yəni, istehsal keyfiyyətinin yüksək olması, istismar keyfiyyətinin də yaxşı olmasına şərait yaradır, çünki yaxşı istehsal edilmiş məhsul daha uzun müddət etibarlı və səmərəli işləyir.

Bu səbəbdən, istehsal və istismar keyfiyyətləri arasında sıx bir əlaqə mövcuddur və hər iki keyfiyyət növü məhsulun ümumi məhsuldarlığını və etibarlılığını müəyyən edir. Maşınların və texniki vasitələrin ömrü və səmərəliliyi bu iki keyfiyyət növünün harmonik şəkildə uyğunlaşdırılmasından asılıdır.

Texniki vasitələrin istismar keyfiyyətləri, onların istehsalı zamanı formalaşır və keyfiyyətin texnoloji təminatı müxtəlif emal üsulları və şəraiti ilə müəyyən edilir. İstehsal prosesində tətbiq olunan texnoloji metodlar, material seçimi, ölçü dəqiqliyi və digər parametrlər, məhsulun uzunmüddətli istismarda necə məhsuldar göstərəcəyini müəyyən edir. Yəni, məhsulun istismar göstəricisi birbaşa olaraq onun istehsal keyfiyyətindən asılıdır.

Bu səbəbdən, istehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı əlaqələrin aşkar edilməsi və onların idarə edilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. İstehsal keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması, məhsulun istismar dövründə daha yüksək məhsuldar və daha uzun xidmət müddəti təmin etməyə kömək edir. Bu əlaqələrin düzgün idarə edilməsi, məmuldan istifadənin səmərəliliyini artırmağa, texniki vasitələrin daha effektiv və etibarlı işləməsini təmin etməyə imkan verir.

Beləliklə, istehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı uyğunluğun optimallaşdırılması, yalnız məmulun ilkin istehsal mərhələsində deyil, həm də onun istifadə dövründə ümumi məhsuldarlığın və etibarlılığın artırılmasına xidmət edir. Bu yanaşma, həm də məhsulun uzunmüddətli etibarlılığını təmin etməklə yanaşı, istehsal xərclərinin azaldılmasına və resursların daha səmərəli istifadəsinə şərait yaradır.

Keyfiyyət kompleks bir məsələdir və onun əsasları konstruksiyanın layihələndirilməsi mərhələsində qoyulur (şəkl. 1.2.1). Maşının, onun düyünləri və hissələrinin keyfiyyətləri, təyinatlarına, istismar şəraitinin

tələblərinə və istifadəçilərin ehtiyaclarına əsasən konstruktiv tərəfdən təyin edilir. Bu keyfiyyətlər, layihə mərhələsində, məmulun tərkib hissələrinin parametrləri, ölçüləri, dəqiqlikləri, səth keyfiyyətləri və digər xüsusiyyətləri ilə birlikdə cizgilər vasitəsilə kağız üzərində müəyyən edilir.

Məmulun layihə keyfiyyəti, həmçinin elm və texnikanın mütərəqqi nailiyyətlərini nəzərə alaraq, bazarın tələblərinə uyğun olmalı və konstruktor tərəfindən verilmiş parametrlərlə təmin edilməlidir. Bununla yanaşı, konstruksiyanın mənəvi köhnəlmə ehtimalı və müddəti, onun nəzərdə tutulan minimum istehsal və istismar müddəti ilə uyğunlaşdırılmalıdır. Layihə mərhələsində, həmçinin nəzərə alınmalıdır ki, yeni bir konstruksiyanın bazara təqdim edilməsindən əvvəl mövcud layihə edilmiş məmulun iqtisadi səmərəliliyi təmin olunmalıdır.

Bu, məhsulun və ya hissənin yalnız texniki göstəricilərinin deyil, həm də iqtisadi baxımdan səmərəli olmasını, həmçinin istehsal və istismar müddətində minimum xərclərlə yüksək məhsuldarlıq göstərməsini təmin edir.

Maşınların və məmulların keyfiyyətləri istehsal prosesinin hər bir mərhələsində, xüsusilə onların hissələrinin hazırlanması və düynlərinin yığılması zamanı formalaşır (şək. 1.2.1). Bu mərhələlərdə mexaniki emal, səth keyfiyyətləri və yığma dəqiqliyi əsas həlledici amillərdən hesab edilir. Mexaniki emal prosesində istifadə olunan texnologiyalar və əməliyyatlar, hissələrin düzgün hazırlanmasını və tələb olunan dəqiqliklə uyğunlaşdırılmasını təmin edir. Səth keyfiyyətləri, yəni hissələrin üzərindəki qüsurların minimuma endirilməsi və düzgün texnoloji ölçülərin əldə edilməsi, həmçinin yığma dəqiqliyi, məmulun ümumi keyfiyyətini müəyyən edir.

Texniki vasitələrin keyfiyyət göstəriciləri, qəbul edilmiş istismar şəraiti və şərtlərinə uyğun olaraq optimal olmalıdır. Keyfiyyətin əsasız şəkildə artırılması və ya azaldılması, texniki vasitənin istifadə səmərəliliyinin təmin edilməsinə əngəl törədə bilər. Bu məsələnin əhəmiyyətini daha yaxşı başa düşmək üçün, keyfiyyətin təşkil edici amillərindən biri olan ölçü dəqiqliyi ilə bağlı nümunə götürək.

Məmulun layihələndirilməsi, istehsalı və istismarı zamanı ölçü dəqiqliyi çox vacib bir parametrdır. Həddindən artıq yüksək dəqiqlik tələb edən məhsulların istehsalı, əlavə resurs və zaman sərfiyyatına

səbəb ola bilər, eyni zamanda istehsal xərclərini artırır. Əksinə, ölçü dəqiqliyinin azaldılması, məmulun istismar dövründə zədələnmələrə və ya təmir xərclərinin artmasına səbəb ola bilər. Beləliklə, keyfiyyətin optimallaşdırılması yalnız istehsalın dəqiqliyini artırmaqla deyil, həm də texniki vasitənin ömrü və səmərəliliyini nəzərə alaraq həyata keçirilməlidir.

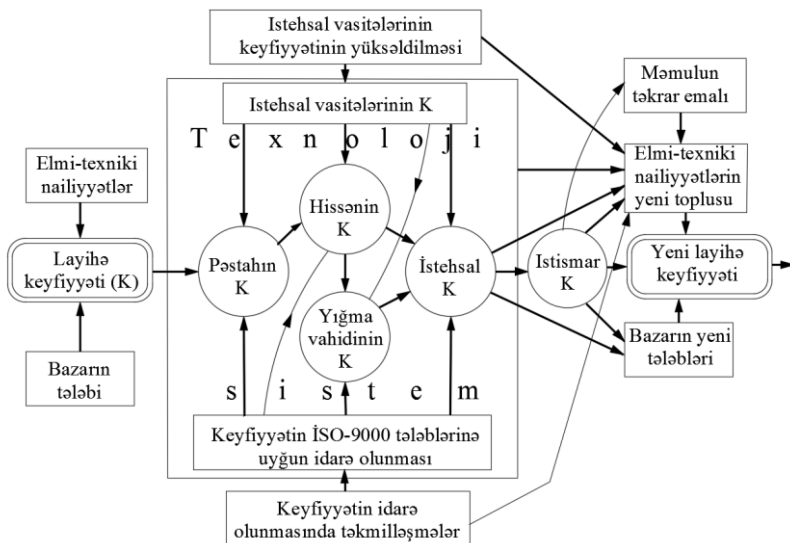
Məmulun layihələndirilməsi, istehsalı və istismarı ilə bağlı xərclərin cəminin minimuma endirilməsi, onun istifadəsinin səmərəliliyinin təmin olunması şərtidir. Bu, həmçinin məhsulun istismar müddətində yüksək məhsuldarlıq və etibarlılığını qoruyarkən, minimum təmir və texniki xidmət xərcləri ilə təmin olunmasını nəzərdə tutur. Bu yanaşma, həm istehsal xərclərini, həm də istismar xərclərini nəzərə alaraq, məhsulun ümumi iqtisadi səmərəliliyini optimallaşdırmağa xidmət edir.

Konstruksiyanın hər bir elementi özünə məxsus təyinatla müəyyən edilir və hər bir hissə ayrılıqda, həmçinin texniki konstruksiya bütövlükdə öz vəzifələrini səmərəli şəkildə yerinə yetirməlidir. Bu məqsədin reallaşması üçün, konstruktor tərəfindən təyin olunan təyinatın tələblərinə uyğun olaraq, elementlər arasında optimal ölçü, birləşmə və funksional əlaqələr qurulmalıdır.

İstismar keyfiyyətini formalaşdıran əsas texnoloji parametrlər, bir tərəfdən, materialların keyfiyyətinə, digər tərəfdən isə hissələrin ölçülərinə, forma və yerləşmə dəqiqliyinə bağlıdır. Bu parametrlər, məsələn, hissələrin ölçü və forma dəqiqlikləri, yerləşmə, yönüm, vurma dəqiqlikləri, səthlərin nahamrarlığı və səth qatının keyfiyyətləri kimi faktorları əhatə edir. Xüsusilə, səthlərin forma və qarşılıqlı vəziyyət dəqiqlikləri, yerli ölçülərin həndəsi yeri ilə formalaşır, çünki bu, hissələrin düzgün yığılmasını və hər bir hissənin öz funksiyasını yerinə yetirməsini təmin edən əsas parametrlərdəndir.

Keyfiyyətin və onun tərkib hissəsi olan ölçü dəqiqliyinin əsası, konstruktor tərəfindən layihə mərhələsində müəyyən edilir və bu mərhələdə təyin olunan parametrlər, məmulun sonrakı istehsal və istismar keyfiyyətinə birbaşa təsir edir (şəkl. 1.2.1). Konstruksiyanın layihələndirilməsi zamanı müəyyən edilən ölçü dəqiqliyi, həmçinin məcmu keyfiyyət göstəriciləri, məhsulun xidməti boyunca onun fəaliyyətini, etibarlılığını və səmərəliliyini müəyyən edir. Bu səbəbdən

layihə mərhələsində optimal keyfiyyət parametrlərinin seçilməsi, məhsulun uzunmüddətli uğurlu istismarını təmin etmək üçün vacibdir.

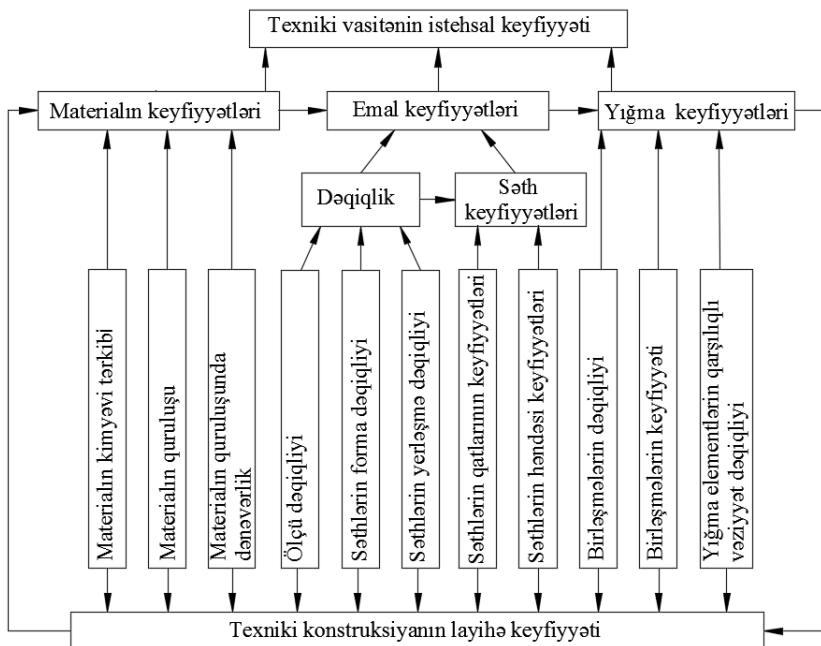


Şəkil 1.2.1. Məmulun keyfiyyətinin formalaşdırılması və idarə olunması sxemi (K-keyfiyyəti)

Məmulun və onun elementlərinin istehsal keyfiyyəti, əsasən hissələrin materialları, onların pəstah istehsalı, mexaniki emal və yığma prosesləri ilə təmin edilir (şə. 1.2.2). Bu proseslər, məmulun istismar keyfiyyətini formalaşdıran mühüm texnoloji parametrlərin inkişafına və düzgün tətbiqinə təsir edir. Hissələrin materialları və onların istehsal texnologiyası, məmulun ilkin keyfiyyətini və daha sonra onun istismar müddətindəki etibarlılığını müəyyən edir.

Səthlərin ölçü və forma dəqiqliyi, istismar keyfiyyətini formalaşdırən əsas çıxış texnoloji parametrlərdən biri kimi qəbul edilir. Bu parametrlər istehsal prosesində maşın və onun hissələrinin dəqiqliyini, səpələnmə mərkəzinin koordinatını və səpələnmə sahəsini (yəni, ölçü dəyişikliklərinin genişliyini) qiymətləndirməyə imkan verir. Beləliklə, məmulun istehsal keyfiyyəti, ölçü dəqiqliyi və səth keyfiyyətləri vasitəsilə qiymətləndirilir.

Lakin, aparılan tədqiqatlar göstərir ki, istehsal keyfiyyətinin normal qanun üzrə dəyişməsi zamanı, ölçü dəqiqliyinin artması ilə əlaqədar olaraq, ölçü dəqiqliyinin qiymətinin azaldılması, məmulun ümumi istismar keyfiyyətinə mütləq təsir etməməlidir. Başqa sözlə, istehsal prosesində müəyyən olunan dəqiqlik səviyyəsinin artırılması, məmulun istismar keyfiyyətinə dolayısı ilə təsir etmir, yəni istehsal keyfiyyətinin yüksəldilməsi, mütləq şəkildə məmulun istismar müddətinə və etibarlılığına təsir etməməlidir. Bu, göstərir ki, istehsal keyfiyyəti ilə istismar keyfiyyəti arasında müəyyən əlaqələr olsa da, onların birbaşa münasibətləri bəzi hallarda mürəkkəbləşə bilər və yalnız müəyyən parametr və şərtlərə bağlıdır.



Şəkil 1.2.2. Texniki vasitələrin layihə və istehsal keyfiyyətlərinin formalaşması

Mürəkkəb profilli fırlanma səəhlərinin istehsal səmərəliliyinin təmin edilməsi, maşınqayırma sahəsində məmulun istehsal keyfiyyətinin artırılmasının vacib tərkib hissəsidir. Belə səəhlərin istehsal və

istismar keyfiyyətlərinin yaxşılaşdırılması ilə bağlı bir çox əhəmiyyətli tədqiqat işləri aparılmışdır. Bu məsələyə dair mühüm işlər, xüsusilə P.F. Drujinskiy, A.S. Kalaşnikov, B.A. Tayts və B.K. Hans kimi alimlər tərəfindən irəli sürülmüşdür. Onların apardığı tədqiqatlar, mürəkkəb profilli fırlanma səthlərinin (məsələn, dişli səthlər, yivlər, fırlanma yan səthlərində profilli novlar və digər oxşar strukturlar) emal və istismar xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, istehsal proseslərinin səmərəliliyinin artırılması yollarını araşdırmışdır.

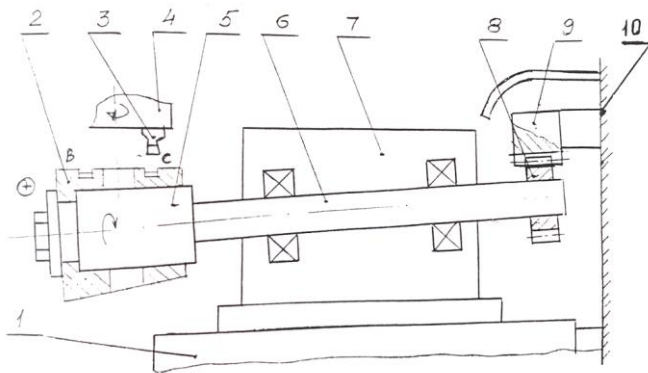
Mürəkkəb profilli fırlanma səthlərinin emal və istismar keyfiyyətləri çoxsaylı və müxtəlif parametrlərlə xarakterizə olunur. Bu səthlərin istehsalında, yalnız ölçü dəqiqliyi deyil, həm də materialın keyfiyyəti, səthin dəqiqliyi, həndəsi forma və yerli əlaqələrin dəqiq təyin edilməsi vacibdir. Belə səthlərin formalaşdırılması, bir tərəfdən yüksək əmək tutumu və resurs sərfi ilə, digər tərəfdən isə emalın mürəkkəbliyi ilə əlaqədardır. Bu səbəbdən, bu tip səthlərin istehsalı, həm texnoloji baxımdan mürəkkəb bir prosesdir, həm də optimal nəticələrin əldə edilməsi üçün dəqiqlik və düzgün metodologiyanın tətbiqi tələb edir.

Mürəkkəb profilli fırlanma səthlərinin istehsalında qarşılaşılan çətinliklər, bu səthlərin yalnız istehsal prosesində deyil, həm də onların istismar müddətində yüksək etibarlılığa malik olmasını təmin etməyə çalışır. Bu, onları daha uzunömürlü və istismarda effektiv edən mühüm amildir. Beləliklə, mürəkkəb profilli fırlanma səthlərinin istehsal səmərəliliyinin artırılması, həm istehsal, həm də istismar keyfiyyətlərinin yüksəldilməsi baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Fırlanma yan səthləri üzərində çevrəvi kipkəc novlarının burulğan üsulu ilə tək alətlə kəsilməsi üsulu, B. Sərdarov adına maşınqayırma zavodunda sınaqdan keçirilmiş və tətbiq olunmuşdur (şək. 1.2.3). Bu üsulda novun formalaşdırılması, xüsusilə şaquli verişlə təmin edilən birinci mərhələdə, novun düzgün və səmərəli şəkildə kəsilməsini təmin etməyi təşkil edilir. Şəkildə göstərilən novun formalaşdırılma sxemindən aydın olur ki, şaquli verişin təmin edilməsi üçün xüsusi bir mexanizm nəzərdə tutulmamışdır. Nəticədə, şaquli verişin təmin edilməsi məqsədilə dezgahın stolunun intiqalından istifadə olunur ki, bu da dişli çarx ötürməsində ilişmənin pozulmasına gətirib çıxarır.

Bu problemin həlli üçün təklif olunan təkmilləşdirmə konstruksiyası nisbətən aşağı texnoloji səviyyəyə malikdir və onun daha yüksək

texnoloji məhsuldarlığı təmin etməsi üçün əlavə təkmilləşdirmələrə ehtiyac duyulur. Beləliklə, bu məsələnin aktuallığı, həm istehsal proseslərinin daha effektiv hala gətirilməsi, həm də kəsilmə keyfiyyətinin artırılması baxımından önəmlidir. Bu təkmilləşdirmələr, həmçinin maşınqayırma sənayesində məhsulun keyfiyyətinin və istehsal səmərəliliyinin artırılması istiqamətində mühüm addım olacaqdır.



Şəkil 1.2.3. Fırılma yan səthlərində çevrəvi novların formalaşdırılmasının kinematik sxemi

1 – dəzgahın stolu; 2 – emal edilən içlik; 3 – kəsici alət; 4 – dəzgahın şpindeli; 5, 6, 7 – tərtibat; 8 – dişli çarx; 9 – təmasa; 10 – dəzgahın gövdəsi.

Üsulu yerinə yetirmək üçün ox boyu yerdəyişmə (X) ilə pəstahın öz oxu arasındakı çevrəvi dönmə bucağı arasında funksional əlaqə çıxarılmışdır:

$$\alpha_x = \arcsin \frac{r}{R} - \arcsin \frac{r-X}{R} \quad (1.2.1)$$

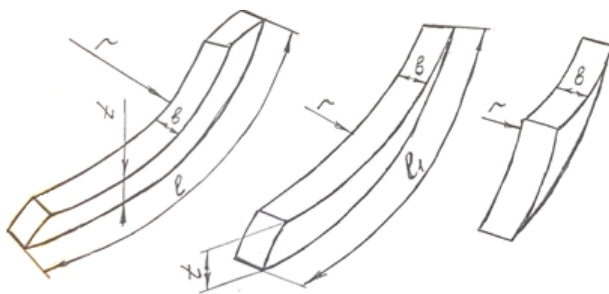
burada, r -formalaşdırılan novun çevrəvi radiusu; R - fırlanma səthinin radiusudur.

(1.2.1) ifadəsinin araşdırılması göstərir ki, çevrəvi və xətti verişlər arasında alınmış riyazi modelin çıxarılması üsulu lokal xarakter daşıyır, onun nisbətən yüksək dəqiqlik təmin edən riyazi model ilə əvəz olunmasına ehtiyac vardır.

Yonqar əmələ gətirmə mexanizmi isə sadələşdirilmişdir, çıxarılan materialın forma və ölçülərinin müəyyən edilməsində qəbul edilən ilkin şərtlər nəticəsində materialın formasında təhrifə yol verilmişdir (şək. 1.2.4).

$$R_{zk} = (R - h) \left(\frac{1}{\cos \frac{90 \cdot S_k}{\pi R m}} - 1 \right) \quad (1.2.2)$$

Burada, h - novun dərinliyi; S_k - çevrəvi veriş; m - alətin sayıdır.



Şəkil 1.2.4. Fırılanma yan səthlərində çevrəvi novların emalı zamanı yonqarın forması

(1.2.1) asılılığının çıxarılmasında əsas götürülən təxmini yanaşmaya görə, alətin trayektoriyasının pəstahda buraxdığı izi düz xətt üzrə olması qəbul edilmişdir. Lakin əslində, alət səthi formalaşdırarkən həm xətti, həm də çevrəvi verişlər eyni anda həyata keçirilir. Bu şəraitdə, alətin pəstahdakı izi düz xəttlə məhdudlaşmır, əksinə, əyrixətli bir trayektoriya üzrə hərəkət edir (şək. 1.2.5). Bu nöqteyi-nəzərdən, texnoloji prosesin gedişində meydana gələn kinematik əlaqələr düzgün şəkildə nəzərə alınmamış və beləliklə, alətin hərəkət trayektoriyasının dəqiq modelləşdirilməsi təmin olunmamışdır.

Bundan əlavə, fırlanma yan səthləri üzərində burulğan üsulu ilə novların kəsilməsi ilə bağlı həyata keçirilən tədqiqatlar son dərəcə məhdud miqyasda olub və bu tədqiqatların nəticələri mövcud texnoloji problemlərin həlli baxımından kifayət qədər dəqiq deyil. Bu səbəbdən, bu sahədə aparılacaq tədqiqatların daha geniş spektrli və daha ətraflı olması zəruridir. Təklif edilən yeni texnoloji yanaşmaların və əlaqələrin

A diagram of a curved beam element. The beam is a segment of a circle with center O . The angle subtended by the segment is 2α . The radius of the beam is R_z . The arc length of the segment is S_k/z . The beam is divided into two parts by a vertical line through O . The left part is labeled 2 and the right part is labeled 1 . The beam is subjected to a uniformly distributed load q acting radially inward. The resultant force Q acts at a distance $d_z/2$ from the center O . The beam is supported at point A and point B . The reaction forces at A and B are R_A and R_B respectively. The beam is also subjected to a horizontal force P_z at point C . The distance from O to C is d_z .

Tərəfimizdən işlənmiş xarici dişli çarxların sürətli iskənələmə üsulu ilə formalaşdırılması prosesi və bu prosesə təsir edən müxtəlif faktorlar detallı şəkildə araşdırılmışdır. Bu üsulun tətbiqi zamanı konstruktiv və texnoloji həndəsi forma əlaqələri, eləcə də onların idarə edilməsi vacib elementlər kimi istifadə edilmişdir. Lakin, aparılmış mövcud tədqiqatlarda dişlərin konstruktiv elementləri və materialları ilə bu prosesin müxtəlif parametrləri arasında mövcud olan funksional əlaqələrin dərin təhlili, həmçinin statik sazlama əlaqələrinin düzgün idarə edilməsi və bu amillərin texnoloji əməliyyatın səmərəliliyinə olan təsirinin araşdırılması bir qədər kənarda qalmışdır. Bu səbəbdən, yuxarıda qeyd olunan məsələlərin həlli məsələsi, manaqrafiyada geniş şəkildə və dərin təhlil edilərək təqdim edilmişdir.

İstismar keyfiyyətini formalaşdıran əsas istehsal keyfiyyəti parametrləri arasında hissələrin materiallarının keyfiyyəti, səthlərin ölçü və forma dəqiqliyi, qarşılıqlı vəziyyət dəqiqlikləri, səthlərin keyfiyyət

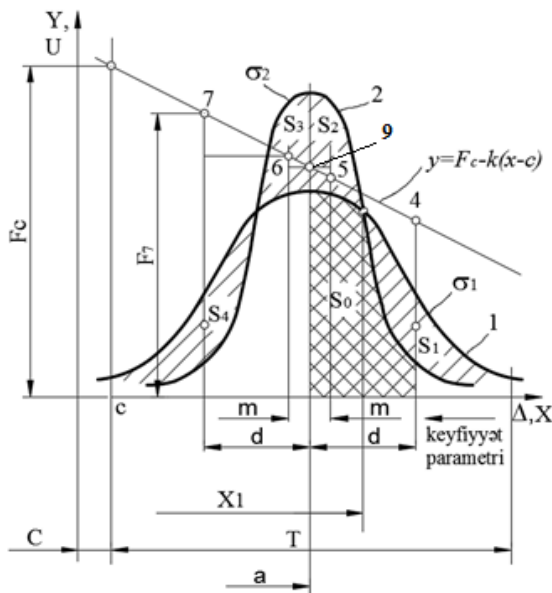
göstəriciləri və yığma dəqiqliyi yer alır. Bu parametrlər istehsal və istismar keyfiyyətlərinin yüksəldilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Əldə edilən nəticələrə əsasən, səthlərin forma və qarşılıqlı vəziyyət dəqiqliyi, əsasən yerli ölçülərin həndəsi mövqeyi ilə müəyyənələnir. Bu da onu göstərir ki, keyfiyyətin, xüsusən də onun əsas komponenti olan ölçü dəqiqliyinin formalaşması konstruksiyanın layihələndirilməsi mərhələsində, yəni layihələndirmə prosesinin başlanğıcında öz əsasını tapır (şək. 1.2.1). Mətnin sadəliyi məqsədilə, burada "keyfiyyətin istehsal və istismar göstəriciləri" terminləri əvəzinə, ümumiləşdirilmiş "istehsal və istismar keyfiyyətləri" terminləri istifadə edilmişdir.

Maşınqayırma məmullarının istehsal keyfiyyətini idarə etməklə, eyni zamanda istismar keyfiyyətini qiymətləndirmək və artırmaq istiqamətlərinin işlənməsi, dəqiqlik və etibarlılıq arasındakı funksional əlaqələrin tədqiqi əsasında həyata keçirilə bilər. Bu yanaşma, məmuldan istifadə zamanı səmərəliliyi artırmağa və nəticədə uzun müddətli etibarlılığı təmin etməyə imkan verərdi. Çox zaman hissə və birləşmələrin həqiqi ölçülərinin səpələnmə ayrıləri, ümumiyyətlə, Qauss qanununa uyğun olaraq müəyyənələnir (şək. 1.3.1). Bu baxımdan, keyfiyyətin ölçü dəqiqliyini idarə etmək üçün həm dəqiqlik (σ) parametri, həm də bu parametrin idarə edilməsi vacibdir. Bu halda, istehsal prosesində dəqiqlik meyarının qiymətinin (σ) azaldılması, yəni dəqiqliyin artırılması, istismar keyfiyyətinin necə dəyişdiyini və bu dəyişikliklərin səmərəliliyə necə təsir etdiyini müəyyən etmək əhəmiyyət kəsb edir.

Məmulaların istehsal keyfiyyəti parametri normal qanunla, istismar keyfiyyəti parametri isə düz xətt qanununa tabe olduğu qəbul edilərək, istehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı funksional-riyazi əlaqənin təhlili aparılır. Bu təhlil əsasında, istehsal keyfiyyətinin yüksəldilməsi ($6\sigma_2$) üçün səpələnmə sahəsinin ($6\sigma_1$) kiçildilməsi (yəni, $6\sigma_2 < 6\sigma_1$) ilə bağlı təsirlərin araşdırılması məqsəd qoyulur. Nəticədə, istehsal keyfiyyətinin artması ($6\sigma_2 < 6\sigma_1$), məmulun istismar göstəricilərinə, xüsusilə xidmət müddətinə necə təsir edir, bu əlaqənin mahiyyəti aydınlaşdırılır (şək. 1.3.1).

Hər bir ümumi sahə, absis oxu ilə və digər tərəfdən əyri ilə məhdudlaşaraq vahidə bərabər qəbul edilir. Araşdırma, istehsal və ya

tədqiq olunan bütün məmulların keyfiyyətinin səciyyələndirilməsinə əsaslanır, burada hər bir məmul n sayda parametrlə xarakterizə olunur. Aşağı keyfiyyətli məmulların dəsti (σ_1) birinci əyri ilə, yüksək keyfiyyətli məmulların dəsti isə (σ_2) ikinci əyri ilə təmsil olunur (şək. 1.3.1). Bu zaman, səpələnmə mərkəzi (a) sabit qəbul edilir.



Şəkil 1.3.1. Ölçü dəqiqliyinin idarə olunmasının səpələnmə əyrisinə təsir sxemi

Sxemdə göstərildiyi kimi, keyfiyyətin σ_2 -dən σ_1 -ə yüksəldilməsi nəticəsində, S_0 sahəsi hər iki halda ortaq olan sahə, S_1 isə aşağı keyfiyyətli məmulları, S_2 isə yüksəldilmiş keyfiyyətli məmulları təmsil edən sahələr olaraq müəyyən edilir. S_1 və S_2 sahələri üzrə aparılan müqayisələrə əsasən, dəstdəki (və ya seriyadakı) S_2 n sayda məmul, S_1 n sayda məmula nisbətən daha yüksək keyfiyyətə malik olduğu nəticəsi çıxarılır. Bu sahələr təyin edildikdən sonra, onların arasında müqayisə aparılır və sxemdən müvafiq nəticələr çıxarılır.

$$S_1 = (S_0 + S_1) - S_0 ; \quad S_2 = (S_2 + S_0) - S_0 \quad (1.3.1)$$

$$S_0 = \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \int_a^{X_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx + \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \int_{X_1}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx \quad (1.3.2)$$

$$S_1 = 0,5 - \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \int_a^{X_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx - \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \int_{X_1}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx \quad (1.3.3)$$

$$S_2 = 0,5 - \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}} \int_a^{X_1} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_1^2}} dx - \frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} \int_{X_1}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma_2^2}} dx \quad (1.3.4)$$

Beləliklə, (1.3.3) və (1.3.4) ifadələrinin müqayisəsi nəticəsində, S_1 və S_2 sahələrinin bərabərləşdiyi və bu halda istismar göstəricilərinin yüksəldildiyi nəticəsinə gəlinir. Bu nəticə, istehsal keyfiyyətinin artırılmasının məmulun ümumi istismar keyfiyyətlərinə müsbət təsir göstərdiyini göstərir.

Eyni prinsipə əsaslanaraq, S_3 və S_4 sahələrinin də bərabər olduğu müəyyən edilə bilər. Lakin, bu halda istismar göstəricilərinin azaldığı müşahidə olunur. Həmçinin, S_1 və S_4 , S_2 və S_3 sahələrinin simmetrik olduğu nəzərə alınaraq, onların bir-biri ilə əlaqəli olduğu qənaətinə gəlmək olar. Bu simmetriya, keyfiyyət parametrlərinin dəyişməsi ilə istismar göstəricilərinin dəyişməsinin necə bir-birinə təsir etdiyini izah edir.

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 \quad (1.3.5)$$

İstehsal prosesində dəqiqlik meyarının (σ) qiymətinin azaldılması, yəni dəqiqliyin yüksəldilməsi ilə istismar keyfiyyətinin necə dəyişdiyi məsələsi ətraflı araşdırılmışdır. Nəticədə, qruplaşma mərkəzinin dəyişməməsi şərti ilə, istehsal keyfiyyətinin yüksəldilməsi üçün OKS-nin qiymətinin kiçildilməsinin ümumilikdə məmulların istismar keyfiyyətinə təsir etmədiyi müəyyən edilmişdir. Lakin bu nəticənin riyazi əsası tam şəkildə ortaya qoyulmamışdır. Bununla yanaşı, səpələnmə sahəsinin ($6\sigma_1$) kiçildilməsi ($6\sigma_2$) istehsal keyfiyyətinin artması, yəni ($6\sigma_2 < 6\sigma_1$), məmulun istismar göstəricilərinə, xüsusilə xidmət müddətinə olan təsiri təhlil edilmişdir.

1.4. İstehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı əlaqələr, onların qiymətləndirilməsi və idarə olunması

İstehsal prosesi, konstruktiv və texnoloji layihələrin tələblərinə uyğun şəkildə həyata keçirilməli və bu tələbləri yerinə yetirməyə xidmət etməlidir. Layihədə göstərilən keyfiyyət parametrlərinin təmin olunmaması halında, istehsal olunan məmulun yararsız hesab edilməsi qaçınılmazdır. Bu, həm məhsulun funksional işləməməsi, həm də istehsal prosesində ciddi problemlərin yaranmasına səbəb ola bilər. Beləliklə, keyfiyyətin təmin edilməsi yalnız istehsal mərhələsində deyil, həm də layihələndirmə mərhələsində vacibdir. Layihələndirmə mərhələsində keyfiyyətin düzgün idarə edilməsi, məhsulun uzunmüddətli dayanıqlılığını təmin edə bilər. Konstruktiv üsullar vasitəsilə keyfiyyətin layihələndirilməsi, istehsalın effektivliyini artırmaq və məhsulun keyfiyyətini yüksəltmək baxımından daha müsbət nəticələr verə bilər.

Ədəbiyyatlarda keyfiyyət parametrlərinin optimal qiymətinin müəyyənləşdirilməsi məsələsi geniş şəkildə araşdırılmışdır. Lakin, istehsal keyfiyyəti ilə istismar göstəriciləri arasındakı əlaqələrin nəzərə alınmaması halında, keyfiyyətin yalnız istehsal və istismar xərclərinin minimum qiymətinə uyğun olaraq qəbul edilməsi tövsiyə edilir. Bu yanaşma, istehsalın və istismarın maliyyəsini azaltmağa yönəlmiş olsa da, uzunmüddətli istifadədə qarşılaşılan problemləri nəzərə almır. Bəzi tədqiqatçılar, bu yanaşmanın yalnız iqtisadi baxımdan optimal olduğu, amma texniki keyfiyyətin təmin olunması baxımından bəzi məhdudiyyətlərə malik olduğunu qeyd edirlər.

Keyfiyyəti formalaşdıran istehsal parametrlərindən biri, xüsusən də plunjərli nasoslar üçün, qovuşan hissələr arasındakı araboşluqdur. Bu parametr, nasosun etibarlılığını və uzunömürlülüüyünü birbaşa təsir edir. Araboşluğun düzgün tənzimlənməsi, nasosun funksional iş qabiliyyətini qoruyur və onun xidmət müddətini uzadır.

Əksinə, araboşluğun səhv tənzimlənməsi nasosun iş prinsipinə mənfi təsir göstərir. Bu, nasosun tez-tez nasazlıq verməsinə və ümumi iş effektivliyinin azalmasına səbəb ola bilər. İstehsal parametrlərinin düzgün müəyyən edilməsi və onların qarşılıqlı əlaqələrinin dəqiq analiz edilməsi, keyfiyyətin təmin edilməsi üçün vacibdir. Beləliklə, bu prosesin hər bir mərhələsi diqqətlə nəzərə alınmalı və bütün parametrlər

arasındakı balans qorunmalıdır.

Nəticə olaraq, istehsal və layihələndirmə mərhələlərində keyfiyyətin düzgün idarə edilməsi, yalnız texniki nəticələrə deyil, eyni zamanda iqtisadi baxımdan da optimal nəticələrin əldə edilməsinə şərait yaradır. Bu yanaşma, həm istehsalın, həm də məhsulun uzunmüddətli istismar dövrünün uğurla başa çatmasına xidmət edir.

Məmurların və hissələrin dəqiqliyi, həmçinin onların işçi səthlərinin keyfiyyəti, ən ümumi istismar göstəricisi olaraq, həmin hissələrin xidmət müddətləri ilə əlaqələndirilir. Buna görə də, məmurların keyfiyyətinin onların xidmət müddətləri ilə əlaqələndirilməsi, həm emal, həm də istismar səmərəliliyinin daha dəqiq qiymətləndirilməsinə imkan yaradır.

Konstruksiyanın keyfiyyəti, onun xidmət müddətini və istifadə üçün çəkilən xərclərin formalaşmasını müəyyən edən əsas parametrdir. Bu üç amil bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olmaqla yanaşı, konstruksiyanın mövcudluğu və fəaliyyəti zamanı həyat dövrünün (tsiklinin) bütün mühüm mərhələlərini əks etdirir.

Texniki vasitənin və onun elementlərinin optimal layihə keyfiyyəti, istehsal və istismar xərcləri ilə yanaşı, xidmət müddətinə əsaslanaraq müəyyən edilməlidir (şək. 1.4.1). Şəkildə, texniki vasitənin səmərəli keyfiyyətinin qrafik üsulla təyin edilməsi sxemi təqdim edilmişdir. Absis oxunda məmulun keyfiyyəti (məsələn, onun göstəricilərindən biri olan dəqiqlik), ordinat oxunda isə çəkilən xərclər və məmulun xidmət müddəti göstərilir. Məmulun istehsal (M_1) və istismar (M_2) xərcləri, keyfiyyətdən asılı olaraq, müvafiq olaraq 1 və 2 əyriləri üzrə dəyişir. Keyfiyyətin aşağı olması halında, müəyyən bir istismar müddətində daha çox məmuldan istifadə etmək tələb olunur. Buna görə də, keyfiyyət azaldıqca, nəqliyyat xərcləri (M_3) artır (3 əyrisi). Ümumilikdə isə, məmulun istifadəsinə çəkilən ümumi xərclər (M) 4 əyrisi ilə ifadə olunur (şək. 1.4.1).

Məmulun və hissənin xidmət müddəti onun keyfiyyətindən asılı olaraq 5 əyrisi üzrə dəyişdiyi qəbul edilir (şək. 1.4.1). Qrafiki təsvir miqyasından asılı olaraq, 5 və 4 əyriləri müəyyən qarşılıqlı vəziyyət alır. Qrafiki təsvirində bu əyrilər iki nöqtədə kəsişərsə (şəkildə B və D nöqtələri), 5 əyrisi şaquli istiqamətdə özünə paralel olaraq aşağıya köçürülür ki, əyrilər (5a və 4) yalnız bir ortaq nöqtəyə (A) malik

Qeyd edilir ki, elm və texnikanın müasir inkişaf səviyyəsində texniki vasitələrin istehsal və istismarı haqqında informasiyaların bolluğu (1), (2), (3), (4) və (5) asılıqlarını öncədən proqnozlaşdırmağa imkan verir (şək. 1.4.1). Beləliklə, texniki vasitəni layihələndirmə mərhələsində belə, onun optimal keyfiyyətini və ondan istifadə səmərəsini təmin etmək mümkündür. Bu qayda ilə, layihələndirmə zamanı keyfiyyətin idarə olunması tövsiyə olunur.



35

yət göstəricilərinə birbaşa təsir edir və bu təsirlər, istehsal prosesində istifadə olunan müxtəlif istehsal vasitələrinin keyfiyyətinə əsaslanır.

Məmulun istehsal keyfiyyətinə ən əhəmiyyətli təsir edən amillərdən biri, istehsal prosesində istifadə olunan istehsal vasitələrinin keyfiyyətidir. Bu səbəbdən, keyfiyyətin idarə olunması sahəsində ən mühüm istiqamətlərdən biri, istehsal vasitələrinin keyfiyyətinin müəmmədi olaraq yaxşılaşdırılmasıdır. İstehsal vasitələrinin texnoloji xüsusiyyətlərinin inkişafı və optimallaşdırılması, həm istehsal prosesinin səmərəliliyini artırır, həm də məmulun ümmü keyfiyyətinə müsbət təsir göstərir. Bu yanaşma, keyfiyyətin idarə edilməsinin effektivliyini artırmaq və istehsalın davamlılığını təmin etmək məqsədini güdür.

Beləliklə, məmulun keyfiyyətinin yüksəldilməsi və idarə olunması, yalnız istehsal prosesinin düzgün həyata keçirilməsindən asılı olmayıb, həm də istehsal vasitələrinin texnoloji və keyfiyyət parametrlərinin daim təkmilləşdirilməsini tələb edir.

Müəssisələr, ISO 9000 standartlarında tövsiyə edilən keyfiyyətin yüksəldilməsi tədbirlərinə müvafiq şəkildə riayət etməlidirlər. Bu tədbirlər, keyfiyyətin idarə olunması və davamlı inkişafını təmin etmək üçün əsas bir vasitədir. Bununla yanaşı, hər bir müəssisə, istehsal etdiyi məmulların konstruktiv xüsusiyyətlərini və tətbiq etdiyi texnoloji proseslərin texnoloji xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, keyfiyyəti yüksəltmək üçün xüsusi tədbirlər işləyib hazırlamalı və həyata keçirməlidir. Bu yanaşma, müəssisənin istehsal etdiyi məhsulun xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq keyfiyyətin təkmilləşdirilməsi üçün ən uyğun və effektiv yolları tapmağa kömək edir.

İstehsal prosesinin müxtəlif mərhələlərində keyfiyyəti formalaşdırın əsas texnoloji parametrlərdən biri ölçü dəqiqliyidir. Ölçü dəqiqliyi, məmulun hazırlanmasında, xüsusilə də hissələrin yığma mərhələsində xüsusi rol oynayır. Bu parametr, hətta səthlərin forma və qarşılıqlı vəziyyət dəqiqlikləri ilə birbaşa əlaqəlidir, çünki bu dəqiqliklər yerli ölçü dəqiqliklərinin toplusu ilə formalaşır. Həqiqi ölçülər, müəyyən bir səpələnmə əyrisi ilə səciyyələnir, bu da istehsal prosesində ölçü dəqiqliyinin dəyişkənliyini və səhvlərin mümkünlüyünü göstərir.

Beləliklə, ölçü dəqiqliyinin düzgün idarə edilməsi və optimallaşdırılması, istehsal olunan məmulun keyfiyyətini təmin edən əsas amillərdən biridir. Bu baxımdan, müəssisələr istehsal prosesində bu

parametri daim izləməli və mümkün olan dəqiqlikləri təmin etmək üçün müvafiq texnoloji və idarəetmə tədbirlərini tətbiq etməlidirlər.

Maşınqayırmada əksər hallarda, həqiqi ölçülərin səpələnmə əyriləri Qauss qanununa (normal paylanma) uyğun olur. Bu əyrilər, iki əsas parametərə malikdir: ölçülərin OKS (standart sapma) - σ və səpələnmə mərkəzinin koordinatı - a (şək. 1.4.2). Bu parametrlər, istehsal olunan hissələrin ölçü dəqiqliyinin əsas göstəriciləridir və məmulun keyfiyyətinin idarə olunmasında mühüm rol oynayır.

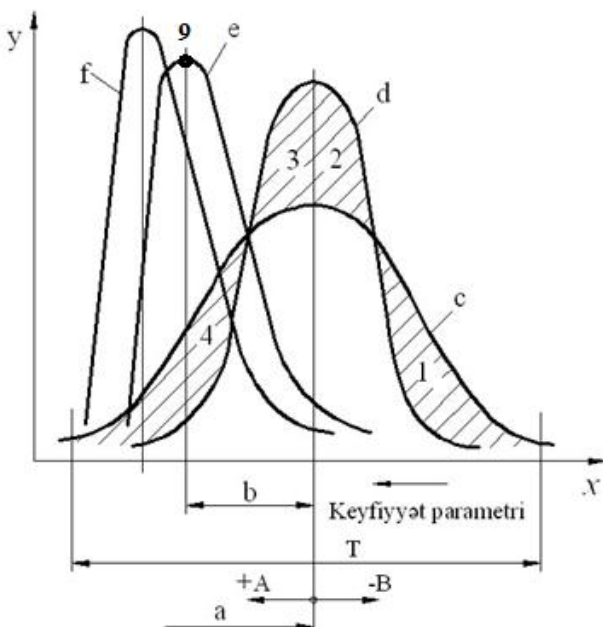
Keyfiyyətin ölçü dəqiqliyi üzrə idarə edilməsi, hər iki parametrin (σ və a) nəzarətdə saxlanmasını tələb edir. Bu baxımdan, istehsal prosesində σ (standart sapma) parametrinin qiymətinin azalması, ölçü dəqiqliyinin yüksəlməsi deməkdir. Standart sapma nə qədər kiçik olsa, istehsal olunan hissələrin ölçüləri bir-birinə daha yaxın olur və bu da məmulun keyfiyyətini artırır. Lakin, standart sapma ilə bağlı bu yanaşmanın yalnız müəyyən şərtlər altında effektiv olduğu nəzərə alınmalıdır.

Əgər istismar göstəricisi (məsələn, xidmət müddəti - y) ilə dəqiqlik arasında $y = f(x)$ xətti əlaqəsi varsa, yəni xidmət müddəti və ölçü dəqiqliyi arasında birbaşa xətti asılılıq mövcud olarsa, onda yalnız ölçü dəqiqliyini idarə etmək, istismar baxımından əhəmiyyətli olmaya bilər (şək. 1.3.1 və şək. 1.4.2). Bu halda, xidmət müddətinin optimallaşdırılması üçün başqa parametrlər və ya istehsal prosesinin başqa aspektləri də nəzərə alınmalı və idarə olunmalıdır. Əgər dəqiqlik artdıqca xidmət müddəti artmırsa və ya əlaqəsizdirsə, bu, keyfiyyətin idarə edilməsi baxımından qeyri-effektiv ola bilər.

Beləliklə, maşınqayırma istehsalında keyfiyyətin yüksəldilməsi üçün ölçü dəqiqliyi və onun parametrlərinin idarə olunması vacibdir. Lakin bu idarəetmə yalnız dəqiqlik və istismar göstəriciləri arasında mövcud olan əlaqəni nəzərə alaraq, daha geniş və əhatəli bir yanaşma ilə həyata keçirilməlidir.

Çünki, məmulların orta xidmət müddəti nəzəri cəhətdən sabit qalır. Bu nəzəri modelə əsasən, ştrixlənmiş 1 sahəsinə uyğun olan aşağı dəqiqlikli məmullar (o cümlədən, aşağı istismar-keyfiyyət göstəriciləri ilə) c əyrisi ilə təsvir olunur. Bu məmulların, ştrixlənmiş 2 sahəsinə uyğun olan, nisbətən yüksək dəqiqlikli (və daha yaxşı keyfiyyət göstəricilərinə sahib) məmullarla (d əyrisi) əvəz olunması mümkündür.

Lakin, eyni zamanda, ştrixlənmiş 4 sahəsinə uyğun yüksək dəqiqlikli (o cümlədən, yüksək istismar-keyfiyyət göstəricili) məmullar, 3 sahəsinə uyğun olan nisbətən aşağı dəqiqlikli (və keyfiyyət göstəricili) məmullarla əvəz edilir. Bu dəyişikliklər göstərir ki, məmulun keyfiyyətinin artması və ya azalması müəyyən bir bölgədə xidmət müddətinin dəyişməsinə səbəb olur.



Şəkil 1.4.2. Ölçü dəqiqliyinin idarə olunmasının səpələnmə əyrisinə təsir sxemi

Bununla belə, tədqiqatlar göstərir ki, $y = f(x)$ asılılığının eksponensial qanuna əsaslandığı hallarda, hətta yüksək dəqiqlikli məmulların istehsalı da məmulun orta xidmət müddətini azaltdığı üçün, xidmət müddətində azalma müşahidə edilir. Yəni, əgər xidmət müddəti və ölçü dəqiqliyi arasında eksponensial asılılıq varsa, ölçü dəqiqliyinin artırılması (σ -nın azalması) istismar baxımından faydalı olmaya bilər.

Bu nəticəyə görə, $a = \text{const}$ (yəni, səpələnmə mərkəzinin sabit qalması) saxlanılmaq şərti ilə, ölçü dəqiqliyinin yüksəldilməsi (σ -nın

azaldılması), xidmət müddəti ilə əlaqəli olaraq istismar baxımından əhəmiyyət kəsb etmir. Bu halda, yüksək dəqiqlikli istehsalın tətbiqi, yalnız məmulun digər xüsusiyyətlərinə, məsələn, keyfiyyət göstəricilərinə və istehsal xərclərinə təsir göstərə bilər, lakin xidmət müddətini artırmaz.

Beləliklə, məmulun ölçü dəqiqliyinin artırılması yalnız müəyyən şərtlər altında faydalı olur və bunun tək başına xidmət müddətini uzatmaqda müəyyən təsiri olmayacaqdır.

ISO 9000 tələblərinə uyğun olaraq, məmul və onun hissələrinin hazırlanmasının bütün mərhələlərində keyfiyyətin yüksək göstəricilərə yaxın formalaşması məqsədilə müvafiq tədbirlər həyata keçirilir. Bu tədbirlər, istehsal prosesinin hər bir mərhələsində keyfiyyətin davamlı olaraq izlənməsi və optimallaşdırılmasını təmin edir. ISO 9000 tədbirlərinə riayət edildikdə, ölçülərin səpələnmə mərkəzi yüksək keyfiyyət istiqamətində, yəni şəkil 1.4.2-də (+A) göstərildiyi kimi, sağa doğru sürüşür (e əyrisi). Bu sürüşmə, istehsal prosesində keyfiyyətin artırılmasına xidmət edir və məmulun uyğunluğunu və dəqiqliyini yüksəldir.

Dəqiqliyin, yəni keyfiyyətin bu cür yüksəldilməsini səpələnmə mərkəzinin sürüşmə əmsalı ilə ifadə etmək təklif edilir. Səpələnmə mərkəzinin sürüşməsi, keyfiyyətin yaxşılaşmasına bağlı olaraq, istehsal prosesi boyunca ölçülərin daha dəqiq və uyğun olmasını təmin edir. Səpələnmə mərkəzinin sürüşmə əmsalı, müəyyən edilmiş ölçülərin konstruktiv müsaidənin ortasına qədər olan məsafə ilə müqayisə edilir.

Əgər həqiqi ölçülərin səpələnmə mərkəzindən konstruktiv müsaidənin ortasına qədər olan ölçü (b) ilə müsaidənin yarısına nisbəti, səpələnmə mərkəzinin sürüşmə əmsalı (Rəsulov əmsalı) ilə ifadə edilir.

$$K_s = \frac{2b}{T}$$

Bu əmsal, istehsal prosesində keyfiyyətin necə idarə edildiyini və hansı dərəcədə uyğun ölçü və keyfiyyətə nail olunduğunu göstərən mühüm bir göstəricidir.

Beləliklə, Rəsulov əmsalı keyfiyyətin yüksəlməsini ölçən bir vasitə kimi istifadə olunur və ISO 9000 standartlarına əsasən keyfiyyətin

idarə olunmasında mühüm rol oynayır.

Həqiqi ölçülərin konstruktor tərəfindən verilən müsaidə T intervalı daxilində yerləşməsi halında, səpələnmə mərkəzinin sürüşmə əmsalı, yəni Rəsulov əmsalı nəzəri olaraq $(-1) \leq K_s \leq 1$ intervalında dəyişə bilər. $K_s < 0$ əmsalı mənfi olduqda $K_s < 0$, bu, istismar və keyfiyyət göstəricilərinin pisləşməsinə səbəb olur. Əgər $K_s \Rightarrow (-1)$ əmsalı (-1) dəyərində yaxınlaşarsa, yəni sürüşmə $(-B)$ istiqamətində baş verərsə, həqiqi ölçülərin səpələnmə intervalı sıfıra yaxınlaşır. Bu halda, K_s əmsalının -1 və ya 1 qiymətlərinə yaxın olması praktiki olaraq qeyri-mümkün sayılır, çünki belə bir vəziyyət istehsal prosesində arzuolunmaz nəticələrə gətirib çıxarır.

Bu səbəbdən, istehsal prosesində keyfiyyətin idarə olunması məqsədilə K_s - əmsalının vahidə yaxın və standart sapma (σ) qiymətinin mümkün qədər kiçik olması təmin edilməlidir. Bu cür yanaşma, keyfiyyətin yüksəldilməsi və məhsulun istismar müddətinin uzadılması üçün effektiv bir strategiya kimi tövsiyə edilir.

Məlumdur ki, texnoloji prosesin gedişində ölçünün yuxarı və ya aşağı həddinə yaxın alınması cəhdi, ölçülərin normal qanun üzrə deyil, Şarl qanunu üzrə (e və f ayrıləri) səpələnməsi ilə nəticələnir. Belə bir vəziyyətdə, ölçülərin səpələnmə mərkəzinin sürüşmə əmsalı, yəni K_s əmsalı, vahidə daha çox yaxınlaşır (e ayrısı), bu da keyfiyyətin daha yaxşı idarə olunmasını təmin edir. Yəni, ölçülərin səpələnmə sahəsi daha kiçik olur və bu da istehsal prosesində məhsulun keyfiyyətinin daha dəqiq və etibarlı olmasına gətirib çıxarır.

İstismar keyfiyyətinin qruplaşma mərkəzinin sürüşdürülməsi ilə idarə olunması məsələsini daha dərinlən araşdıraraq. Fərz edək ki, III müəssisədə istehsal olunan məmulların keyfiyyət xarakteristikası, səpələnmə mərkəzinin b qədər yüksək bir göstəriciyə tərəf sürüşdürülməsi nəticəsində dəyişib (şək. 1.4.2, e ayrısı). Bu halda, məmulların bütün istehsal dövründə orta xidmət müddəti, 9 nöqtəsinin ordinatı ilə müəyyən edilir. İstifadə olunmuş n sayda məmulun ümumi xidmət müddətinin hesablanması, şəkil 1.3.1 və 1.4.2-də göstərilən düsturla həyata keçirilir.

Bu nöqtədə, keyfiyyətin idarə edilməsi yalnız fərdi məmulların xüsusiyyətlərini izləməkdən ibarət deyil, həm də istehsal prosesində olan dəyişikliklərin ümumi nəticələrə necə təsir etdiyini başa

düşməkdən ibarətdir. Həmçinin, sürüşmə əmsalı və keyfiyyətin digər parametrləri arasında əlaqənin düzgün təhlili, istehsalın hər mərhələsində potensial problemlərin qabaqcadan aşkarlanmasına və qarşısının alınmasına kömək edir.

$$F_9 = n[F_c - k(a - c - b)] \quad (1.4.1)$$

Əvvəlki hər iki hal üçün isə:

$$F_a = n[F_c - k(a - c)] \quad (1.4.2)$$

Beləliklə, (1.4.1) və (1.4.2) ifadələrindən aydın olur ki, səpələnmə mərkəzinin b - qədər sürüşməsi nəticəsində məmulların ümumi xidmət müddətinin artımı ΔF_s və məmul vahidinin orta xidmət müddətinin artımı F_{s1} təyin edilmişdir.

Beləliklə, (1.4.1) və (1.4.2) ifadələrindən aydın olur ki, səpələnmə mərkəzinin b qədər sürüşməsi nəticəsində, məmulların ümumi xidmət müddətindəki artım ΔF_s və hər bir məmul vahidinin orta xidmət müddətindəki artım F_{s1} müəyyən edilir.

$$\Delta F_s = F_9 - F_a = nkb \quad \text{və} \quad \Delta F_{s1} = kb \quad (1.4.3)$$

Bununla yanaşı, b parametrinin əvəzinə onun səpələnmə əyrisinin sürüşmə əmsalı K_s ilə ifadə edilməsi ilə aşağıdakı ifadə əldə olunur.

$$\Delta F_s = 0,5nkK_sT \quad \text{və} \quad \Delta F_{s1} = 0,5nkK_sT \quad (1.4.4)$$

Beləliklə, istehsal prosesində dəqiqlik xarakteristikasının OKS-nin azaldılmasının məmulların xidmət müddətinə təsir etmədiyi göstərilir. Bu, istehsalın keyfiyyətinə və məhsulun istismar müddətinə dair mühüm nəticələrə işarə edir. Səpələnmə mərkəzinin b qədər sürüşdürülməsi ilə orta hesabla dəstdəki hər bir məmul vahidinin xidmət müddətinin kb qədər artması təmin edilir. Bu dəyişiklik, məmulların ümumi xidmət müddətinin uzanmasına və onların istismar müddətinin daha etibarlı olmasına gətirib çıxarır.

OKS-nin kiçildilməsi, lakin $a = \text{const}$ olaraq saxlanması, məmul-

ların ümumi xidmət müddətinə birbaşa təsir etmir. Bu halda, texnoloji prosesdəki dəyişikliklər, məmul vahidlərinin xidmət müddətini artırmır, amma onların etibarlılıq göstəricilərinin stabilliyinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. OKS-nin kiçildilməsi ilə yanaşı, göstəricilərin stabilliyi artır, bu da məhsulun daha uzunmüddətli etibarlılığını və davamlılığını təmin edir.

Məmulardan istifadə səmərəliliyini təmin etmək məqsədilə, etibarlılıq göstəricisi kimi stabillikdən istifadə olunması tövsiyə edilir. Stabillik, məmulun uzunmüddətli istismar dövründə göstərdiyi davamlı və etibarlı dayanıqlığı ölçən əsas bir göstəricidir. Lakin, etibarlılığın stabillik göstəricisinin təyin edilmə metodikası hələ də lazımi səviyyədə işlənməmişdir və bu mövzuya dair daha geniş araşdırmaların aparılması vacibdir. Stabilliyin qiymətləndirilməsi, məhsulun istismar dövrü boyunca gözlənilən dəyişikliklərin və ya nasazlıqların qarşısını almağa kömək edir, bu da nəticə etibarilə məmulun daha uzunmüddətli və səmərəli istifadəsini təmin edir.

Keyfiyyətin yüksəldilməsi və idarə olunması məsələsi, məmulun istifadə səmərəliliyini nəticələndirən əsas amil olaraq qəbul edilir. Əgər məmuldan istifadə səmərəli şəkildə həyata keçirilirsə, deməli, o, keyfiyyətli olmuşdur. Keyfiyyət və səmərəlilik arasında qarşılıqlı əlaqənin düzgün qurulması, istehsal və istismar proseslərinin daha da optimallaşdırılmasına şərait yaradır.

Texniki vasitələrin istifadə səmərəsinin yüksəldilməsi həm istehsal, həm də istismar mərhələlərində təsirdə olan əlaqələrin dərindən öyrənilməsinə və onların müvafiq mərhələdə idarə edilməsinə əsaslanmalıdır. Belə əlaqələrin təhlili, məhsulun istismar dövründəki səmərəliliyi və etibarlılığı artırmaq üçün vacibdir. Bu kontekstdə, ən vacib əlaqələrdən biri maşın və onun hissələrinin keyfiyyəti ilə, çəkilən müxtəlif xarakterli xərclər və xidmət müddəti arasındakı asılılıqlardır. Maşın və avadanlıqların keyfiyyəti, yalnız istehsal mərhələsində deyil, həm də onların istismar dövründə göstərdikləri keyfiyyət parametrləri ilə əlaqəlidir. Yüksək keyfiyyətli texniki vasitələrin istifadəsi, ümumilikdə xərclərin azaldılmasına və xidmət müddətinin uzanmasına səbəb olur, bu da məhsulun uzunmüddətli etibarlılığını və səmərəliliyini təmin edir.

Bu əlaqələrin öyrənilməsi və düzgün idarə edilməsi, həm istehsal

xərclərinin, həm də istismar xərclərinin optimallaşdırılmasına, məhsulun etibarlılığının artırılmasına və uzunmüddətli davamlılığının təmin edilməsinə imkan verir. İstehsal prosesində bu əlaqələri nəzərə alaraq texniki vasitələrin səmərəli istifadəsi, həmçinin texnologiyanın inkişafı və yeniliklərin tətbiqi, istehsalın və istismarın hər mərhələsində daha yüksək keyfiyyət və səmərəlilik səviyyələrinə çatmağa kömək edir.

Hissələrin və səthlərin mexaniki emal səmərəliliyi, maşının ümumi istifadə səmərəliliyinin ayrılmaz bir tərkib hissəsidir və həm nisbi, həm də kompleks bir anlayış olaraq müəyyən edilir. Bu anlayış, tətbiq olunan emal üsulunun məqsədəuyğunluğunu müəyyən etməyə və formalaşmış səthlərin istismar xüsusiyyətləri ilə onların qarşılıqlı əlaqələrini dərk etməyə imkan verir. Emal prosesində seçilən üsulun effektivliyi, yalnız səthin xarici keyfiyyətini deyil, həm də onun uzun müddətli istifadə zamanı göstərdiyi iş qabiliyyətinin xüsusiyyətlərini nəzərə alır. Bu baxımdan, mexaniki emal səmərəliliyi, yalnız istehsal prosesində deyil, həm də məmulun sonrakı istismar dövründəki iş qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün vacib bir göstəricidir.

Konstruksiyadan səmərəli istifadəni müəyyən etmək üçün əsas meyar olaraq, ümumi istifadə xərclərinin konstruksiyanın xidmət müddətinə olan nisbəti götürülə bilər. Bu meyar, konstruksiyanın istismar müddəti ərzində çəkilən bütün xərclərin, onun ömrü boyunca hər bir istifadə vahidi üçün ortalama xərcə çevrilməsini təmin edir. Yəni, bir konstruksiyanı səmərəli şəkildə istifadə etmək, onun xüsusi xərclərinin minimum səviyyəyə endirilməsi ilə nəticələnməlidir. Bu halda, hər bir istifadə vahidi üçün çəkilən xərc mümkün qədər aşağı olmalı, eyni zamanda konstruksiyanın iş qabiliyyəti və xidmət müddəti qorunmalıdır. Bu yanaşma, həm istehsal xərclərinin, həm də istifadə xərclərinin optimal şəkildə idarə olunmasına şərait yaradaraq, ümumilikdə resursların daha səmərəli istifadəsini təmin edir.

$$M_X = \frac{M}{F} \Rightarrow \min, \quad (1.4.5)$$

Burada, M_X - istifadənin xüsusi xərci; F - konstruksiyanın xidmət müddəti; M - istifadəyə çəkilən ümumi xərcdir.

$$M = M_1 + M_2 + M_3 - M_4 \quad (1.4.6)$$

M_1 - konstruksiyanın layihələndirilməsini də nəzərə almaqla istehsalə çəkilən xərclər;

M_2 - istismara çəkilən xərc; M_3 - texniki vasitənin istismar məntəqəsinə daşınmasına çəkilən xərc; M_4 - daşıma xərclərini nəzərə almaqla texniki vasitə və onun hissələrinin təkrar emalından və istifadəsindən əldə edilən gəlirdir.

Təcrübi olaraq, emal prosesinin səmərəliliyinin və ya keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi, iki və ya daha çox variantı müqayisə etmək ehtiyacı olduqda həyata keçirilir. Hissənin və səthin emal edilməsinin çoxsaylı variantları içərisində yalnız biri verilmiş istehsal və istismar şəraiti üçün əlverişli ola bilər. Əsas məsələ, səthin emalı üçün bu variantı seçib tətbiq etməkdən ibarətdir. Emal variantlarını və onların təmin etdiyi keyfiyyətləri kompleks şəkildə qiymətləndirmək və onlardan səmərəlisini seçmək üçün nisbi səmərəlilik əmsalından istifadə edilməlidir. Bu meyar həm texnoloji, həm də istismar göstəricilərini nəzərə alır.

Deməli, istehsal keyfiyyəti ilə istismar göstəriciləri arasındakı funksional əlaqələr ümumiləşdirilmiş variantda tədqiq edilməli və istehsal keyfiyyətinin artırılmasının ümumi istiqaməti müəyyən edilməlidir.

Beləliklə, maşınqayırma məmulları üçün səciyyəvi olan istehsal keyfiyyətinin - dəqiqliyin idarə olunması, onun etibarlılıqla əlaqələrinin tədqiqi və istismar keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi və yüksəldilməsi istiqamətlərinin işlənməsi yüksək aktuallığa malik bir məsələdir.

Təcrübi olaraq, emal prosesinin səmərəliliyinin və ya keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi, iki və ya daha çox variant arasında müqayisə aparmaq zərurəti yarandıqda həyata keçirilir. Hissənin və səthin emal edilməsinin müxtəlif variantları arasında yalnız biri, verilmiş istehsal və istismar şəraitinə ən uyğun ola bilər. Bu səbəbdən əsas məqsəd, müxtəlif emal variantları arasından ən optimal olanını seçmək və tətbiq etməkdən ibarətdir. Emal variantlarının və onların təmin etdiyi keyfiyyət göstəricilərinin kompleks şəkildə qiymətləndirilməsi və səmərəli olanının seçilməsi üçün nisbi səmərəlilik əmsalı istifadə olunmalıdır. Bu yanaşma, həm texnoloji, həm də istismar göstəricilərini nəzərə alaraq, hər bir variantın uzunmüddətli effektivliyini qiymətlən-

dirməyə imkan verir.

Beləliklə, istehsal keyfiyyəti ilə istismar göstəriciləri arasındakı funksional əlaqələrin ümumiləşdirilmiş bir variantda tədqiqi vacibdir. Bu əlaqələrin dərinədən araşdırılması, istehsal keyfiyyətinin artırılmasının və istismar dövründəki performansın yaxşılaşdırılmasının ümumi istiqamətini müəyyən etməyə kömək edir. Emal prosesinin müxtəlif variantlarının qiymətləndirilməsi zamanı, istehsal keyfiyyətinin (xüsusən dəqiqliyin) artırılması, onun etibarlılıqla əlaqələri və istismar keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi məsələləri əhəmiyyətli rol oynayır. Bu aspektlərin hər biri, həm texnoloji, həm də əməliyyat mərhələlərində daha yüksək performans əldə edilməsi üçün vacib amillərdir.

Maşınqayırma məmullarının istehsal keyfiyyətinin - xüsusilə dəqiqliyin - idarə olunması və onun etibarlılıq göstəriciləri ilə əlaqələrinin tədqiqi, həmçinin istismar keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi və artırılması istiqamətlərinin işlənməsi müasir mühəndislik sahəsində yüksək aktuallığa malik bir məsələdir.

II. MAŞINQAYIRMA MƏMULUN KEYFİYYƏTİNİN FORMALAŞDIRILMASI PRİNSİPLƏRİ

Maşınların (məmulların) layihələndirilməsi və onların layihə keyfiyyətinin formalaşdırılması prosesi çoxsaylı faktorlardan asılıdır. Bu amillər arasında ən önəmlilərindən biri layihəçinin intellektual səviyyəsi və yaradıcılıq qabiliyyətidir. Layihəçinin nəzəri bilikləri və praktiki təcrübəsi, həmçinin innovativ yanaşmalarının keyfiyyətə təsiri böyükdür. Eyni zamanda, istehsal keyfiyyətinin təmin edilməsi və layihə nəticələrinin uğurlu olması üçün antropoloji faktorların da xüsusi rolu vardır. İnsan faktorunun, yəni istehsal prosesində iştirak edən insanların fiziki və psixoloji xüsusiyyətlərinin nəzərə alınması, məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsi məqsədilə vacibdir.

Digər tərəfdən, texniki konstruksiyaların layihələndirilməsi prosesində müxtəlif üsullar və yanaşmalar mövcuddur. Pəstahalma üsulu, bir çox hallarda texniki konstruksiyanın layihəsində birbaşa tətbiq edilməsə də, istehsal keyfiyyətinin formalaşmasında və istehsal səmərəliliyinin artırılmasında özünəməxsus rol oynayır. Bu üsulun tətbiqinin optimallaşdırılması və istehsal prosesindəki yerinin müəyyənləşdirilməsi, məhsulun keyfiyyətinin artırılması və istehsalın səmərəliliyinin yüksəldilməsi baxımından əhəmiyyətlidir.

Bu məsələlər kontekstində, məmullarda keyfiyyətin formalaşdırılmasının ümumiləşdirilmiş konsepsiyasının təkmilləşdirilməsi vacibdir. Keyfiyyətin formalaşmasında iştirak edən bütün faktorların nəzərə alınması, yalnız nəzəri biliklərə əsaslanmaqla deyil, eyni zamanda praktik yanaşmalarla da dəstəklənməlidir. Bu yanaşma, müxtəlif amillərin qarşılıqlı əlaqələrini araşdırmağa və bu amillərin keyfiyyətə təsirini qiymətləndirməyə imkan verəcəkdir. Məsələn, istehsal texnologiyalarının inkişafı, yeni materialların istifadəsi və innovativ konstruksiya metodlarının tətbiqi keyfiyyətin yüksəlməsinə birbaşa təsir göstərə bilər.

Beləliklə, məmullarda keyfiyyətin formalaşdırılmasının ümumiləşdirilmiş konsepsiyasının təkmilləşdirilməsi və keyfiyyətin formalaşmasında iştirak edən bütün faktorların nəzərə alınması, keyfiyyətə təsir edən amil əlaqələrinin araşdırılması aktual bir məsələdir.

2.1. İstehsal keyfiyyətinin formalaşdırılması

Keyfiyyət, çox mürəkkəb, zamanla dəyişən və kompleks bir anlayışdır. Onun mürəkkəbliyi, təyinatına görə bizi əhatə edən və maddi olan hər bir obyektə (məsələn, təbiət əşyaları, kənd təsərrüfatı məhsulları, canlılar, texniki vasitələr və s.) aid edilməsi, həmçinin bu obyektlərin qiymətləndirilməsində keyfiyyət göstəricilərindən istifadə olunması ilə əlaqədardır. Hətta maddi olmayan, lakin nəticəsi maddi formaya çevrilən şeylər (məsələn, xidmətlər) də keyfiyyət baxımından qiymətləndirilir.

Obyektlərin təyinatları, əlamətləri, xassələri və digər xüsusiyyətləri çox geniş diapazonda dəyişir. Buna görə də, keyfiyyət anlayışı mürəkkəb bir kateqoriyaya daxildir və xüsusilə texniki vasitələrin keyfiyyətləri zamanla fasiləsiz olaraq yaxşılaşdırılır, onların keyfiyyət göstəriciləri dinamik olaraq tərəqqi edir. Bu cür tərəqqi layihəçi tərəfindən layihə obyektlərində nəzərə alınmalı və uyğun şəkildə tətbiq olunmalıdır. Məmulun və onun elementlərinin keyfiyyəti, dəqiqlikləri pəstah istehsalı, mexaniki emal və yığma prosesləri ilə təmin edilir (şək. 2.1.1). Şəkildə məmulun keyfiyyətinin formalaşma sxemi və onun həyat tsikli göstərilmişdir. Sxemdə göstəriləyi kimi, istehsal keyfiyyətini idarə etmək üçün istehsal vasitələrinin keyfiyyətinin mütəmadi olaraq yaxşılaşdırılması və ISO 9001:2015 Keyfiyyət İdarəetmə Sistemində nəzərdə tutulmuş keyfiyyətin yüksəldilməsi tədbirlərinin həyata keçirilməsi tövsiyə edilir.

Texniki konstruksiyaların keyfiyyətinin əsası onların layihələndirilməsi mərhələsində qoyulur (şək. 2.1.1). Maşın və onun tərkib hissələrinin konstruksiyaları və keyfiyyətləri, tələb edilən istismar şəraitlərini və istifadəçilərin tələblərini nəzərə alaraq konstruktor tərəfindən müəyyən edilir. Keyfiyyət, əvvəlcə texniki layihədə, konstruksiyanın tərkib hissələrinin ölçü və forma dəqiqlikləri, səth qatlarının keyfiyyəti, parametrlər və s. ilə, cizgilərdə dolayısı olaraq kağız üzərində verilir. Konstruksiyanın layihədə təqdim olunan keyfiyyəti, elm, texnika və texnologiyanın mütərəqqi nailiyyətləri ilə uzlaşdırılmalıdır. Həmçinin, o, bazarın tələblərini ödəməli, ehtimal edilən mənəvi köhnəlmə müddəti nəzərə alınmaqla, istehsal və istismar müddəti və şəraiti ilə uyğunlaşdırılmalıdır. Analoji təyinatlı və konstruksiyalı yeni

məmul istehsal edilməmişdən əvvəl mövcud layihələndirilmiş və istehsal edilmiş məmulun istifadəsinin iqtisadi baxımdan səmərəliliyi təmin edilməli və rəqabət qabiliyyətinə malik olmalıdır.

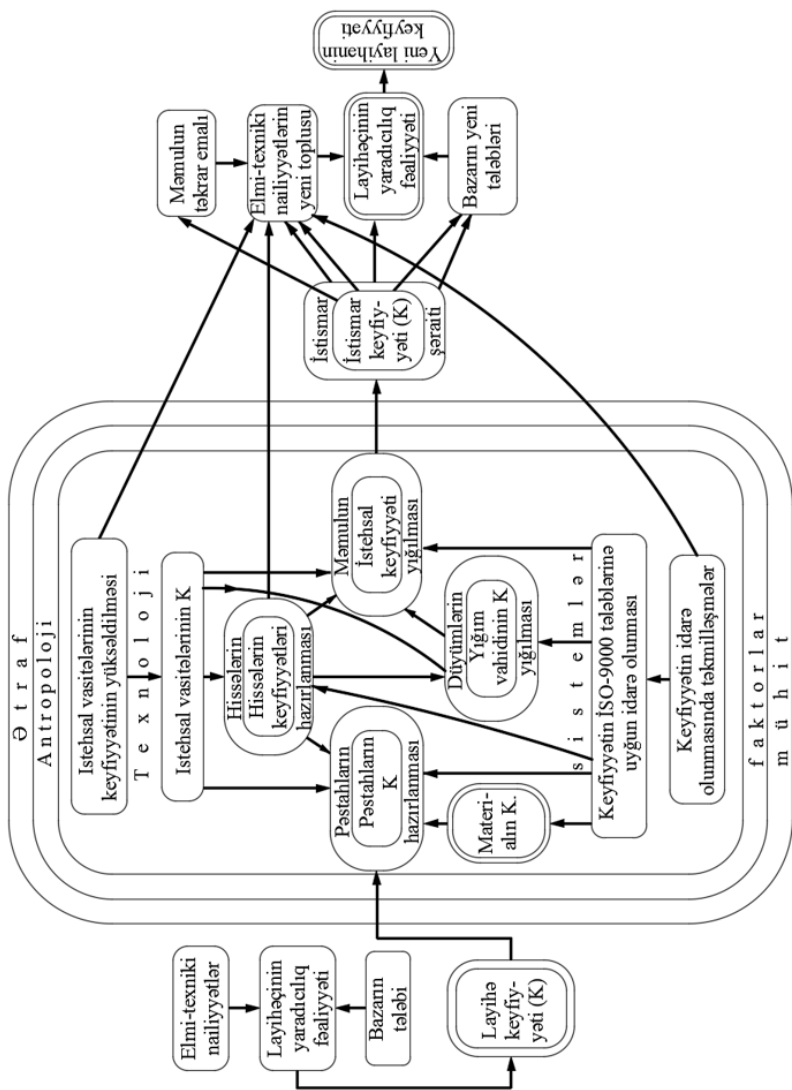
Maşının keyfiyyəti, elmi-texniki nailiyyətləri və bazarın tələblərini nəzərə alaraq layihəçinin zəkasının və yaradıcılıq qabiliyyətinin məhsuludur. Onun qabiliyyəti və yaradıcılıq fəaliyyəti, verilmiş iş şəraitinin tələblərinə uyğun olaraq, keyfiyyətlə konstruktiv elementlər və parametrlər arasında müxtəlif xarakterli əlaqələri nəzərə alma səviyyəsi ilə konstruksiyanın layihə keyfiyyətini müəyyən edir. Həmçinin, mövcud məmul bazasında daha təkmil texniki vasitənin layihələndirilməsi zamanı da layihəçinin yaradıcılıq fəaliyyəti əhəmiyyətli rol oynayır. Məmulun istehsal keyfiyyətinin formalaşmasında texnoloji proseslər həlledici rol oynasalar da, ona antropoloji amillərin və ətraf mühitin təsiri də nəzərə alınmalıdır (şək. 2.1.1).

Pəstahalmada istifadə olunan materialın kimyəvi tərkibi (markası) ilə yanaşı, onun saxlanma şəraiti və müddəti də pəstahın və hissələrin keyfiyyətlərinin formalaşmasına təsir göstərir.

Texniki konstruksiyaların keyfiyyətləri, istehsal prosesinin gedişində, onların detallarının hazırlanması və yığma vahidlərinin yığma keyfiyyətləri ilə formalaşır (şək. 2.1.1). Mexaniki emal və yığma zamanı təmin edilən ölçü və forma dəqiqlikləri, səthlərin həndəsi keyfiyyətləri və digər parametrlər maşının keyfiyyətinin formalaşmasında həlledici rol oynayır.

Aydındır ki, istehsal keyfiyyəti göstəriciləri yüksək olan maşınlar daha yaxşı istismar və etibarlılıq göstəricilərinə malik olur. Nəticədə, onların istehsal xərcləri artır, amma istismar xərcləri azalır. Buna görə də, verilmiş istismar şərtləri və şəraiti üçün texniki vasitələrin keyfiyyətinin optimallığı təmin olunmalıdır. İstehsal keyfiyyətinin əsassız şəkildə artırılması və ya azaldılması, texniki vasitədən istifadə səmərəliliyinin təmin edilməsinə əngəl törədir. Bu məsələni, keyfiyyətin təşkilədicilərindən biri olan ölçü dəqiqliyi misalında araşdırıq.

Məmulun layihələndirilməsi, istehsalı və istismarına çəkilən bütün minimum xərclərin cəmi ilə onun xidmət müddəti, ondan istifadənin səmərəliliyini müəyyən edir. Maşınlar və texniki vasitələr, adətən mürəkkəb konstruksiyalı olub, hissələrdən, düyümlərdən və mexanizmlərdən ibarət olur.



Şəkil 2.1.1. Məmulun keyfiyyətinin formalaşdırılması və idarə olunması sxemi (K-keyfiyyəti)

Konstruksiyanın hər bir elementi özünə məxsus təyinatla işləyir və hər bir hissə ayrılıqda, həmçinin bütöv konstruksiya, öz vəzifələrini səmərəli yerinə yetirməlidir. Bunun üçün onların elementləri arasında, təyinatın tələb etdiyi müəyyən optimal ölçülər, birləşmə və funksional

əlaqələr olmalıdır. Qeyd edildiyi kimi, məmul-ların istehsal keyfiyyətləri, hissələrin materiallarının keyfiyyəti, onların pəstah istehsalı keyfiyyəti, mexaniki emal keyfiyyətləri və yığma vahidlərinin yığma keyfiyyətləri ilə formalaşır.

Hissələrin keyfiyyətini səciyyələndirən parametrlər əsasən üç qrupa bölünür:

- materialın keyfiyyət parametrləri (kimyəvi tərkib, dənəvərlik, quruluş göstəriciləri),
- səthin keyfiyyət parametrləri (səth qatının keyfiyyəti, səthin nahamarlığı göstəriciləri),
- ölçü dəqiqliyi parametrləri (ölçü, forma, yönüm, yerləşmə və vurma göstəriciləri).

İstismar keyfiyyətini formalaşdıran əsas texnoloji parametrlərə hissələrin materiallarının keyfiyyəti, səthlərin ölçü, forma, qarşılıqlı vəziyyət dəqiqliyi və səthlərin keyfiyyətləri daxildir. Səthlərin forma və qarşılıqlı vəziyyət dəqiqliyi, yerli ölçülərin həndəsi yerləşməsi ilə formalaşır. Məmul və onun hissələrinin ölçü dəqiqliyi, səpələnmə mərkəzinin koordinatı və səpələnmə sahəsi ilə qiymətləndirilir. Keyfiyyətin, onun tərkib hissəsi olan ölçü dəqiqliyinin əsası konstruksiyanın dizaynı zamanı qoyulur (şək. 2.1.2). Uyğun təyinatlı, yeni konstruksiyalı məmul istismara başlamazdan əvvəl mövcud, layihə edilmiş məmulun istifadəsinin iqtisadi səmərəliliyi təmin edilməlidir.

Konstruktor bazarın tələblərini sorğular və statistik araşdırmalarla müəyyən edir. Mövcud elmi-texniki nailiyyətləri və texnologiyaları, məmulun konstruktiv, texnoloji və istismar xüsusiyyətlərini araşdırır və öyrənir. Mövcud, uyğun məmulun bazasında yeni, rəqabət qabiliyyətinə malik mütərəqqi məmulun və onun təşkildicilərinin konstruksiyalarını yaradır (şək. 2.1.1). Yaradılmış istehsal, istismar və iqtisadi keyfiyyət göstəriciləri konstruktorun cizgilərdə təqdim etdiyi konstruktiv elementlərdən və onların parametrlərindən asılıdır. Bu parametrlərin yol verilən dəyişmə diapazonlarından asılı olaraq istehsal olunmuş dəstdəki məmulların keyfiyyət göstəriciləri də müəyyən həddə dəyişir. Məmul və onun tərkib hissələrinin keyfiyyətləri sxemdə göstərilən ardıcılıq üzrə formalaşdırılır. Bu zaman yığma və mexaniki emal keyfiyyətlərinin formalaşmasına tətbiq edilən emal üsulları və texnoloji prosesin quruluşu ilə yanaşı, həm də istehsal prosesinin iki səviyyədə:

birbaşa və dolayı idarə edilməsi təsir edir.

Keyfiyyəti formalaşdıran istehsal vasitələrinin keyfiyyətlərini idarə etməklə istehsal keyfiyyətinin yüksəldilməsi, onun dolayı idarə olunması kimi qiymətləndirilir. Keyfiyyətin formalaşdırılması prosesində onun bilavasitə idarə olunması (məsələn, sazlama dəqiqliyinin artırılması, emal şəraitinin sabilliyinin təmin edilməsi və s.) keyfiyyətin birbaşa idarə edilməsi hesab olunur. Sxemdə göstəriləndiyi kimi, keyfiyyətin bu cür idarə olunması, əsasən antropoloji müdaxilə xarakteri daşıyır və həmçinin İSO 9000 standartlarının tələblərinin yerinə yetirilməsinə yönəlir (şək. 2.1. 1).

Hər bir məmulun keyfiyyəti, kompleks və dinamik bir anlayış olmaqla yanaşı, eyni zamanda müəyyən bir sistemdir. Bu mürəkkəb sistem nisbətən sadə yarım sistemlərdən formalaşır. Buna görə də, məmulların və onların hissələrinin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi, qiymətləndirmənin kompüter sistemlərindən istifadə etməklə həyata keçirilməsi üçün funksional sistematika metodlarından və riyazi əlaqələrdən istifadə olunmalıdır. Aşağıdakı mürəkkəb sistem modeli vasitəsilə məmulun keyfiyyətini və onun həyat tsiklini ifadə etmək mümkündür:

$$K = \begin{cases} < B, ET, T, L > \Rightarrow K_l \\ < M_i, P_j, E_k, Y_n > \Rightarrow K_i \\ < S, I, G, X > \Rightarrow K_{is} \end{cases} \quad (2.1.1)$$

Burada, K_l - məmulun keyfiyyətinin layihə yarım sistemi;

K_i - keyfiyyətin istehsal yarım sistemi;

K_{is} - keyfiyyətin istismar yarım sistemi;

B - layihə keyfiyyəti yarım sisteminə (LKY) funksional təsir edən, bazar tələbləri və məlumatlar çoxluğu;

ET - LKY funksional təsir edən, layihədə istifadə olunan nəticələrin elmi - tədqiqat işlərinin çoxluğu;

T - LKY funksional təsir edən, maşınqayırma müəssisələrinin və uyğun məmulların istismarının təcrübələrinin istifadə olunan nəticələri çoxluğu;

L - LKY funksional təsir edən, layihəçinin fərdi yaradıcılığını formalaşdıran qabiliyyətlər çoxluğu;

M_i - keyfiyyətin istehsal yarım sisteminə funksional təsir edən (KİYFTE) material parametrlər çoxluğu;

P_i - KİYFTE pəstahın parametrlər çoxluğu;

E_k - KİYFTE hissənin formalaşdırılmış parametrlər çoxluğu;

Y_n - KİYFTE məmulun yığılmasında formalaşdırılan parametrlər çoxluğu;

S - keyfiyyətin istismar yarım sisteminə funksional təsir edən (KİYFTE) məmulun saxlanması ilə bağlı parametrlər çoxluğu;

I - KİYFTE iqlimlə bağlı çoxluq;

G - KİYFTE məmulun giriş parametrlər çoxluğu;

X - KİYFTE məmula xidməti əhatə edən parametrlər çoxluğu;

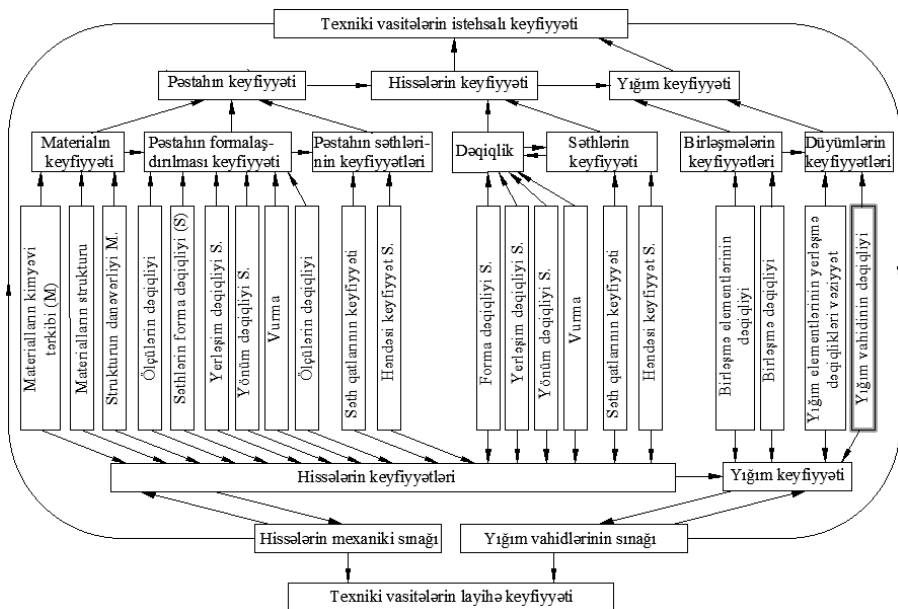
i, j, k, n - uyğun altsistemdə funksional təsir edən, onu formalaşdıran parametrlərin saylarıdır.

Beləliklə, maşınqayırma məmulunun həyat tsikli ərzində onun və təşkil edicilərinin bütün mərhələlər üzrə keyfiyyətlərinin müəyyən (layihə) və təmin (istehsal) edilməsi, eyni zamanda saxlanması (istismar) ilə bağlı məsələlərinin həllində (2.1.1) keyfiyyət sistemi modelindən, onun açılmış - təfəsilatlı formasından istifadə edilməlidir. Şəkil 2.1.1-də məmulun keyfiyyətinin işlənmiş (2.1.1) sistem modeli onun yarım sistemləri arasında əlaqələr kimi, qrafiki şəkildə verilmişdir.

2.1.1. Məmulun keyfiyyətinin təmin edilməsi

Məhsulun keyfiyyəti, onun təşkil edicilərinin materialları, qarşılıqlı vəziyyətlərinin dayanıqlığı, ölçü əlaqələri, səth keyfiyyətləri və nisbi hərəkətlərin təmin edilmə qanunauyğunluqları və s. konstruktor tərəfindən nəzəri cəhətdən cizgilərlə formalaşdırılır. Layihə və istehsal keyfiyyətlərinin formalaşdırılma mexanizmləri biri-birindən kəskin fərqlənsə də, onlar bir-birini tamamlayır və biri digərini müəyyən edir. İstehsal prosesində isə keyfiyyət tələbləri təmin edilir. Layihəçinin malik olduğu nəzəri bilik və təcrübələrini, məhsulun konstruksiyası və təyinatı, bazarın tələbi sahəsində topladığı məlumatları nəzərə alaraq ümumiləşdirməsi, hissələr və yığma vahidlərinin layihə cizgilərində səthlərin ölçü, forma, yerləşmə, yönüm, vurma, qarşılıqlı vəziyyət, səth keyfiyyəti, nisbi hərəkət və material göstəricilərini əks etdirməklə layihə keyfiyyətini formalaşdırır (şəkl. 2.1.2).

Məhsulun konstruksiyasının, onun keyfiyyətinin optimallığını və səmərəliliyini təmin etmək üçün ehtiyac olduqda hissələr mexaniki sınaqlara uğradılır, yığma vahidlərinin parametrik sınaqları yerinə yetirilir.



Şəkil 2.1.2. Texniki konstruksiyaların layihə və istehsal keyfiyyətlərini formalaşdırən əlaqə sxemi

Səthin keyfiyyət göstəriciləri, hissələrin və onların səthlərinin təyinatları, eləcə də ergonomik baxımdan müəyyənləşdirilərək təmin edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, bəzən səthin özəl keyfiyyət tələbləri aşağı olsa da, onun formalaşdırdığı ölçü dəqiqliyi yüksək olduqda, səthin keyfiyyət parametrləri, tələb olunandan daha yüksək ola bilər.

Keyfiyyətin yekun formalaşması, konstruksiyanın tərkib hissələrinin qarşılıqlı dayanıqlı və ya nisbi hərəkətli vəziyyətlərinin təmin edilməsi ilə iki istiqamətdə layihəçi tərəfindən nəzəri cəhətdən işləməklə, istehsalçı tərəfindən isə istehsal prosesində həmin layihəni reallaşdırmaqla həyata keçirilir (şəkil 2.1.2):

- yığma elementlərinin qovuşma səthlərinin keyfiyyətləri, onların ölçüləri, ayrı-ayrı hissələr üzərində yerləşmə dəqiqlikləri, materialın keyfiyyəti və digər göstəricilər (məsələn, pərçimləmə ilə yığmada pərçimin materialı, onun faktiki diametri, pərçim yuvalarının diametri, iki qonşu pərçim yuvası arasındakı məsafə və s.).

- yığma düyümlərinin keyfiyyəti, yığılan hissələrin və onların qovuşan səthlərinin qarşılıqlı vəziyyətinin dəqiqliyi, yığma prosesinin keyfiyyəti ilə formalaşır (məsələn, pərçim birləşməsinin yığılmasında birləşdirilən hissələrin yuvalarının üzbə-üz yerləşdirilməsi, pərçimin yuvalardakı vəziyyəti, presləmə qüvvələrinin istiqaməti, pərçim başlığının oxuna nəzərən formalaşdırılmasının simmetrikliliyi və s.).

Şəkil 2.1.2-də texniki konstruksiyaların layihə və istehsal keyfiyyətlərinə təsir edən əlaqələr sxematik olaraq göstərilmişdir. Sxemdə mövcud uyğun tədqiqat işlərindən fərqli olaraq, hissələrin keyfiyyətlərinin formalaşmasında proseslərin keyfiyyətlərinin birbaşa iştirak etdiyi göstərilmişdir. Hərçənd ki, hissələrin layihə keyfiyyətlərinin formalaşmasında adətən bu bürüzə vermir və gizli qalır. Həmçinin, hissənin istehsal keyfiyyətlərini ISO standartlarına uyğun formalaşdırılan parametrlər nəzərə alınmış, əlaqələr sxemində həm layihə, həm də istehsal keyfiyyətlərini formalaşdırən səthlərin ölçü, forma, yerləşmə, yönüm və vurma dəqiqlikləri, nahamarlıqlar öz əksini tapmışdır (şəkil 2.1.2).

2.2. Keyfiyyəti formalaşdırma əlaqələri

İstənilən növ mexaniki emal zamanı səthlərdə alınan istehsal keyfiyyəti göstəriciləri, onlara təsir edən texnoloji əlaqələrin növü və mahiyyəti təsiri nəticəsində formalaşır. Yüksək emal keyfiyyəti və keyfiyyətin rəşional idarə edilməsi yalnız bu əlaqələrin aşkar edilməsi, araşdırılması və düzgün idarə olunması ilə mümkün ola bilər.

Hissələrin istehsal keyfiyyətlərini müəyyənləşdirən səthlərin ölçü, forma, yerləşmə, yığma, vurma dəqiqlikləri, səth nahamarlıqları və səth qatının keyfiyyətinin formalaşması müxtəlif mexaniki emal üsulları üçün araşdırılmış və sistemləşdirilmişdir. Mexaniki emalın bütün növlərinə aid olan texnoloji sistem əlaqələri sxematik olaraq şəkil 2.2.1-də verilmişdir.

Mexaniki emal sxemindən asılı olaraq səthlərin sxemlərdə verilmiş

texnoloji çıxış parametrlərinə təsir edən bəzi faktorlar təsirsizdir, buna görə də onları nəzərə almamaq olar.

Şəkil 2.1.2-də təqdim olunmuş layihə və istehsal keyfiyyətlərini formalaşdıran əlaqələrdən istifadə etməklə keyfiyyətin layihə və istehsal yarım sisteminin modelini əldə edək. Məmul və onun tərkib hissələrinin keyfiyyətləri (2.1.1) sistem modelinin istehsal keyfiyyəti yarım sistemi üçün açılışı ümumiləşdirilmiş şəkildə aşağıdakı kimi olacaq:

$$f(M_i, P_j, E_k, Y_n) = K_i = \begin{cases} < m_1, m_2, m_3, \dots m_i > \\ < F_{p1}, O_{p2}, Y_{p3}, Y_{np4}, S_{hps}, S_{qp6}, \dots > \\ < F_{e1}, O_{h2}, Y_{h3}, Y_{nh4}, S_{hes}, S_{qe6}, \dots > \\ < Y_1, Y_2, Y_3, \dots Y_n > \end{cases} \quad (2.2.1)$$

Burada, m_1, m_2, m_3, \dots hissənin materialının keyfiyyətini formalaşdıran parametrlər;

F_{p1} və F_{e1} - uyğun olaraq pəstah və hissələrin keyfiyyətlərini formalaşdıran səthlərin həndəsi forma parametrləri;

O_{p2} və O_{h2} - pəstah və hissənin keyfiyyətlərini formalaşdıran ölçü parametrləri;

Y_{p3}, Y_{h3} və Y_{np4}, Y_{nh4} - pəstah və hissənin keyfiyyətlərini formalaşdıran səthlərinin yerləşmə və yönüm parametrləri;

S_{hps}, S_{hes} və S_{qp6}, S_{qe6} - pəstah və hissənin keyfiyyətlərini formalaşdıran səthlərin həndəsi və səth qatlarının parametrləri;

Y_1 - birləşən hissələrin keyfiyyətini formalaşdıran qovuşma elementlərinin parametrləri;

Y_2 - qovuşan elementlərin birləşmə keyfiyyətini formalaşdıran parametrlər;

Y_3 - düyümlərin keyfiyyətini formalaşdıran elementlərinin qarşılıqlı vəziyyət parametrləri;

Y_4 - məmulun keyfiyyətini formalaşdıran düyümlərin (yığma vahidlərinin) qarşılıqlı vəziyyət parametrləridir.

Aydın ki, hər məmul adətən bir neçə düyümdən, hər düyüm bir neçə hissədən, hər hissə isə bir neçə səthdən ibarət olur. Buna görə

də, onların hər biri ümumiləşdirilmiş (2.2.1) keyfiyyət yarım sisteminin modelində nəzərə alınmalıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, məmulun keyfiyyətinin layihə yarım sisteminin formalaşması (2.1.1) ifadəsində göstərilmiş baza parametrlərinə əsaslanarsa da, onun modeli də K_i - modelinə bənzəyir.

Onların fərqi ondadır ki, K_i - modeli elementlərin və parametrlərin istehsal prosesi nəticəsində əldə edilmiş həqiqi qiymətlərinin dəyişmə diapozonunu əks etdirdiyi halda, K_i - modeli həmin parametrlərin layihə cizgisində nəzərdə tutulmuş dəyişmə intervallarını göstərir. Yəni uyğun olaraq K_l - üçün yazmaq olar:

$$\{ \langle B, ET, T, L \rangle \} \Rightarrow K_l = \begin{cases} \langle m'_1, m'_2, m'_3, \dots, m'_n \rangle \\ \langle F'_{p1}, O'_{p2}, Y'_{p3}, Y'_{np4}, S'_{hps}, S'_{qpb}, \dots \rangle \\ \langle F'_{e1}, O'_{h2}, Y'_{h3}, Y'_{nh4}, S'_{hes}, S'_{qeb}, \dots \rangle \\ \langle Y'_1, Y'_2, Y'_3, \dots, Y'_n \rangle \end{cases} \quad (2.2.2)$$

Burada, $m'_1, m'_2, \dots, y'_1, y'_2, y'_n$ - parametrləri (2.2.1) ifadəsindəki göstəricilərin cizgiddə verilən qiymətlərini (əsasən, yol verilən uyğun müsaidələri ifadə edir. Sonuncu ifadədə $\{ \langle B, ET, \dots \rangle \}$ yazılışının qəbul edilməsi bu təşkilədicilərin bir qədər mücərrəd xarakter daşması ilə əlaqədardır.

Aydındır ki, məmul istehsalının təşkili baxımından (2.2.1) modelindəki bütün parametrlər (2.2.2) modelindəki parametrlər çərçivəsində olmalıdır, yəni $K_l \in K_i$.

Deməli,

$$\begin{cases} \langle m'_1, m'_2, m'_3, \dots, m'_n \rangle \\ \langle F'_{p1}, O'_{p2}, Y'_{p3}, Y'_{np4}, S'_{hps}, S'_{qp6}, \dots \rangle \\ \langle F'_{e1}, O'_{h2}, Y'_{h3}, Y'_{nh4}, S'_{hes}, S'_{qe6}, \dots \rangle \\ \langle Y'_1, Y'_2, Y'_3, \dots, Y'_n \rangle \end{cases} \in \begin{cases} \langle m_1, m_2, m_3, \dots, m_i \rangle \\ \langle F_{p1}, O_{p2}, Y_{p3}, Y_{np4}, S_{hps}, S_{qp6}, \dots \rangle \\ \langle F_{e1}, O_{h2}, Y_{h3}, Y_{nh4}, S_{hes}, S_6, \dots \rangle \\ \langle Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n \rangle \end{cases}$$

Qeyd etmək lazımdır ki, pəstahın keyfiyyət parametrlərinin cizgidə verilmə prinsipləri məmulun keyfiyyətinin formalaşması ilə eyni olduğundan, o da (2.2.2) modelinə daxil edilmişdir.

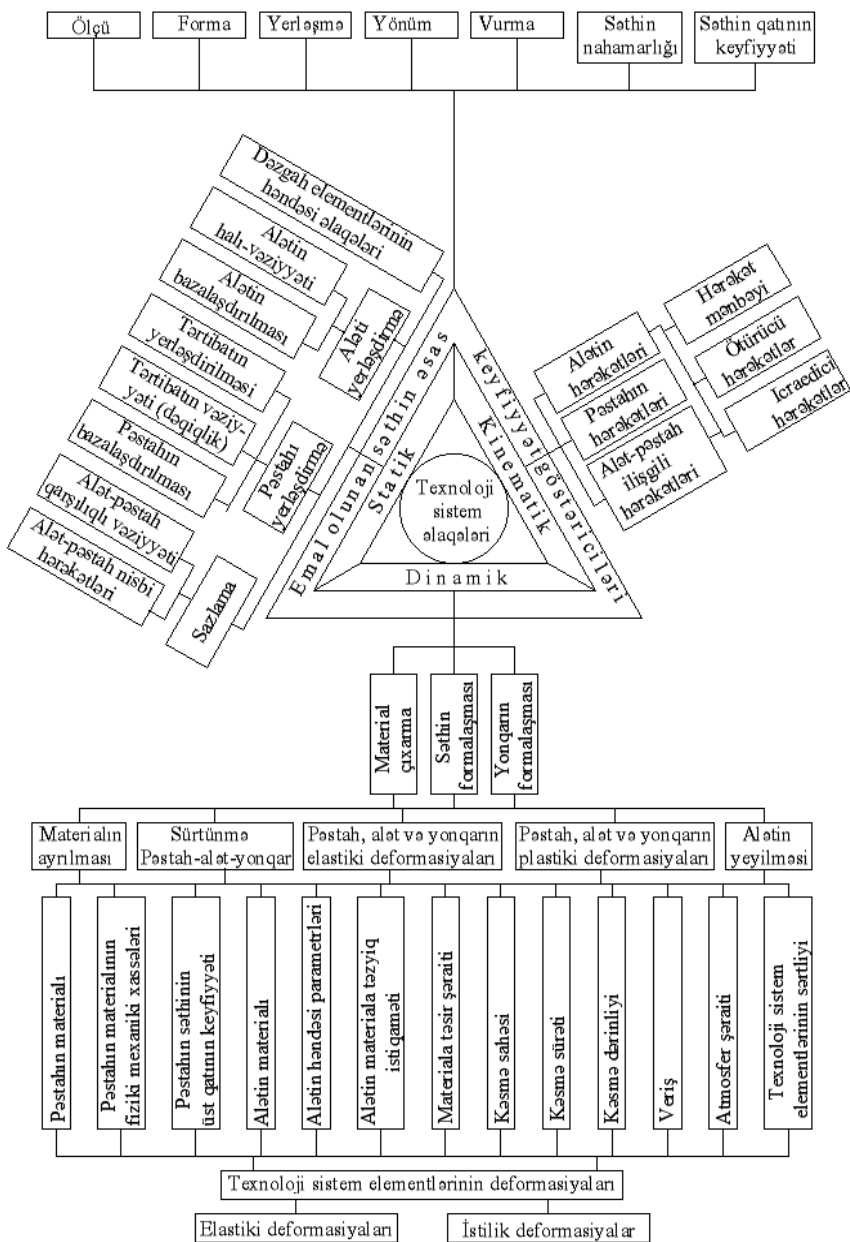
(2.2.1) və (2.2.2) keyfiyyət sistemi modellərinin tətbiqi keyfiyyətin qiymətləndirilməsi üçün kompüter hesablama sisteminin istifadəsini tələb edir. Bu səbəbdən, keyfiyyətin qiymətləndirilməsinin yeni üsullarının işlənməsinə ehtiyac yaranır. Çünki, mövcud keyfiyyət qiymətləndirmə üsulları işlənmiş formada keyfiyyətin sistem halında qiymətləndirilməsinə və idarə edilməsinə imkan vermir.

Texnoloji əməliyyatı yerinə yetirərkən emal keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün qəbul edilən çıxış texnoloji parametri, göstəricisi və s. ilə onun formalaşmasında iştirak edən ilkin amillər arasında təsirdə olan əlaqələr sxemi texnoloji əlaqələr sistemini təşkil edir. Formalaşdırma mexanizmi baxımından texnoloji əlaqələr sistemi üç növ əlaqənin statik, kinematik və dinamik əlaqələrin kompleksidir (şək. 2.2.1).

Bu növ əlaqələr bir sıra tədqiqat işlərində qeyd olunurlar. Lakin onlarda yalnız statik əlaqələrin mahiyyəti əsasən düzgün əks olunsada, kinematik və dinamik texnoloji əlaqələrin təsnifində məsələnin mahiyyətinin özəyi düzgün nəzərə alınmamışdır. Məlumdur ki, mexaniki emal zamanı texnoloji sistemin statik halında alət və pəstahın keyfiyyət göstəricisini səmərəli təmin edəcək vəziyyətləri təmin edilir, sonra isə texnoloji sistemin dinamik halında pəstahdan material qatı çıxarılır.

Texnoloji əməliyyatı yerinə yetirərkən emal keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün qəbul edilən çıxış parametrləri, göstəricilər və s. ilə onun formalaşmasında iştirak edən ilkin amillər arasında təsirdə olan əlaqələr sxemi texnoloji əlaqələr sistemini təşkil edir. Formalaşdırma mexanizmi baxımından texnoloji əlaqələr sistemi statik, kinematik və dinamik əlaqələrin kompleksini təşkil edir (şək. 2.2.1).

Bu növ əlaqələr bir sıra tədqiqat işlərində qeyd olunurlar. Lakin bu tədqiqatlarda yalnız statik əlaqələrin mahiyyəti əsasən düzgün əks olunmuş, kinematik və dinamik texnoloji əlaqələrin təsnifində isə məsələnin mahiyyətinin özəyi düzgün nəzərə alınmamışdır. Məlumdur ki, mexaniki emal zamanı texnoloji sistemin statik halında alət və pəstahın keyfiyyət göstəricilərini səmərəli təmin edəcək vəziyyətlər yaranır, sonra isə texnoloji sistemin dinamik halında pəstahdan material qatı çıxarılır.



Şəkil 2.2.1 Mexaniki emal zamanı təsirdə olan ümumiləşdirilmiş texnoloji əlaqələr sistemi

2.2.1 .Texnoloji əlaqələr sistemi

Statik texnoloji əlaqələr sistemi. Keyfiyyət göstəriciləri ilə funksional əlaqədə olan və texnoloji sistemin statik halında formalaşan əlaqələr statik əlaqələr adlanır.

Statik əlaqələrə alətin və pəstahın yerləşdirilməsi və sazlamalar zamanı təsirdə olan əlaqələr, həmçinin dəzgahın həndəsi elementləri arasındakı müvafiq əlaqələr daxildir (şək. 2.2.1). Məsələn, torna dəzgahında fırlanma yan səthinin silindrik səthin oxuna perpendikulyarlıq ölçüsünün təmin edilməsi, yəni yönüm dəqiqliyinin əldə edilməsi, dəzgahın eninə supportunun yönləndiricilərinin şpindel oxuna perpendikulyarlıq ölçüsü ilə əlaqəlidir.

Dəzgahlar, xüsusən də mexaniki emal zamanı istifadə olunan alətlər, müxtəlif mexaniki hissələrdən ibarət olub, bu elementlər müəyyən bir sistem daxilində əlaqələndirilir. Bu əlaqələrin düzgün qurulması və optimallaşdırılması, dəzgahın effektiv işləməsi üçün zəruridir. Dəzgah elementləri arasındakı qarşılıqlı təsir, sistemin hərəkətsiz və ya sabit yük altında olan vəziyyətlərini əhatə edir. Dəzgahın statik əlaqəsi, onun işə başlamazdan və ya yüksək sürətə çatmazdan əvvəlki vəziyyətini müəyyən edir. Bu mərhələdə, hərəkətsiz elementlərin qarşılıqlı təsiri, yükün paylanması və komponentlərin sabit vəziyyətdə olmasının vacibliyi nəzərə alınır. Dəzgahın düzgün işləməsi və yüksək dəqiqliklə mexaniki əməliyyatları yerinə yetirməsi üçün onu təşkil edən elementlər arasındakı həndəsi əlaqələr mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Həndəsi əlaqələr, hər bir elementinin digər elementə olan yerləşməsi, ölçüləri və bu elementlərin hərəkət istiqamətləri ilə əlaqədar olan parametrləri təsvir edir. Bu əlaqələr, dəzgahın dəqiqliyini, sabitliyini və məhsuldarlığını təmin edən əsas faktorlardır.

Həndəsi əlaqələr, xüsusilə aşağıdakı aspektləri nəzərə alır:

- həndəsi əlaqələr, hər bir elementin yerini və onun digər hissələrə nisbətən hərəkət qabiliyyətini müəyyən edir.
- dəzgah elementləri arasındakı həndəsi dəqiqlik, bir elementin digərinə olan yaxınlığını və uyğunluğunu tənzimləyir.
- həndəsi əlaqələr, elementlər arasındakı təsirlərin düzgün bölüşdürülməsi və hərəkətsiz vəziyyətdə olan hissələrin sabitliyinin qorunması üçün mühüm rol oynayır.

- dəzgahların elementləri arasındakı həndəsi əlaqələr, ümumi koordinat sistemi daxilində təyin edilir. Bu əlaqələr həm dəzgahın quruluşunun, həm də mexaniki emalın effektivliyini təmin edir.

Statik əlaqə müəyyən hesablamalara əsaslanır. Bu hesablama prosesi zamanı hər bir elementin üzərində tətbiq olunan yüklərin təhlili aparılır. Hər bir elementin və əlaqənin təzyiq və gərginliyə necə reaksiya verdiyini və dəzgahın hərəkətsiz vəziyyətdə uzun müddət işləməsi üçün elementlərin dayanıqlığı müəyyən edilir. Mexaniki emal prosesi zamanı formalaşan keyfiyyət göstəricilərinə statistik texnoloji əlaqələr sisteminə daxil olan dəzgah elementlərinin həndəsi əlaqələri ilə yanaşı, alətin vəziyyəti və alətin bazalaşdırılması da mühüm rol oynayır.

Dəzgah elementlərinin həndəsi əlaqələri, emal prosesinin dəqiqliyini və hissənin keyfiyyətinə birbaşa təsir edən faktorlar sırasındadır. Bu əlaqələrin təhlili, prosesin effektivliyini və məhsulun dəqiqliyini təmin etmək üçün vacibdir. Alətin bazalaşdırılması, emalın dəqiqliyini artırır və istehsal müddətində daha yaxşı nəticələr əldə edilməsinə şərait yaradır.

Bu amillərin hamısı statistik texnoloji əlaqələr sisteminə daxil edilir və emal keyfiyyətinin təmin edilməsi üçün nəzərə alınmalıdır. Statistik təhlil və qiymətləndirmə, alətin vəziyyəti və dəzgah elementlərinin uyğunluğunu təmin etməyə kömək edir, beləliklə, keyfiyyət göstəricilərinin davamlı təkmilləşdirilməsi və istehsal prosesinin optimallaşdırılması mümkün olur.

Mexaniki emal keyfiyyətinə əhəmiyyətli təsir göstərən amillərdən biri də tərtibatın düzgün yerləşdirilməsidir. Emal zamanı tərtibatın düzgün qurulması, hissələrin mexaniki emal keyfiyyətini formalaşdırır və bu da öz növbəsində məmulun bütün hissələrinin istismar keyfiyyətinə, yəni, məhsulun funksional dözümlülüyünə, davamlılığına və etibarlılığına təsir edir.

Mexaniki emal prosesində formalaşan keyfiyyət göstəriciləri ilə tərtibat arasındakı əlaqə, məhsulun ümumi keyfiyyətinə və istifadəçi tələblərinə uyğunluq dərəcəsinə təsir edən vacib bir faktordur. Hər bir hissənin keyfiyyətinin yüksək olması, yekunda məhsulun istismar keyfiyyətini artırır, bununla da məhsulun ömrü və etibarlılığı daha uzun olur.

Texnoloji prosesin müəyyənləşdirilməsi zamanı mexaniki emal

üçün hissələrin sazlama bazalarının seçilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir, çünki bu, emal prosesinin dəqiqliyini və məhsulun keyfiyyətini birbaşa təsir edir. Baza səthlərinin düzgün seçilməsi, emal ediləcək hissənin emal zamanı düzgün mövqeyə gətirilməsini təmin edir, bu isə öz növbəsində kəsici alətə qarşı mövqeyin dəqiq müəyyənləşdirilməsini mümkün edir. Emal ediləcək hissənin baza səthlərində düzgün seçilməsi, onun mövqeyinin dəyişməməsini və emal zamanı hər hansı bir deformasiyanın qarşısını almağı təmin edir. Bu, xüsusilə yüksək dəqiqlik tələb edən hissələrdə vacibdir, çünki hər hansı bir səhv mövqe, hissənin ölçülərində, formasında və səth keyfiyyətində əhəmiyyətli sapmalara səbəb ola bilər. Baza səthlərinin düzgün seçilməsi və yerləşdirilməsi emal prosesinin təkrarlanabilirliyini, keyfiyyətin dayanıqlılığını və məmulun istismar keyfiyyətini təmin etmək üçün əsas şərtidir. Bu amillər hər biri, texnoloji prosesin səmərəliliyini artırır və son məhsulun keyfiyyətini yaxşılaşdırır.

Beləliklə, mexaniki emal prosesinin dəqiqliyi, hissənin baza səthlərinə düzgün və dəqiq şəkildə yerləşdirilməsindən asılıdır. Pəstahın doğru bazalaşdırılması, kəsici alətlə işləmə zamanı onun mövqeyinin düzgün olmasına və nəticədə emalın yüksək dəqiqliklə yerinə yetirilməsinə təminat verir.

Alət və pəstah arasındakı qarşılıqlı əlaqələr, alətin sazlanması da statik texnoloji əlaqələrə aid edilir və bu, hissənin keyfiyyətinin formalaşmasında xüsusi rol oynayır.

Mexaniki emal zamanı formalaşan keyfiyyət parametrlərinə statik texnoloji əlaqələr baxımından təsir edən əsas amillər, alətin yerləşdirilməsi, pəstahın yerləşdirilməsi və sazlamadır (şəkl. 2.2.1.).

Kinematik texnoloji əlaqələr sistemi. Kinematik əlaqə, keyfiyyət göstəricilərinin funksional asılılığında və texnoloji sistemin müxtəlif elementlərinin nisbi hərəkətləri nəticəsində yaranan mürəkkəb əlaqələr sistemini təmsil edir. Bu əlaqələr, alət və pəstahın işçi hərəkətləri ilə sıx bağlıdır və əlaqəli hərəkətlərin ümumi strukturu əsasında formalaşır.

Bu hərəkətləri daha ətraflı şəkildə üç əsas təşkilədiçi elementə ayırmaq olar: birincisi, hərəkət mənbəyinin mövcudluğu və onun digər elementlərlə qarşılıqlı təsiri; ikincisi, ötürücü hərəkətlərin sistem daxilində yayılma mexanizmi; və son olaraq, icraedici hərəkətlərin konkret elementlər üzərindəki təsirini göstərən əlaqələr. Bu üç

komponentin qarşılıqlı fəaliyyəti, sistemin ümumi kinematik davranışını müəyyənləşdirir və onun işləmə prinsiplərini izah edir. Kinematik əlaqələrin analizi, mexaniki emal zamanı formalaşan keyfiyyət göstəricilərinin təmin edilməsi üçün vacibdir.

Mexaniki emal prosesində alət və pəstah arasındakı qarşılıqlı hərəkət nəticəsində səth keyfiyyəti formalaşır. Bu hərəkətləri təmin edən və texnoloji sistemə daxil olan hərəkətverici mənbə, ötürücü və idarəedici hərəkətləri həyata keçirən dəzgah elementləri mühüm rol oynayır. Bu elementlər, texnoloji sistemin səmərəliliyini və sistemin ümumi məhsuldarlığını təmin edən əsas komponentlərdir. Onların texniki göstəriciləri, kinematik texnoloji əlaqələr sisteminin qurulmasında təməl rolunu oynayır və sistemin düzgün işləməsi üçün zəruri olan qarşılıqlı əlaqələri formalaşdırır. Bu göstəricilər, həmçinin emal prosesinin optimallaşdırılmasında və yüksək keyfiyyətli nəticələrin əldə olunmasında əhəmiyyətli rol oynayır.

Metal kəsən dəzgahların hərəkət edən elementləri ilə mexanizmlər arasındakı əlaqə mürəkkəb xarakter daşıyır və bu hərəkətlərin dəqiqliyi emal keyfiyyətinə bir başa təsir edir. Daxili kinematik əlaqə icraedici hərəkətin xarakterini müəyyən edir. İcraedici hərəkətin sürəti daxili kinematik əlaqə ilə müəyyən edilmir.

Dinamik texnoloji əlaqələr sistemi. Keyfiyyət göstəriciləri ilə funksional əlaqədə olan və texnoloji sistem elementlərinin dinamikasından yaranan qarşılıqlı əlaqələr, dinamik əlaqələr adlanır. Dinamik əlaqələr, həmçinin texnoloji sistemin işləmə zamanı meydana gələn dəyişiklikləri və hərəkətlərin qarşılıqlı təsirini nəzərə alır, beləliklə, emal prosesinin dəqiqliyini və effektivliyini artırmağa imkan verir.

Dinamiki əlaqələr nəticəsində mexaniki emal prosesində səth formalaşdırılarkən pəstahdan materialın qoparılması baş verir. Bu zaman həm emal olunan səth, həm də çıxarılan material (yonqar) formalaşır. Dinamik əlaqələrin əsasını təşkil edən bu üç texnoloji “hadisə” prosesi, mexaniki emalın fundamental aspektlərindən biridir. Bu hadisələr, sistemin dinamik halında mexaniki emalın effektivliyini müəyyənləşdirir. Bu üç əsas prosedən aşağıdakı beş dəst törəmə texnoloji əlaqə yaranır:

- material ayırma əlaqələri;
- pəstah-alət və alət-yonqar sürtünmə əlaqələri;

- pəstah, alət və yonqarın plastiki deformasiya əlaqələri;
- pəstah, alət və yonqarın elastiki deformasiya əlaqələri;
- alətin yeyilmə əlaqələri.

Bu törəmə texnoloji əlaqələr, emal prosesində baş verən müxtəlif fiziki və mexaniki hadisələrin qarşılıqlı təsirlərini və onların bir-birinə bağlı şəkildə necə formalaşdığını göstərir. Hər bir əlaqə, emal prosesinin səmərəliliyini və keyfiyyətini müəyyən edən mühüm amildir.

Sonuncu əlaqələr, metal kəsmə zamanı keyfiyyət göstəricilərinin əlaqələrini və texnoloji əməliyyatın digər giriş və çıxış parametrlərinin qarşılıqlı əlaqələrini müəyyənləşdirir (şəkl. 2.2.1). Bu əlaqələr, emal prosesinin müxtəlif mərhələlərində baş verən hadisələrin dinamik təsirlərini təhlil edərək, sistemin ümumi fəaliyyətini formalaşdırır. Qeyd olunan əlaqələri fərqləndirmək məqsədilə aşağıdakı sıralama təklif olunur:

- material ayırma əlaqələri birinci tərtib dinamik əlaqə;
- pəstah-alət və alət-yonqar sürtünmə əlaqələri ikinci tərtib dinamik əlaqə;
- pəstah, alət və yonqarın plastiki deformasiya əlaqələri üçüncü tərtib dinamik əlaqə;
- pəstah, alət və yonqarın elastiki deformasiya əlaqələri dördüncü tərtib dinamik əlaqə;
- alətin yeyilmə əlaqələri beşinci tərtib dinamik əlaqə.

Bu sıralama, emal prosesində hər bir əlaqənin özünəməxsus rolunu və təsirini müəyyən edir, həmçinin müxtəlif texnoloji parametrlərin qarşılıqlı əlaqələrinin təhlilini asanlaşdırır.

Mexaniki emalın əsas keyfiyyət göstəricilərinin texnoloji əlaqələrinə ümumiləşdirilmiş halda baxıldıqda, bu əlaqələr bir sıra mühüm amillərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində meydana gəlir. Əsas keyfiyyət göstəriciləri, emal prosesinin səmərəliliyini və nəticələrinin keyfiyyətini müəyyən edən parametrlərdir. Bu göstəricilər, müxtəlif texnoloji əlaqələrin bir-biri ilə qarşılıqlı fəaliyyətini və onların sistemə təsirini əks etdirir.

Bu əlaqələri ümumiləşdirmək üçün aşağıdakı başlıca aspektlərə diqqət yetirmək olar:

Səth keyfiyyəti və dəqiqlik – Səthin mükəmməl işlənməsi, pəstah

və alət arasındakı kinematik və dinamik əlaqələrdən asılıdır. Bu əlaqələr, hərəkətverici sistemin dəqiqliyi, alətin vəziyyəti və sürtünmə qüvvələri kimi faktorlarla sıx bağlıdır.

Materialın çıxarılması və yonqarın formalaşması – Material ayırma və yonqarın çıxarılması əlaqələri, prosesin effektivliyini müəyyənləşdirir. Burada həm materialın çıxarılma sürəti, həm də alət və pəstah arasındakı qarşılıqlı təsir rol oynayır.

Sürtünmə və deformasiya – Pəstah, alət və yonqar arasındakı sürtünmə və plastiki ya da elastiki deformasiya əlaqələri, həm materialın emal sürətini, həm də alətin xidmət müddətini müəyyən edir. Bu, həmçinin alətin yeyilmə dərəcəsinə və emalın ümumi keyfiyyətinə təsir göstərir.

İstilik və titrəmə təsirləri – Dinamik əlaqələrdə baş verən istilik və vibrasiya prosesləri, emal zamanı alət və material üzərində əlavə təsir göstərir və onların uzunmüddətli performansını təsir edir. Bu təsirlər, sistemin stabilliyini və nəticə olaraq keyfiyyəti müəyyənləşdirir.

İqtisadi və resursların istifadəsi – Texnoloji əlaqələr, həmçinin emal prosesinin səmərəliliyini və resursların optimal istifadəsini təmin edən faktorlardan biridir. Burada zaman, enerjiden istifadənin optimalaşdırılması və material sərfiyyatının azaldılması əsas rol oynayır.

Bu ümumiləşdirilmiş yanaşma, texnoloji əlaqələrin və onların bir-birinə təsirinin mexaniki emalın keyfiyyət göstəricilərinə necə təsir etdiyini daha yaxşı anlamağa kömək edir.

İndi isə mexaniki emalın əsas keyfiyyət göstəricilərinin texnoloji əlaqələrinə ümumiləşdirilmiş halda baxaq.

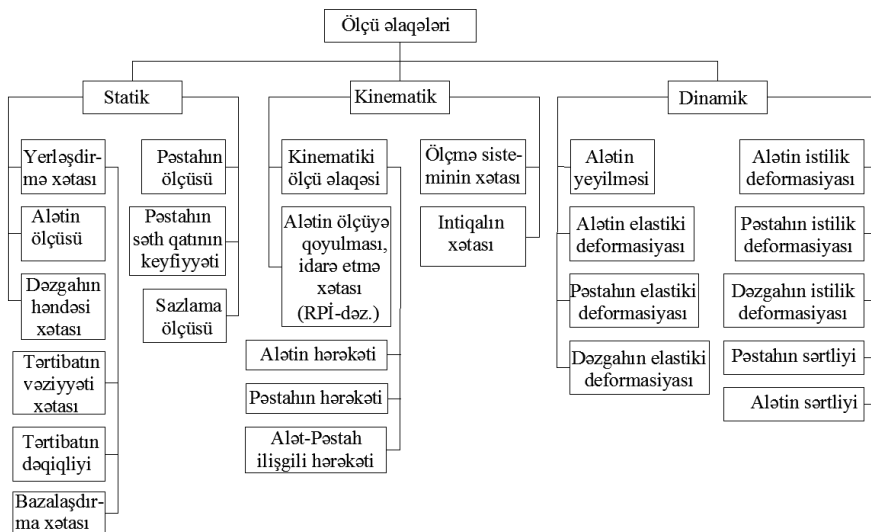
2.2.2. Mexaniki emalın keyfiyyət göstəricilərinin texnoloji əlaqələri

Mexaniki emalda keyfiyyət göstəricilərinin formalaşma mexanizmləri və mövcud tədqiqat işlərinin araşdırılması nəticəsində, 7 əsas keyfiyyət göstəricisinin formalaşdırılmasında texnoloji əlaqələr ümumiləşdirilmiş şəkildə tərtib edilmişdir. Ədəbiyyatlarda ayrı-ayrı təqdim olunan əlaqələrdən fərqli olaraq, təklif olunan keyfiyyət göstəricisi əlaqələrinin əsas xüsusiyyəti, mürəkkəb səthlərin emal xüsusiyyətlərinin nəzərə alınmasıdır. Bu yanaşma, yalnız əsas texnoloji

parametrləri deyil, həm də mürəkkəb və xüsusi səthlərin işlənməsi zamanı yaranan əlavə təsirləri və bu proseslərin qarşılıqlı əlaqələrini də əhatə edir.

Bu ümumiləşdirilmiş texnoloji əlaqələr, emal prosesində meydana gələn müxtəlif fiziki, kinematik və dinamik hadisələrin qarşılıqlı təsirini dəstəkləyərək, keyfiyyət göstəricilərinin daha dəqiq və effektiv şəkildə formalaşmasını təmin edir. Həmçinin, kompleks səthlərə malik materialların emalında qarşılaşılan çətinliklərə uyğunlaşdırılmış xüsusi metodların tətbiqi və optimallaşdırılması məqsədilə təklif olunan əlaqələr, keyfiyyətin artırılması və sistemin ümumi səmərəliliyinin yüksəldilməsi baxımından mühüm rol oynayır.

Ölçü əlaqələri (şək. 2.2.2): Sxemdə statik əlaqələrə həm alət ölçüləri, həm də sazlama ölçüləri daxil edilmişdir. Mexaniki emaldan alınan ölçü, əgər alət ölçüsü ilə formalaşarsa, sxemdə sazlama ölçüsü nəzərə alınmır. Bu halda, formalaşan ölçü yalnız alət ölçüsünün təsirində yaranır. Digər tərəfdən, əgər emal ölçüsü sazlama ölçüsü ilə formalaşarsa, sxemdə alət ölçüsü nəzərə alınmır. Bu vəziyyətdə, ölçü formalaşmasında əsas rol oynayan faktor sazlama ölçüsüdür.



Şəkil 2.2.2. Mexaniki emalda ölçü əlaqələri

Bu əlaqələr, emal prosesində müxtəlif ölçü parametrlərinin qarşılıqlı təsirini və hansı ölçünün prosesə daha böyük təsir göstərdiyini müəyyən edir. Sxemdə bu əlaqələrin düzgün göstərilməsi, emal zamanı keyfiyyətin təmin edilməsi və ölçü dəqiqliyinin əldə edilməsi baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir. Pəstahın səth qatının keyfiyyəti, dinamik əlaqələr vasitəsilə emal ölçüsünə təsir etsə də, özünün statik faktor olması səbəbindən statik əlaqələr qrupuna daxil edilir. Bu, pəstahın material xüsusiyyətlərinin və işçi səthinin dəyişiklikləri ilə əlaqədar olaraq, ölçü dəqiqliyinin müəyyən edilməsi prosesində statik əlaqələrin rolunu vurğulayır.

RPI dəzgahlarında emaldan alınacaq ölçü, alətin müəyyən ölçüyə verilməsi və veriş intiqalının idarə edilməsi əsasən kinematik mexanizmlər və əlaqələr vasitəsilə həyata keçirilir. Burada kinematik mexanizmlər və əlaqələr, hərəkət və sürət parametrlərinin koordinasiyasını təmin edərək, dəzgahın əməliyyat dəqiqliyini və məhsulun keyfiyyətini optimallaşdırır. Bu mexanizmlər və əlaqələr, alətin və pəstahın qarşılıqlı hərəkətini düzgün şəkildə idarə etməyə imkan verərək, emal prosesində istənilən ölçü dəqiqliyini təmin edir. Əlbəttə, idarəetmə əlaqələrini və onlara uyğun digər əlaqələri intellektual əlaqələr qrupuna aid etmək də mümkündür. Bu əlaqələr, müasir avtomatlaşdırılmış və ya rəqəmsal idarəetmə sistemləri vasitəsilə emal prosesinin optimallaşdırılmasını təmin edir və qərar qəbul etmə proseslərini daha effektiv hala gətirir. İntellektual əlaqələr, həmçinin prosesin real vaxtda izlənməsi və parametrlərin avtomatik tənzimlənməsi kimi xüsusiyyətləri də əhatə edir.

Dəzgahın həndəsi əlaqələri isə bəzi yönüm xarakterli ölçülərin formalaşmasına təsir edir. Məsələn, şaquli burğu dəzgahında yerləşdirilmiş pəstahda dəşilən yuvanın pəstahın oturacaq müstəvisi ilə əmələ gətirdiyi ölçü, yönüm dəqiqliyini təyin edir. Bu, dəzgahın quruluşunun və yerləşdirilməsinin hərəkət sistemlərinə olan təsirini və nəticədə məhsulun keyfiyyətinin nə dərəcədə dəqiq olacağını müəyyən edir. Həndəsi əlaqələr, həmçinin dəzgahın işləmə şəraitinin, pəstahın düzgün yerləşdirilməsinin və alətin düzgün nizamlanmasının vacibliyini vurğulayır. Bu elementlərin qarşılıqlı təsiri, emal prosesinin istənilən ölçü dəqiqliyini və yüksək keyfiyyətli nəticələrin əldə edilməsini təmin edir.

Ölçü əlaqələrinin formalaşmasında texnoloji sistemə aid olan bütün

əlaqələr - statik, kinematik və dinamik əlaqələr mühüm rol oynayır. Statik əlaqələr, müəyyən edilmiş ölçülərin sabitliyini və dəqiqliyini təmin edərkən, kinematik əlaqələr hərəkət və ötürmə mexanizmlərinin düzgün əlaqələndirilməsini, dinamik əlaqələr isə emal zamanı yaranan qüvvələrin və təsirlərin qarşılıqlı təsirini idarə edir.

Qeyd edilən əlaqələrin qanunauyğun formalaşması, istehsal keyfiyyətinin təmin edilməsi və optimallaşdırılması baxımından çox vacibdir. Bu əlaqələr, emal prosesinin effektivliyini və dəqiqliyini yüksəltməklə yanaşı, həm də məhsulun ümumi keyfiyyət göstəricilərini müəyyən edir. Texnoloji sistemin hər bir aspektinin düzgün tənzimlənməsi, yüksək keyfiyyətli məhsul istehsalı üçün əsas amillərdən hesab edilir. Ölçü əlaqələrinin formalaşmasında statik texnoloji əlaqələrə təsir edən bir sıra amillər mövcuddur. Bu amillər, emal prosesinin dəqiqliyini və məhsulun keyfiyyətini birbaşa təsir edir. Aşağıda bu amilləri daha ətraflı nəzərdən keçirək.

Yerləşdirmə xətası - Bu, alətin və pəstahın dəzgahda düzgün yerləşdirilməməsindən qaynaqlanan xətdir. Yerləşdirmə xətası, emal zamanı ölçülərin düzgün formalaşmaması ilə nəticələnə bilər və texnoloji prosesin keyfiyyətini azaldır.

Alətin ölçüsü - Alətin ölçüsünün dəqiqliyi və uyğunluğu, emal edilən materialın ölçüsünü və formasını birbaşa təsir edir. Alətin ölçüsündəki hər hansı bir fərq, nəticədə məhsulun ölçü dəqiqliyinə təsir göstərə bilər.

Dəzgahın həndəsi xətası - Dəzgahın quruluşundakı həndəsi xətalər, məsələn, xətti hərəkətlərin dəqiqliksizliyi və ya əlaqəli elementlərin düzgün yerləşməməsi, məhsulun dəqiq formalaşmamasına səbəb ola bilər. Bu xətalər, alət və pəstah arasında qarşılıqlı təsirləri pozaraq, məhsulun keyfiyyətinə birbaşa təsir edir.

Yerləşdirmə xətasını formalaşdıran əsas amillər isə aşağıdakılardır:

Tərtibatın vəziyyət xətası - Bu, dəzgahın və alətin müəyyən bir vəziyyətdə olarkən meydana gələn xəta və ya dəyişikliklərdir. Tərtibatın vəziyyətinin düzgün olmaması, yerləşdirmə xətasına səbəb ola bilər.

Tərtibatın dəqiqliyi - Dəzgahın və alətin tərtibatının dəqiqliyi, onların düzgün və tam uyğun işləməsini təmin edir. Tərtibatın qeyri-dəqiqliyi isə ölçü səhvlərinə gətirib çıxara bilər.

Bazalaşdırma xətası - Bu, pəstahın və alətin dəzgahda yerləşdirilməsi zamanı formalaşan xətadır. Bazalaşdırma xətası, texnoloji sistemin düzgün işləməməsinə və nəticədə ölçü xətlərinin meydana gəlməsinə səbəb ola bilər. Bu amillərin hər biri, ölçü əlaqələrinin formalaşmasında mühüm rol oynayır və istehsal keyfiyyətini birbaşa təsir edir. Statik texnoloji əlaqələrin düzgün tərtib edilməsi və bu amillərin optimal şəkildə idarə edilməsi, yüksək keyfiyyətli emal prosesinin təmin olunmasına şərait yaradır.

Ölçü əlaqələrinin formalaşmasında kinematik texnoloji əlaqələr sistemi xüsusi rol oynayır. Kinematik əlaqələr, alətin və pəstahın hərəkətinin qarşılıqlı əlaqələrini və bu hərəkətlərin ölçü dəqiqliyinə necə təsir etdiyini əks etdirir. Bu əlaqələr, emal prosesinin effektivliyini və keyfiyyətini artırmaq məqsədilə düzgün idarə olunmalıdır.

Kinematik ölçü əlaqələri, alətin ölçüyə qoyulmasında, yəni idarə etmə xətasında mühüm rol oynayır. Xüsusilə RPİ (rəqəmsal proqramlı idarəetmə) dəzgahlarında, alətin düzgün yerləşdirilməsi və hərəkəti, ölçü əlaqələrinin formalaşmasında əsas təsir amilidir. RPİ dəzgahlarında alətin və pəstahın hərəkətləri dəqiq şəkildə idarə olunur və bu, ölçü dəqiqliyinin təmin olunmasına kömək edir. Eyni zamanda, kinematik ölçü əlaqələri, alətin hərəkəti, pəstahın hərəkəti və alət-pəstah əlaqəli hərəkətləri ilə formalaşır. Alətin düzgün hərəkəti və pəstahın alətlə qarşılıqlı əlaqələri, emal prosesində ölçü dəqiqliyini və hissənin keyfiyyətinə birbaşa təsir edir. Bu hərəkətlərin düzgün tənzimlənməsi, kinematik sistemin effektiv işləməsini təmin edərək, yüksək keyfiyyətli hissənin əldə olunmasına şərait yaradır. Ölçü əlaqələrinin formalaşmasında dinamik texnoloji əlaqələr sistemi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu əlaqələr, emal prosesində müxtəlif dinamik hadisələrin qarşılıqlı təsirini nəzərə alaraq, emal edilən hissənin ölçü və keyfiyyət göstəricilərinin dəqiqliklə formalaşmasını təmin edir. Dinamik əlaqələr, materialın və alətin qarşılıqlı təsirini, sürətləri, qüvvələri və digər dinamik parametrləri birləşdirərək, məhsulun son keyfiyyətinə birbaşa təsir göstərir.

Emal olunan hissənin ölçüsü, forması, yerləşməsi, yönümü, vurması, səthin nahamarlığı və səth qatının keyfiyyəti göstəricilərinin formalaşmasında dinamik texnoloji əlaqələr sistemi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Yerləşmə və yönüm dəqiqliyi də bu əlaqələrə bağlı olaraq, emal

zamanı alətin və pəstahın hərəkətlərinin düzgün qurulmasını tələb edir. Dinamik əlaqələr, həmçinin səthlərin nahamarlığının və səth qatının keyfiyyətinin formalaşmasına təsir edir, çünki bu parametrlər kəsici alətin və materialın qarşılıqlı hərəkətindən asılıdır. Vurmanın təsiri, alətin və pəstahın qarşılıqlı əlaqəsi ilə yaranan qüvvələrdən yaranır və bu da səth keyfiyyətinə təsir edir.

Bu səbəbdən dinamiki texnoloji əlaqələrin düzgün idarə olunması, məhsulun keyfiyyətinin optimallaşdırılması və istehsal prosesinin effektivliyinin artırılması üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir. Burada əsasən alətin yeyilməsi, alətin elastiki və plastiki deformasiyaları, həmçinin dəzgahın elastiki deformasiyaları emal edilən səthin keyfiyyət göstəricilərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Alətin yeyilməsi, kəsici səthdə baş verən material itkisi ilə əlaqəlidir və bu, zamanla alətin kəsici xüsusiyyətlərini zəiflədə bilər, nəticədə emal prosesi və səth keyfiyyəti pisləşir. Alətin elastiki deformasiyası, mexaniki emal zamanı kəsmə qüvvəsinin təsirindən müvəqqəti olaraq baş verən dəyişikliklərə aiddir. Bu cür deformasiyalar, alətin həndəsi ölçülərini müvəqqəti olaraq dəyişdirə bilər. Bu, emal zamanı yaranan ölçü xətalılarına və ya səthin keyfiyyətinə təsir göstərə bilər. Plastiki deformasiyalar isə alətin uzun müddət kəsmə qüvvəsi altında qalması nəticəsində baş verir. Bu, alətin həndəsi ölçülərinin qalıcı şəkildə dəyişməsinə və bununla da emal edilən hissənin ölçülərinin və səthinin keyfiyyətinin pozulmasına səbəb ola bilər.

Dəzgahın elastiki deformasiyaları da vacibdir, çünki dəzgahın əsas elementlərinin deformasiya olması, alətin və pəstahın düzgün qarşılıqlı hərəkətinə mane ola bilər. Dəzgahın elementlərinin elastik deformasiyası, kəsmə qüvvəsinin təsiri nəticəsində yaranır ki, bu da emal prosesində keyfiyyətin formalaşmasına təsir edir.

Ümumilikdə, alətin yeyilməsi və deformasiyaları, həmçinin dəzgahın elastik deformasiyaları, emal olunan səthin keyfiyyətinə ölçü dəqiqliyinə, səth nahamarlığı və ümumi keyfiyyətə təsir edir. Bu səbəbdən bu faktorlara nəzarət etmək və düzgün idarə etmək, yüksək keyfiyyətli məhsul istehsalını təmin etmək üçün əhəmiyyətlidir.

Ölçü əlaqələrinin formalaşmasında alətin istilik deforması, pəstahın istilik deformasiyası və dəzgahın istilik deformasiyası da mühüm təsir göstərir. Bu istiliklə əlaqəli deformasiyalar, xüsusilə yüksək sürətlə

işləyən və ya yüksək temperaturda işləyən emal proseslərində məhsulun keyfiyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir.

Alətin istilik deforması - Emal prosesi zamanı alət yüksək temperaturda işlədikdə, materialın istiliyi alətin həndəsi ölçülərinə təsir edərək onun formasını dəyişdirə bilər. Bu cür istilik deformasiyaları, alətin kəsici hissələrinin ölçüsünün və formasının dəyişməsinə səbəb ola bilər, bu da emal olunan məhsulun ölçü dəqiqliyi və səth keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir.

Pəstahın istilik deformasiyası - Pəstahın istiliklə deformasiyası da emal zamanı meydana gələn istilik təsirindən qaynaqlanır. Yüksək temperatur altında pəstahda baş verən istilik dəyişiklikləri, onun strukturu və xüsusiyyətlərini dəyişdirə bilər. Bu, pəstahın formalaşan hissənin keyfiyyətinə, xüsusilə də ölçü və səth xüsusiyyətlərinə mənfi təsir göstərə bilər.

Dəzgahın istilik deformasiyası - Dəzgahın işləmə temperaturu yüksək olduqda, onun əsas elementlərində istiliklə bağlı deformasiyalar baş verə bilər. Bu da, alətin və pəstahın qarşılıqlı əlaqələrinin və hərəkətlərinin düzgün aparılmaması ilə nəticələnə bilər. Nəticədə, dəzgahın elastik və həndəsi parametrlərində dəyişikliklər meydana gələrək emal prosesində ölçü səhvləri və səth keyfiyyətində pozulmalar yarana bilər. Bu istilik deformasiyaları, bütün emal prosesinin dəqiqliyini və məhsulun son keyfiyyətini birbaşa təsir edir. Alətin, pəstahın və dəzgahın istiliklə bağlı dəyişikliklərinin düzgün idarə olunması və istilik təsirlərinin minimuma endirilməsi, yüksək keyfiyyətli məhsul istehsalının təmin edilməsi üçün vacibdir. Bu səbəbdən istiliklə bağlı deformasiyalar, hər bir komponentin düzgün işləməsinə təmin edəcək şəkildə optimallaşdırılmalıdır.

Ölçü əlaqələrinin formalaşmasında pəstahın və alətin sərtliyi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir, çünki bu xüsusiyyətlər emal keyfiyyətinə birbaşa təsir göstərir. Pəstah və alətin sərtliyi, onların materiallarının xüsusiyyətlərinə bağlı olaraq, həm emal prosesinin effektivliyinə, həm də məhsulun ölçü və səth keyfiyyətinə təsir edir.

Alətin sərtliyi, onun kəsici xüsusiyyətlərini müəyyən edir və alətin uzun müddət ərzində sərtliyini qorumasını təmin edir. Əgər alət çox yumşaq materialdan hazırlanarsa alətin kəsən tili tez yeyilərək kəsmə effektivliyini itirər və bu da emal prosesində ölçü dəqiqliyinin və səth

keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb ola bilər. Digər tərəfdən, alətin çox sərt olması, onun çatlama və ya qırılma riskini artırır, bu da iş prosesinin dayandığı və məhsulun keyfiyyətinin aşağı düşdüyü hallara gətirib çıxara bilər.

Pəstahın sərtliyi də çox önəmlidir, çünki pəstahın sərtliyi, onun materialın emalında necə qarşılıqlı əlaqədə olacağını müəyyən edir. Sərt pəstahlar daha yaxşı şəkildə emal edilə bilər və emal prosesinin sürətini artırır, lakin çox sərt pəstahlar yüksək kəsmə qüvvəsi altında çatlamağa meyilli ola bilər. Bu da emal edilən məhsulun keyfiyyətini mənfi təsir edə bilər. Sərtliyin düzgün tənzimlənməsi həm alətin, həm də pəstahın məhsuldarlığını optimallaşdırmağa və emal zamanı yaranan keyfiyyət problemlərini azaltmağa kömək edir. Bu xüsusiyyətlər həmçinin materialın emalında sürət, güc və istilik təsirlərini də təyin edir, bu da səthin kələ-kötürlüyünün formalaşmasına, ölçü dəqiqliyinin qorunma-sına və məhsulun ümumi keyfiyyətinin artırılmasına səbəb olur.

Beləliklə, alətin və pəstahın sərtliyi, emal prosesinin düzgün aparılmasını təmin etmək və məhsulun keyfiyyətini optimallaşdırmaq üçün vacib amillərdən biridir. Onların uyğun sərtlilikdə olması, emal prosesində yaranan potensial problemləri minimuma endirir və yüksək keyfiyyətli məhsul istehsalını təmin edir.

Həndəsi forma əlaqələri (şək. 2.2.3): Səthin həndəsi forması, alətin forma və yerləşdirmə xətalari ilə formalaşır və bu xətalər arasında qarşılıqlı təsir meydana gəlir. Bu xətalərin bir-birini necə təsir etdiyini aydınlaşdırmaq, istehsal proseslərində daha dəqiq və effektiv nəticələrin əldə olunmasına kömək edir. Məsələn, fasonlu səthlərin sürətköçürmə ilə paradaqlanması və frezlənməsi proseslərində alətin həndəsi dəqiqliyi, yerləşdirilməsi və istənilən texnoloji xətalər səthin keyfiyyətinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Bu səbəbdən, alət və material arasındakı qarşılıqlı əlaqələr və onların meydana gətirdiyi xətaaların təsirinin dərk edilməsi, emal proseslərinin düzgün idarə olunması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Həndəsi forma və sazlama ölçüsü yalnız mürəkkəb səthlərin emalında özünü göstərir. Bu xüsusiyyət, xüsusilə çoxsahəli və dəqiqlik tələb edən proseslərdə özünü daha qabarıq şəkildə büruzə verir. Məsələn, sürətköçürmə ilə dişparadaqlama prosesində, alətin profil üzrə simmetriya müstəvisinin

pəstahın oxundan keçən müstəvi ilə üst-üstə düşməməsi, kəsilmiş dişlərin evolvent profillərində forma xətasının yaranmasına səbəb olur. Bu cür formaya aid xətlər, alətin düzgün yerləşdirilməməsi və həndəsi uyğunsuzluq nəticəsində meydana gəlir. Eyni zamanda, novların burulğan üsulu ilə emalında, novun en kəsiyinin həndəsi forması alət ölçüsünə və onun işləmə şərtlərinə əsaslanır. Novun çevrəviliyi isə kəsmə mexanizmi ilə müəyyənləşir və bu mexanizmin idarə edilməsi novun formasının düzgünlüyünə təsir göstərir. Kəsmə mexanizmini optimallaşdırmaqla, kəsilən novun çevrəviliyinin də daha dəqiq idarə olunması mümkün olur. Bu cür nəzəri yanaşmalar, emal proseslərinin səmərəliliyini və keyfiyyətini artırmaq üçün mühüm rol oynayır.

Dəzgahın həndəsi xətləri, həndəsi forma dəqiqliyinə müxtəlif istiqamətlərdə və müxtəlif dərəcələrdə təsir göstərir, bu isə emal proseslərinin keyfiyyətini və dəqiqliyini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirə bilər. Məsələn, paradaqlama prosesində, pardaq dəzgahının şpindelinin yastıqlarının yeyilməsi səbəbindən meydana gələn vurma, paradaqlanan səthin eninə kəsik üzrə forma xətasını törədir. Bu vəziyyət, şpindelin düzgün işləməməsi və yaranan mikro-deformasiyalar nəticəsində səthin istənilən keyfiyyətini pozur. Eyni zamanda, burulğan üsulu ilə novların kəsilməsi prosesində, şpindelin oxunun stolun üfüqi veriş hərəkəti sürüngəclərinin müstəvisinə perpendikulyarlıqdan sapması, kəsilmiş novun çevrə üzrə forma xətasının yaranmasına səbəb olur. Bu cür həndəsi xətlər, həm dəzgahın mexaniki vəziyyətinə, həm də emal parametrlərinə təsir edərək, kəsilən novun forma dəqiqliyini azaldır və prosesin səmərəliliyini mənfi yöndə dəyişdirir. Nəticə etibarilə, belə həndəsi xətlərin minimuma endirilməsi və müvafiq düzəlişlərin tətbiqi, istehsal proseslərinin keyfiyyətini və dəqiqliyini artırmağa kömək edir.

Emal zamanı formalaşan səthlərin həndəsi forma dəqiqliyini yüksəltmək üçün müxtəlif yanaşmalar mövcuddur, bunlardan biri isə texnoloji sistem elementləri arasında olan dinamik əlaqələrin idarə edilməsinə əsaslanır. Texnoloji sistemin bütün komponentləri, düzgün seçilmiş alət, dəzgah, material və kəsmə şəraiti bir-birinə əlaqəli şəkildə fəaliyyət göstərir. Bu elementlər arasında yaranan dinamik əlaqələrin düzgün idarə olunması, emal proseslərinin daha səmərəli və dəqiq həyata keçirilməsini təmin edir.

Dinamik əlaqələrin optimallaşdırılması, xüsusilə dəzgahın və alətin hərəkət istiqamətləri ilə əlaqəli olan titrəmə, dəqiqlik sapmaları və digər mexaniki təsirlərin nəzərə alınmasını tələb edir. Bu əlaqələrin idarə edilməsi, həmçinin sistemin reaksiyalarını düzgün proqnozlaşdırmağa və müvafiq parametrləri tənzimləməklə forma dəqiqliyini artırmağa imkan verir. Emal proseslərindəki bu cür yanaşmalar, həndəsi formaların dəqiqliyini artırmaq və məhsulun keyfiyyətini yüksəltmək üçün mühüm rol oynayır. Bu istiqamətdə tətbiq edilən qabaqcıl texnologiyalar və metodlar, prosesin təkmilləşdirilməsində və əməliyyatların effektivliyində əhəmiyyətli irəliləyişlər əldə etməyə kömək edir.

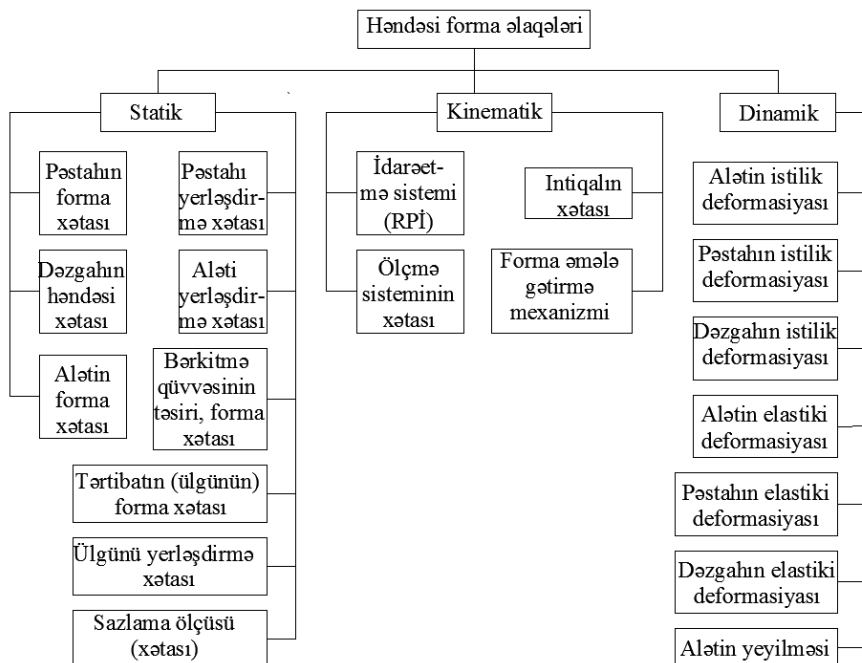
Həndəsi forma əlaqələrinin formalaşmasında, statik, kinematik və dinamik texnoloji sistemlərin ölçü əlaqələrinin formalaşmasındakı təsirlərini burada da əsas faktorlar kimi mühüm rol oynayır. Bu parametrlərin hər biri, texnoloji prosesin gedişatına təsir edərək, forma dəqiqliyi və keyfiyyətin formalaşmasında iştirak edir.

Statik texnoloji sistemlərdə, pəstah və alət arasındakı qarşılıqlı əlaqələr, alətin yer dəyişməsi və materialın kəsilmə mexanizmi ilə bağlı ölçü xətlərini formalaşdırır. Kinematik sistemlərdə isə alətin hərəkət trayektoriyası və onun dəzgahda olan hərəkət sürətləri, səthin həndəsi formasına təsir edən mühüm amillərdən biri hesab edilir. Dinamik texnoloji sistemlərdə isə, hərəkət zamanı meydana gələn titrəmələr, deformasiyalar və digər dinamik təsirlər, ölçü dəqiqliyinə və həndəsi forma əlaqələrinin formalaşmasına təsir edir.

Bu parametrlərin bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqəsi, həndəsi forma dəqiqliyinin əldə edilməsində əsas rol oynayır. Nəticə etibarilə, həmin parametrlərin düzgün seçilməsi və optimallaşdırılması, emal proseslərinin dəqiqliyini və məhsulun keyfiyyətini artırmaq üçün vacibdir. Bu sahədəki irəliləyişlər, texnoloji sistemin bütün elementlərinin daha yaxşı integrasiyasını və idarə edilməsini təmin edir.

Mürəkkəb profilli dişli səthlərin plastiki deformasiya ilə formalaşdırılmasında dinamik əlaqələrin idarə edilməsi mexanizmi mühüm rol oynayır. Bu mexanizm, dişli çarxlarda dişlərin diyirlənməsi prosesini düzgün şəkildə idarə edərək, dişlərin profillərinin yüksək dəqiqliklə formalaşmasını təmin edir. Məlumdur ki, dişli çarxlarda dişlərin diyirlənməsi, profilləri formalaşdırılacaq dişlərarası boşluğun əksi olan

iki dişin diyircəklə diyirləyilməsi ilə həyata keçirilir. Bu proses, hər iki dişin sinxron şəkildə fırlanmasını və eyni zamanda, onların (və ya birinin) radial veriş hərəkəti ilə həyata keçirilir.



Şəkil 2.2.3. Mexaniki emalla formalaşdırmada həndəsi forma əlaqələri

Alətin diyircək profilləri, pəstahın materialına daxil olaraq dişlərarası boşluğu formalaşdırır. Bu şəkildə, dişlər arasındakı məsafə və profillərin dəqiqliyi, alətin profili ilə pəstahın materialının qarşılıqlı təsiri nəticəsində müəyyən olunur. Bu dinamik əlaqələrin idarə edilməsi, plastiki deformasiya ilə dişli səthlərin formalaşmasında, həm də məhsulun keyfiyyətinin və dəqiqliyinin yüksəldilməsində vacib bir mərhələdir. Bu mexanizm, həmçinin alət və material arasındakı qarşılıqlı əlaqəni optimallaşdırmağa və dişli çarxların istənilən texnoloji tələblərə uyğun şəkildə emal edilməsini təmin etməyə imkan verir.

Diş formalaşdırma prosesi zamanı pəstahın oxunun diyircəklərin

oturduğu və şpindellərin oxuna paralellikdən sapması baş verir. Bu sapmalar, şpindellərin oxlarının qeyri-paralelliyindən və dişdiyirləmə qüvvəsinin təsiri altında şpindellərin əyilməsindən qaynaqlanır. Nəticədə, pəstahın hamar səthi diyircəklərin işçi səthlərinə və onların bölgü diametrlərinin formalaşdırdığı silindrik səthə paralellikdən sapmalarla qarşılaşır. Bu sapmalar, dişli səthin keyfiyyətinə və həndəsi formasına təsir edir.

Dişdiyirləmə prosesi zamanı, diyircəklərin dişlərinin pəstahın materialına daxil olma dərinliyi, alətin uzunluğu boyunca fərqlənir. Bu fərqlilik, diyircəyin dişinə qeyri-bərabər şəkildə təsir edən diyirləmə qüvvəsinin təsiri ilə əlaqədardır. Nəticə olaraq, diyircək üzərindəki forma xətaları yaranır və bu da emal edilən dişlərin düzgünlüyünü və dəqiqliyini azaldır.

Beləliklə, diyircəklərə (alətlərə) təsir edən qüvvənin uzunluğu boyunca daha düzgün şəkildə paylanmasını təmin etməklə, yəni texnoloji sistem elementləri arasındakı dinamik əlaqələri düzgün idarə etməklə, diyirlənmiş dişlərin həndəsi forma dəqiqliyini artırmaq mümkündür. Bu yanaşma, həm də emal proseslərinin keyfiyyətini yüksəltmək və məhsulun istənilən parametrlərinə daha yaxın nəticələr əldə etmək baxımından böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Həndəsi forma əlaqələrinin idarə edilməsi, müxtəlif texnoloji əlaqələr sisteminin, xüsusilə statik, kinematik və dinamik əlaqələrin təsirindən asılı olaraq həyata keçirilir. Bu əlaqələr bir-birinə qarşılıqlı təsir göstərərək, sistemin ümumi dəqiqliyini və işləmə qabiliyyətini müəyyənləşdirir. Belə ki, statik əlaqələrlə bağlı pəstahın forma xətası, dəzgahın həndəsi xətası və alətin forma xətası kimi amillər mühüm rol oynayır və hər biri öz növbəsində texnoloji sistemin işinə təsir edir. Pəstahın forma xətası, onun istehsalı zamanı buraxılan kiçik xətalardan qaynaqlanır. Həmçinin, dəzgahın həndəsi xətası, onun tənzimlənməsində yaranan kiçik düzəlişlər və xətalər nəticəsində meydana çıxır və bu da həndəsi forma əlaqələrinin dəqiqliyinə təsir edir. Alətin forma xətası isə, alətin müəyyən bir forma və ölçü standartlarına uyğunluğunun pozulması ilə əlaqədar olaraq yaranır.

Eyni zamanda, həndəsi forma əlaqələrinin formalaşmasında pəstahın və alətin yerləşdirmə xətaları da əhəmiyyətli rol oynayır. Burada nəzərə alınmalı olan başqa bir amil isə bərkitmə qüvvəsinin

təsirindən yaranan forma xətasıdır. Bu qüvvə, alətin və pəstahın hərəkət etməsi və ya əlaqələrinin dəyişməsi nəticəsində ortaya çıxan deformasiyalarla əlaqədardır. Tərtibatın forma xətası və yerləşdirmə xətası da mühüm rol oynayır, çünki tərtibatın düzgün qurulması və əlaqələrin düzgün şəkildə yerləşdirilməsi sistemin effektivliyini artırır. Nəhayət, sazlama ölçüsündə buraxıla bilən xətalər da həndəsi forma əlaqələrinin formalaşmasında xüsusi təsirə malikdir, çünki bu xətalər nəticəsində sistemin dəqiqliyi azalır.

Texnoloji sistemin kinematik halında həndəsi forma əlaqələrinə təsir edən amillər bir neçə mühüm elementdən ibarətdir. Bunlar arasında dəzgahın idarəetmə sistemi, ölçmə sisteminin xətası, intiqalın xətası və forma əmələgətirmə mexanizmi xüsusi yer tutur. Dəzgahın idarəetmə sistemi, müəyyən edilmiş iş əməliyyatlarını yerinə yetirmək üçün bütün mexanizmlərin və elementlərin düzgün işləməsini təmin edir, amma bu sistemin mümkün olan xətaləri həndəsi forma əlaqələrinə təsir göstərir. Ölçmə sisteminin xətası, ölçmə proseslərində baş verən kiçik xətalardan irəli gələrək, forma əlaqələrinin dəqiqliyinə mənfi təsir göstərir. Eyni zamanda, intiqalın xətası, hərəkət və əlaqələrin dəqiq ötürülməməsi nəticəsində yaranan xətalardır ki, bu da sistemin kinematik dəqiqliyini aşağı salır. Forma əmələgətirmə mexanizmi isə, materialın və alətlərin qarşılıqlı təsirini nəzərə alaraq, forma xətalərinin yaranmasına səbəb ola biləcək vacib bir amildir. Bu amillər hər biri öz növbəsində texnoloji sistemin kinematik halında həndəsi forma əlaqələrinin dəqiqliyinə təsir edərək, ümumi keyfiyyətinə təsir edir (şək. 2.2.3).

Texnoloji sistemin dinamik halında həndəsi forma əlaqələrinə təsir edən amillər bir neçə mühüm faktordan ibarətdir. Bunlar arasında alətin, pəstahın və dəzgahın istilik deformasiyası, eləcə də həmin elementlərin elastik deformasiyaları və alətin yeyilməsi əsas rol oynayır. Alətin, pəstahın və dəzgahın istilik deformasiyası, proses zamanı yaranan istilik təsirindən onların ölçü və forma dəyişikliklərinə səbəb ola bilər. Bu dəyişikliklər, hər bir elementin iş şəraitinə uyğun olaraq, həndəsi forma əlaqələrinin dəqiqliyinə təsir edir. Eyni zamanda, alətin, pəstahın və dəzgahın elastik deformasiyaları, materialın sərtlik və elastiklik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq, mexanizmin hərəkətinə və əlaqələrinin dəyişməsinə təsir göstərir. Alətin yeyilməsi də digər mühüm bir amil olaraq, alətin materialının tərkibində və strukturunda

dəyişikliklərə səbəb olaraq, formaların yaranmasında və saxlanmasında çatışmazlıqlar yaradır. Bu amillərin hər biri, texnoloji sistemin dinamik halında həndəsi forma əlaqələrinin formalaşmasına mənfi təsir göstərir (şək. 2.2.3).

Səthin yerləşmə əlaqələri (şək. 2.2.4) emal olunan səthin hissənin konstruksiyasındakı yerini və mövqeyini müəyyən edir. Bu əlaqələr, elementin düzgün yerləşdirilməsi və mövqeyinin dəqiqliklə təmin edilməsi üçün vacibdir. Hər hansı bir konstruksiyanın düzgün yerləşməsi, emal prosesindəki formalaşacaq xətlərin azaldılmasına və nəticədə daha dəqiq nəticələr əldə edilməsinə imkan yaradır. Bu prosesdə, düzgün yerləşdirmə yalnız yerini deyil, həm də səthin müvafiq istiqamətini və tərtibatını nəzərə alır. Səthin düzgün yerləşməsi, həm də mexanizmin hərəkətini və əlaqələrini optimal şəkildə təmin etməyə kömək edir.

Bu növ əlaqələr, bir hissədə çoxsaylı eynitip səthlərin, məsələn, n sayda yuvanın emalı zamanı onların qarşılıqlı vəziyyət dəqiqliklərini formalaşdırır. Həmin prosesdə, hər bir səthin düzgün mövqeyə yerləşdirilməsi və bir-birinə uyğunluğu kritik əhəmiyyət kəsb edir. Novun burulğan üsulu ilə kəsilməsində, yerləşmə əlaqələri novun çevrələrinin oxunun keçid yuvasının oxu ilə paralellik dəqiqliyini formalaşdırır. Eyni zamanda, tərtibat ölçüsünün dəqiqliyi konduktor oymaqlarından istifadə edərək yuvaların dəşilməsində yerləşmə dəqiqliyini təmin edir. Bu oymaqlar, yuvaların doğru ölçüdə və düzgün mövqedə dəşilməsini təmin edərək, yerləşmə əlaqələrinin və emal nəticələrinin keyfiyyətini artırır.

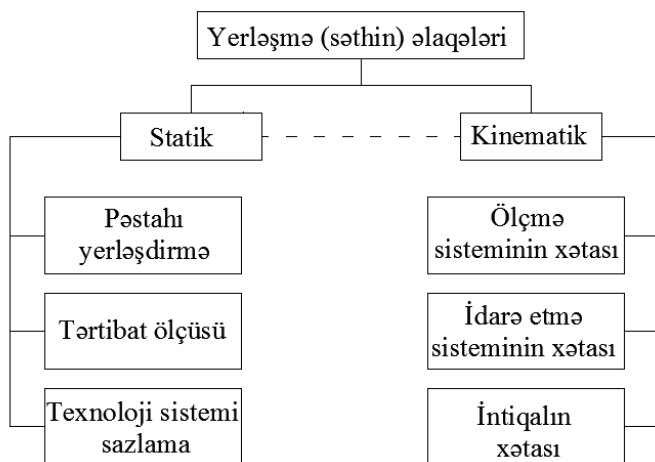
Dəzgahın həndəsi xətləri, həndəsi forma dəqiqliyinə müxtəlif istiqamətlərdə təsir göstərir və bu, ümumi emal keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir. Məsələn, paradaqlama dəzgahının şpindelinin yastıqlarının aşınması və şpindelin vurması nəticəsində, paradaqlanan səthin eninə kəsik üzrə forma xətası meydana gəlir. Bu cür xətlər, həmçinin dəzgahın iş şəraitinə və işləmə müddətinə bağlı olaraq zamanla daha da dərinləşə bilər.

Dişlərin kəsilməsində yerləşmə əlaqələri, dişli səthin çarxın oxuna münasibətdə olan dəqiq vəziyyətini müəyyən edir. RPİ dəzgahlarında dişli çarxların emalı və novların kəsilməsi zamanı səthin yerləşmə əlaqələrinin əsasını kinematik əlaqələr təşkil edir. Kinematik əlaqələr,

hərəkətlərin və əlaqələrin düzgün ötürülməsini təmin edərək, dişli çarxların və novların dəqiq emalını və kəsilməsini mümkün edir. Bu əlaqələr, həmçinin emal prosesindəki xətlərin minimuma endirilməsinə və məhsulun dəqiqliyinin artırılmasına kömək edir (şək. 2.2.4).

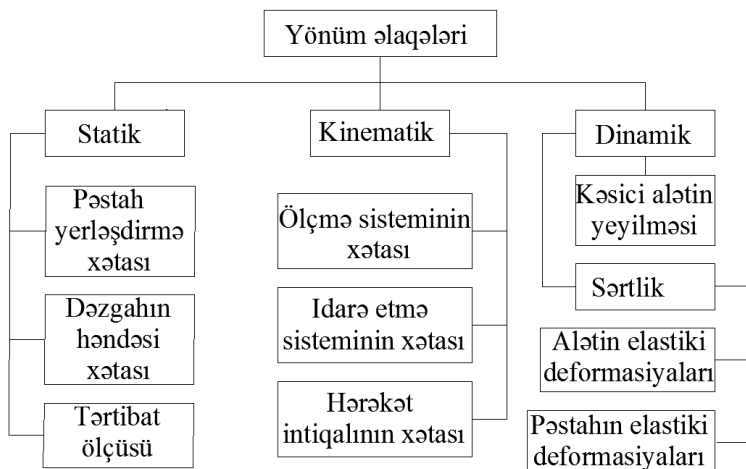
Yerləşdirmə əlaqələrinin formalaşmasında texnoloji sistemin statik və kinematik əlaqələr sistemi mühüm rol oynayır. Texnoloji sistemin kinematik halında, pəstahın yerləşdirilməsi, tərtibatın ölçüsü və texnoloji sistemin sazlanması əsas amillərdən biridir. Pəstahın düzgün bazalaşdırılması, emal prosesinin dəqiqliyi və nəticələrin keyfiyyəti üçün vacibdir, çünki hər hansı bir xəta həndəsi forma əlaqələrinin pozulmasına səbəb ola bilər. Eyni zamanda, tərtibat ölçüsünün düzgün təyin edilməsi və texnoloji sistemin uyğun şəkildə sazlanması, prosesin ardıcıl və effektiv yerinə yetirilməsini təmin edir.

Texnoloji sistemin kinematik halında, ölçmə sisteminin, idarəetmə sisteminin və intiqalın xətası da mühüm təsir faktorları olaraq iştirak edir. Ölçmə sisteminin xətası, ölçmələrdə baş verən kiçik xətlərdən qaynaqlanır və bu xətlər yerləşdirmə əlaqələrinin dəqiqliyinə mənfi təsir göstərir. İdarəetmə sisteminin xətası, hərəkət və əlaqələrin düzgün idarə olunmaması ilə əlaqədardır. Eyni zamanda, intiqalın xətası, hərəkət və əlaqələrin ötürülməsindəki xətlər nəticəsində yaranır.



Şəkil 2.2.4. Mexaniki emalla formalaşdırmada səthlərin (elementlərin) yerləşmə əlaqələri

Yönüm əlaqələri (şək. 2.2.5) emal olunan səthin hissəsinin hər hansı baza elementinə nəzərən istiqamətini və yönümünü formalaşdırır. Məsələn, dişli çarxlarda dişlərin istiqamət xətaları, bu əlaqələrin nəticəsi olaraq meydana gəlir. Dişlərin düzgün istiqamətinin təmin edilməsi, dişli çarxın işləmə keyfiyyətini və effektivliyini birbaşa təsir edir.



Şəkil 2.2.5. Mexaniki emalla formalaşdırmada səthlərinin yönüm əlaqələri

Dişin istiqamət xətası, alətin hərəkət trayektoriyasının pəstahın oxu ilə üst-üstə düşməsinin nəticəsidir. Bu cür xətalər, alətin və pəstahın düzgün yerləşdirilməməsi və ya hərəkət trayektoriyasının dəqiqliyinin pozulması ilə əlaqədardır. Fırlanma yan səthlərində novların burulğan üsulu ilə emalı zamanı, novun çevrəsinin nəzəri fırlanma səthindən sapması yönüm əlaqələrinin formalaşmasına səbəb olur. Novlar üçün bu əlaqələr, həmçinin pəstahın yerləşdirilməsi, alət və pəstahın elastiki deformasiyalarının təsiri ilə yaranır. Pəstahın elastik deformasiyaları, həmçinin alətin tətbiq etdiyi qüvvələrin təsiri altında dəyişir və bu da novların emal prosesindəki dəqiqliyi pozaraq, nəticədə yönüm əlaqələrinin yaranmasına və formalaşmasına təsir edir.

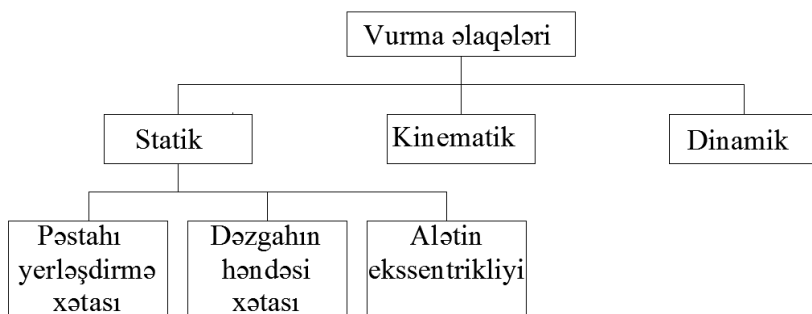
Gövdə tipli hissələrdə üzbə-üz yuvaların oxlov tipli alətlə emalı zamanı, hər iki tərəfdə (və ya bir tərəfdə) yerləşdirilmiş tərtibatın yönəldici konduktor oymaqları, emal olunan yastıq yuvalarının yönüm

əlaqələrini formalaşdırır. Bu əlaqələr, yuvaların yönüm dəqiqliyini müəyyənləşdirir.

Xüsusilə dərin yuvaların qeyri-sərt (kiçik diametrli) alətlərlə emalı zamanı, alətin elastiki deformasiyaları deşilən yuvanın yönüm dəqiqliyinə təsir edir.

Yönüm əlaqələrinin formalaşmasında da qeyd edilən statik, kinematik və dinamik texnoloji əlaqələr sistemi öz təsirini göstərir.

Vurma əlaqələri (şək. 2.2.6). Vurma əlaqələri, fırlanma tipli hissələrdə daxili və xarici fırlanma səthlərinin və yan səthlərinin emalına xasdır. Silindrik formalı hissələrin emalı zamanı vurma əlaqələrinin formalaşmasına statik texnoloji əlaqələr sistemi xüsusi təsir göstərir. Bu əlaqələr, komponentin düzgün emalını və yüksək dəqiqliyi təmin etmək üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Burada əsasən pəstahın yerləşdirmə xətası, dəzgahın həndəsi xətası və alətin elastikliyi xüsusi rol oynayır. Pəstahın yerləşdirmə xətası, hissənin düzgün mövqeyə yerləşdirilməməsi nəticəsində yaranan xətalardır və bu xətalər vurma əlaqələrinin dəqiqliyini poza bilər. Dəzgahın həndəsi xətası, dəzgahın konstruksiyasındakı hər hansı bir səhv və ya qeyri-dəqiqlik, hissənin mexaniki emalında xəta yarada bilər. Alətin elastikliyi isə, kəsmə qüvvələrin təsirindən yaranan forma dəyişikliklərinə və bu dəyişikliklərin emal nəticələrinə təsir etməsinə səbəb olur.



Şəkil 2.2.6. Mexaniki emalla formalaşdırmada vurma əlaqələri

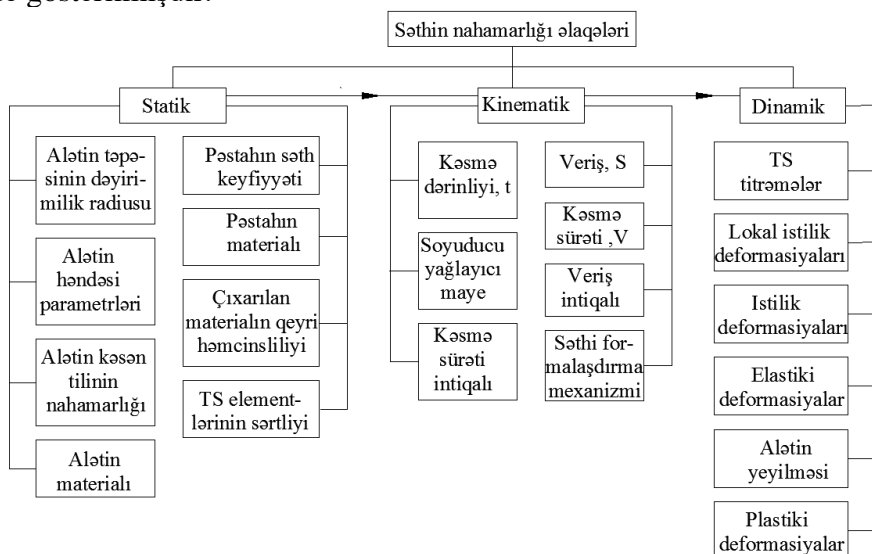
Dişli çarxların kəsilməsində dişli çənbərin yuvanın oxuna nəzərən vurması, novun burulğan üsulla kəsilməsində novun eyniadlı

elementlərinin fırlanma səthindən (konus, silindr) çevrə boyunca sapmalarının həndəsi vurması əsasən pəstahın yerləşdirilməsi zamanı formalaşan əlaqələrin nəticəsidir. Yuvaların emalı zamanı oxlov tipli alətlərin eksentrik yerləşdirilməsi də vurma xətasını törədir.

Səthin nahamarlıq və səth qatının keyfiyyəti əlaqələri şəkil 2.2.7 və 2.2.8-də verilmişdir.

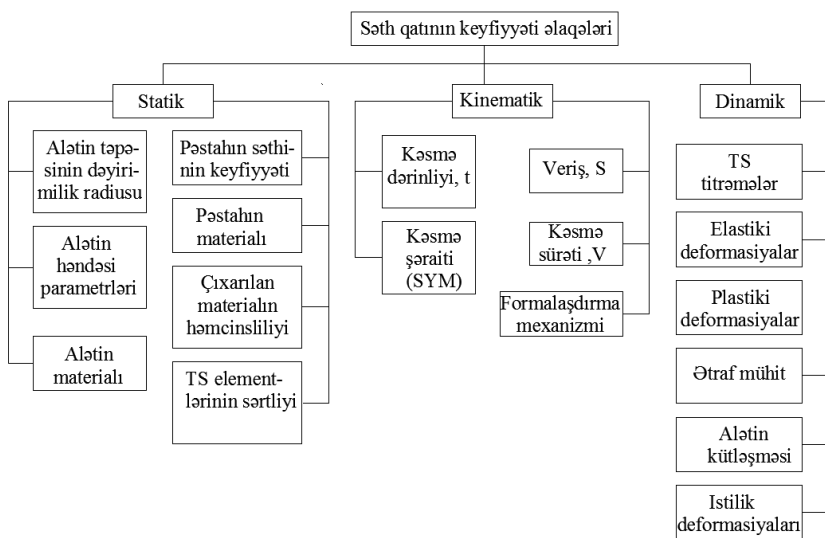
Lokal istilik deformasiyaları yüksək sürətlərdə səthi formalaşdırarkən (məsələn, paradaqlama əməliyyatında) nahamarlığa təsir edir.

Hissələrin istismar keyfiyyətlərinin əsasını təşkil edən səthlərin nahamarlıqları və səth qatının keyfiyyətinin formalaşması müxtəlif mexaniki emal üsullarında bir-birindən formalaşma mexanizmi, material çıxarma qanunauyğunluğu, formalaşdırma rejimləri və s. kimi texnoloji priyomlar üzrə məzmun və mahiyyət baxımından fərqlənsələr də, onların ümumi məqsədi vahid bir konsepsiya təşkil edir. Mexaniki emalda səth keyfiyyəti göstəricilərinin formalaşma mexanizmləri və mövcud tədqiqat işlərinin araşdırılması əsasında səthin həndəsi keyfiyyəti və səth qatının keyfiyyəti üçün texnoloji əlaqələr ümumiləşdirilmiş şəkildə tərtib edilmiş və şəkil 2.2.7 və 2.2.8-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.2.7. Mexaniki emalla formalaşdırmada nahamarlıq əlaqələri

Beləliklə, mexaniki emal zamanı istənilən keyfiyyət göstəricisinin yüksəldilməsi şəkil 2.2.2-dən 2.2.8-ə qədər göstərilmiş uyğun texnoloji əlaqələrin idarə olunmasına əsaslanmalıdır.



Şəkil 2.2.8. Mexaniki emalla formalaşdırmada səth qatının keyfiyyəti əlaqələri

Keyfiyyət göstəricilərinin əlaqələrinin idarə olunma əhatəsinin genişliyini və həcmi təmin etmək üçün işdə mürəkkəb profilli səthlərin, yəni dişli səthlərin və fırlanma yan səthlərində nov profillərinin emalı misalında bu əlaqələrin idarəetmə mexanizmləri və metodikaları reallaşdırılır.

2.3. İstehsal keyfiyyəti meyarlarının istismar göstəriciləri baxımından analizi

İstehsal keyfiyyətini səpələnmə ayriləri səciyyələndirir. Bu ayriləri araşdırmaq üçün onların normal qanun üzrə paylandığını qəbul edirik. Məlumdur ki, səpələnmə sahəsinin parametri olan OKS, mexaniki emalın dəqiqlik meyarı kimi qiymətləndirilir. Mexaniki emalın səmərəliliyini təmin etmək baxımından, sazlama ölçüsünün verilmiş müsaidə daxilində mümkün qədər materiala yaxın qəbul edilməsi

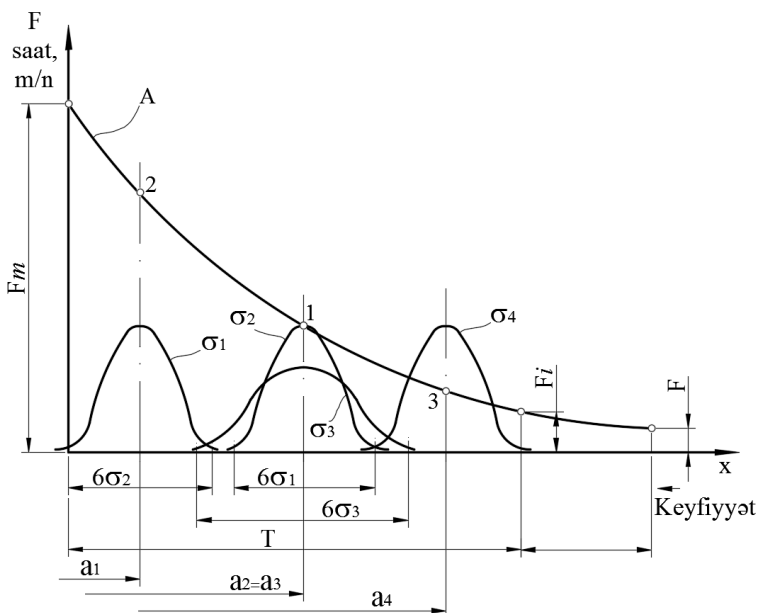
tövsiyə olunur. Belə olduqda, hər cari sazlamada alətin yol verilən yeyilmə həddində daha çox pəstahda emal aparmaq mümkün olur.

Bəs məmulun istismar səmərəliliyi və istismar keyfiyyəti, onun istehsal keyfiyyətinə və səpələnmə əyrisinin müsaidə daxilindəki vəziyyətlərinə hansı tələblər və əlaqələr qoyur? Bu məsələni araşdırmaq üçün səpələnmə sahəsinin ölçüyə verilmiş müsaidə daxilində müxtəlif mövqelərdə yerləşməsinin istismar keyfiyyətinə (göstəricisinə) təsirini nəzərdən keçirək. Məmulun istismar göstəricisi ilə istehsal keyfiyyəti arasındakı asılılığın parabolik qanuna tabe olduğunu qəbul edirik. Nəzəri tədqiqatlar göstərir ki, gərilməli oturtma birləşmələrinin yükləmə qabiliyyəti ilə istehsal keyfiyyəti arasındakı əlaqə buna oxşardır. Digər tərəfdən, texniki konstruksiyaların etibarlılıq göstəricilərinin zamandan asılı olaraq dəyişməsi, əksər hallarda, funksiya ilə arqument arasında çökük xarakterli əyri (Veybulla qanunu, eksponensial qanun və s., parabolik əyriyə analogi) ilə xarakterizə olunur. Etibarlılıq göstəriciləri isə keyfiyyətlə və onun dəyişməsi ilə birbaşa əlaqəlidir.

Müxtəlif şəraitdə (zamanda) dəstlərlə hazırlanmış eyni konstruksiyalı və təyinatlı hissələrin xidmət müddətlərini məhdudlaşdıran (səthlərinin) ölçüləri səpələnmə əyrilərinin müsaidə daxilində müxtəlif mövqelərdə yerləşə bilər (şəkil 2.3.1). Şəkildə OKS-ları $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ və σ_4 olan dörd dəst hissənin səpələnmə əyrilərinin T müsaidə daxilində xarakterik yerləşmə sxemləri göstərilmişdir.

Hissələrin xidmət müddətlərinin F keyfiyyətdən parabolik asılılığı $F = f(k)$ ilə A əyrisi ilə təsvir edilmişdir. Normal istismar şəraitində ən yüksək keyfiyyətə malik hissənin normativ xidmət müddəti F_m , ən aşağı keyfiyyətli hissənin isə F_l -dir. Şərti olaraq $F_l = 0,3F_m$ (minimum xidmət müddətinin maksimum xidmət müddətinin 30%-i civarında götürülür) qəbul edilir. Şəkildən göründüyü kimi, əgər hər dörd dəstdə eyni sayda hissə olarsa, onda OKS-ları σ_1 olan dəstdəki hissələrin ümumi xidmət müddəti OKS-ları σ_4 olan dəstdəki hissələrə nisbətən çox böyük olmalıdır. Çünki şəkil 2.3.1-dən göründüyü kimi, ilk dəstdəki hissələrin orta xidmət müddəti 2 nöqtəsinin ordinantı, son dəstdəki hissələrin orta xidmət müddəti isə 3 nöqtəsinin ordinantlarından böyükdür. Bu halda $F_2 > F_3$ alınır. Müqayisə olunan hallarda səpələnmə əyrilərinin riyazi gözləmələri fərqli idi, $a_1 \neq a_4$. Bəs səpələnmə əyrilərinin riyazi gözləmələri bərabər (məsələn, $a_2 = a_3$), OKS-

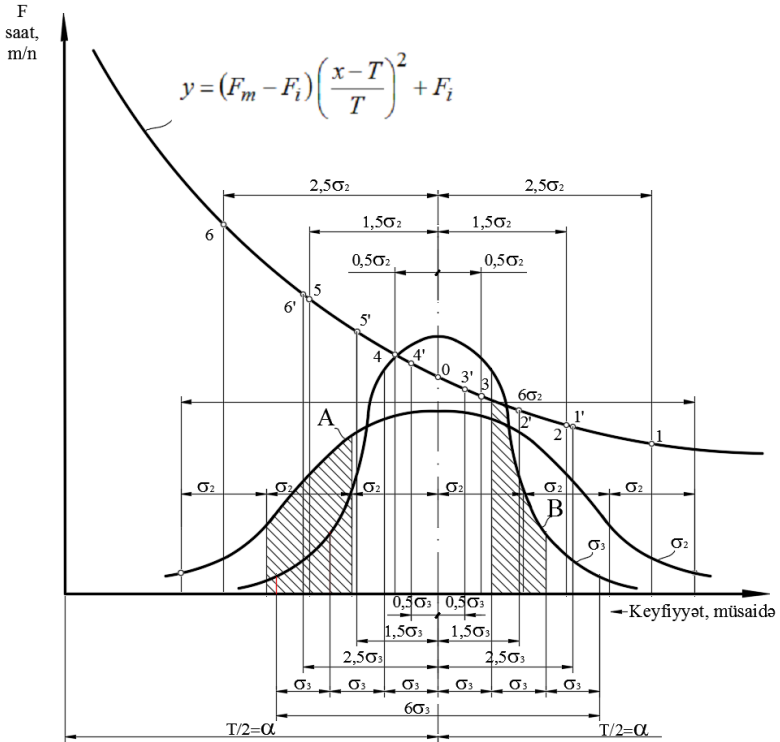
Beləliklə, belə bir təsəvvür yaranır ki, müəyyən dəst hissələrinin riyazi gözləmələri sabit qaldıqda onların OKS-larının qiyməti ümumi xidmət müddətinə təsir etmir. Yəni, OKS-nin dəqiqlik meyarının kiçildilməsi, istismar baxımından əhəmiyyət kəsb etmir



84

və istismar göstərici sxemi

İndi isə məsələnin nisbətən dəqiq həllinə baxaq. Hər bir səpələnmə əyrisini səpələnmə sahəsi boyunca 6 bərabər hissəyə bölək. Aydınır ki, bu halda hər bir səpələnmə əyrisində qrupların intervalları uyğun OKS - ya (yəni σ_2 və σ_3) bərabər olacaqdır (şək. 2.3.2).



Şəkil 2.3.2. OKS-nın dəstdəki hissələrin ümumi xidmət müddətinə təsirini müəyyənləşdirmək üçün sxem

Eyni zamanda, normal səpələnmə qanunun özəlliyinə əsasən uyğun qruplara düşən hissələrin sayı da hər iki əyri üçün bərabər olacaqdır, yəni:

$$n_{21} = n_{31}; n_{22} = n_{32}; \dots; n_{25} = n_{35} \text{ və } n_{26} = n_{36}$$

Burada $n_{21}, n_{31}, \dots; n_{26}$ və n_{36} uyğun olaraq σ_2 və σ_3 OKS-lı səpələnmə əyrilərinin 1, \dots , 6 qruplarına düşən hissələrin sayıdır.

Hissələrin xidmət müddətlərinin keyfiyyətlərindən asılılığını aşağıdakı parabolik qanun üzrə qəbul edirik:

$$y = (F_m - F_i) \left(\frac{x - 2a}{2a} \right)^b + F_i = (F_m - F_i) \left(\frac{x - T}{T} \right)^2 + F_i \quad (2.3.1)$$

Burada, b parabolanın parametridir və $b = 2$ qəbul edilmişdir.

(2.3.1) ifadəsində $x = 0$ olduqda hissə ən yüksək keyfiyyət göstəricisinə malik olur, onun xidmət müddəti F_m -ə bərabər olur; $x = T$ olduqda hissə ən aşağı keyfiyyət göstəricisinə malik olur, onun xidmət müddəti $F_i = 0,3F_m$ olur; $x = 0,5T = a$ olduqda hissənin keyfiyyəti müsaidə sahəsinin ortasına uyğun göstəriciyə malik olur və bu halda xidmət müddəti

$$y = (F_m - 0,3F_m) \left(\frac{0,5T - T}{T} \right)^2 + 0,3F_m = 0,4725F_m \quad (2.3.2)$$

Beləliklə $F = f(k)$ əyrisinin parabolikliyi təmin edilir. b - nin qiymətini dəyişməklə əyrinin çökəklik dərəcəsini idarə etmək olar. Beləliklə, $a = 0,5T$ və $\sigma_2 = k\sigma_3$ olduğunu nəzərə alaraq dəstdəki hissələrin ümumi xidmət müddətlərini təyin edək:

OKS-sı σ_2 olan dəstdəki hissələr (A) üçün:

$$\begin{aligned}
\Sigma F_A = & \int_{a-3\sigma_2}^{a-2\sigma_2} \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-0,5T)^2}{2\sigma_2^2}} dx \cdot F_6 + \int_{a-2\sigma_2}^{a-\sigma_2} \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-0,5T)^2}{2\sigma_2^2}} dx \cdot F_5 + \\
& + \int_{a-\sigma_2}^a \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-0,5T)^2}{2\sigma_2^2}} dx \cdot F_4 + \int_a^{a+\sigma_2} \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-0,5T)^2}{2\sigma_2^2}} dx \cdot F_3 + \\
& + \int_{a+\sigma_2}^{a+2\sigma_2} \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-0,5T)^2}{2\sigma_2^2}} dx \cdot F_2 + \int_{a+2\sigma_2}^{a+3\sigma_2} \frac{1}{\sigma_2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-0,5T)^2}{2\sigma_2^2}} dx \cdot F_1 = \\
= & n_6 F_6 + n_5 F_5 + n_4 F_4 + n_3 F_3 + n_2 F_2 + n_1 F_1 = n_1 (F_1 + F_6) + \\
& + n_2 (F_2 + F_5) + n_3 (F_3 + F_4) \tag{2.3.3}
\end{aligned}$$

Burada, F_1, F_2, \dots, F_6 qruplar üzrə hissələrin orta xidmət müddətləridir. Onları təyin edək. Bunun üçün (2.3.1) ifadəsindən və parametrlər arasındakı əlaqələrdən istifadə edək.

$$\begin{aligned}
F_1 = & (F_m - 0,3F_m) \left(\frac{0,5T + 2,5\sigma_2 - T}{T} \right)^2 + 0,3F_m = 0,7F_m \cdot \left(\frac{2,5\sigma_2 - 0,5T}{T} \right)^2 + 0,3F_m \\
F_2 = & 0,7F_m \left(\frac{0,5T + 1,5\sigma_2 - T}{T} \right)^2 + 0,3F_m = 0,7F_m \cdot \left(\frac{1,5\sigma_2 - 0,5T}{T} \right)^2 + 0,3F_m \\
& \text{analoji olaraq:} \\
F_3 = & 0,7F_m \left(\frac{0,5\sigma_2 - 0,5T}{T} \right)^2 + 0,3F_m, \quad F_4 = 0,7F_m \left(\frac{-0,5\sigma_2 - 0,5T}{T} \right)^2 + 0,3F_m \\
F_5 = & 0,7F_m \left(\frac{-1,5\sigma_2 - 0,5T}{T} \right)^2 + 0,3F_m, \quad F_6 = 0,7F_m \left(\frac{-2,5\sigma_2 - 0,5T}{T} \right)^2 + 0,3F_m \tag{2.3.4}
\end{aligned}$$

Sonuncu ifadədə $\sigma_2 = k\sigma_3$ olduğunu nəzərə alsaq və sadələşdirmə aparsaq

$$F_1 + F_6 = 0,7F_m \left[\left(\frac{2,5k\sigma_3 - 0,5T}{T} \right)^2 + \left(\frac{-2,5k\sigma_3 - 0,5T}{T} \right)^2 \right] + 0,6F_m$$

$$\begin{aligned}
F_2 + F_5 &= 0,7F_m \left[\left(\frac{1,5k\sigma_3 - 0,5T}{T} \right)^2 + \left(\frac{-1,5k\sigma_3 - 0,5T}{T} \right)^2 \right] + 0,6F_m \\
F_3 + F_4 &= 0,7F_m \left[\left(\frac{0,5k\sigma_3 - 0,5T}{T} \right)^2 + \left(\frac{-0,5k\sigma_3 - 0,5T}{T} \right)^2 \right] + 0,6F_m
\end{aligned}
\tag{2.3.5}$$

alırıq. Deməli birinci dəstdəki (A) hissələrin ümumi xidmət müddəti üçün (2.3.6) ifadəsini alırıq:

$$\begin{aligned}
\Sigma F_A &= n_1 \left[0,7F_m \frac{(2,5k\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-2,5k\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} + 0,6F_m \right] + \\
&+ n_2 \left[0,7F_m \frac{(1,5k\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-1,5k\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} + 0,6F_m \right] + \\
&+ n_3 \left[0,7F_m \frac{(0,5k\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-0,5k\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} + 0,6F_m \right]
\end{aligned}
\tag{2.3.6}$$

analoji olaraq ikinci (B) dəstindəki hissələrin ümumi xidmət müddəti üçün (2.3.7) ifadəsini alırıq:

$$\begin{aligned}
\Sigma F_B &= n_1 \left[0,7F_m \frac{(2,5\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-2,5\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} \right] + \\
&+ n_2 \left[0,7F_m \frac{(1,5\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-1,5\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} \right] + \\
&+ n_3 \left[0,7F_m \frac{(0,5\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-0,5\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} \right] + \\
&+ 0,6(n_1 + n_2 + n_3)F_m
\end{aligned}
\tag{2.3.7}$$

$\sum F_A$ və $\sum F_B$ ifadələrini müqayisə etməklə hissələrin istismar göstəricilərini məhdudlaşdıran ölçünün müsaidə sahəsi daxilində səpələnmə intervalının (OKS-nın) istismar göstəricilərinə təsirini aşkar etmək olar. Əgər $(\sum F_A - \sum F_B) = 0$ olarsa, onda ölçülərin OKS - lərinin qiyməti bütün hissələrin ümumi xidmət müddətinə təsir etmir, $(\sum F_A - \sum F_B) > 0$ olarsa, onda OKS-sı böyük olan dəstdəki hissələrin ümumi xidmət müddəti böyük olur.

Beləliklə,

$$\begin{aligned} \sum F_A - \sum F_B = & 0,7F_m \cdot n_1 \cdot \left[\frac{(2,5k\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-2,5k\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} - \right. \\ & \left. - \frac{(2,5\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-2,5\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} \right] + \\ & + 0,7F_m \cdot n_2 \cdot \left[\frac{(1,5k\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-1,5k\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} - \right. \\ & \left. - \frac{(1,5\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-1,5\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} \right] + \\ & + 0,7F_m \cdot n_3 \cdot \left[\frac{(0,5k\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-0,5k\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} - \right. \\ & \left. - \frac{(0,5\sigma_3 - 0,5T)^2 + (-0,5\sigma_3 - 0,5T)^2}{T^2} \right] \end{aligned} \quad (2.3.8)$$

Sonuncu (2.3.8) ifadəsinin araşdırılması göstərir ki, onun qiyməti sıfırdan böyük olur.

Rəqəmli eksperiment: Yuxarıdakı müddəanı kəmiyyətcə təsdiq etmək üçün $6\sigma_3 < T$ şərti daxilində σ_3 və T parametrlərinə ixtiyari qiymət verək. Tutaq ki, $\sigma_3 = 2mkm$ və $T = 14mkm$. Onda (2.3.8) ifadəsinin nəticəsi aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\begin{aligned}
\Sigma F_A - \Sigma F_B &= 0,7F_m \cdot n_1 \cdot \frac{(10-7)^2 + (-10-7)^2 - (5-7)^2 - (-5-7)^2}{14^2} + \\
&+ 0,7F_m \cdot n_2 \cdot \frac{(6-7)^2 + (-6-7)^2 - (3-7)^2 - (-3-7)^2}{196} + \\
&+ 0,7F_m \cdot n_3 \cdot \frac{(2-7)^2 + (-2-7)^2 - (1-7)^2 - (-1-7)^2}{196} = \\
&= 0,7F_m \cdot n_1 \cdot 0,765 + 0,7F_m \cdot n_2 \cdot 0,28 + 0,7F_m \cdot n_3 \cdot 0,03 > 0
\end{aligned}$$

Beləliklə, hissənin xidmət müddətini məhdudlaşdıran səthin keyfiyyətini səciyyələndirən ölçü üzrə eyni riyazi gözləmədə ($a = const.$), lakin müxtəlif OKS - larda ($\sigma_2 \neq \sigma_3$) hazırlanmış iki dəst hissələrdən OKS-sı böyük olan ($\sigma_2 > \sigma_3$) hissələr dəstinin (σ_2) ümumi-cəm xidmət müddəti böyük olur ($\Sigma F_A > \Sigma F_B$).

Sxemi araşdırmaq və (2.3.5) ifadəsinin çıxarılmasında istifadə olunan üsuldən istifadə etməklə müəyyən edilmişdir ki, hissə və məmulların istismar göstəricilərinin əsaslı yüksəldilməsi uyğun keyfiyyət meyarının səpələnmə mərkəzinin müsaidə daxilində yüksək keyfiyyət istiqamətində sürüşdürülməsi ilə təmin edilir.

Alınmış nəticədən istehsal prosesində dəqiqliyin təmin olunmasında istismar göstəriciləri ilə əlaqələndirilmiş və əsaslandırılmış şəkildə istifadə etmək təklif olunur. Belə ki, keyfiyyət meyarının sürüşdürülməsi bir tərəfdən istehsal prosesi zamanı bir sazlamada hazırlanan hissələrin sayının azalmasına səbəb olar, digər tərəfdən məmulların xidmət müddətlərinin (istismar göstəricilərinin) yüksəldilməsini təmin edir. Odur ki, bu məsələ konkret məmul, hissə, istismar və istehsal şəraitləri üçün optimal həll edilə bilər.

III . İSTEHSAL VƏ İSTİSMAR KEYFİYYƏTLƏRİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİNİN YENİ ÜSUL VƏ VASİTƏLƏRİ

Maşınqayırma avadanlığının müasir inkişaf səviyyəsi, pəstahlarda mexaniki emalla formalaşdırılmış ölçüləri və bəzi parametrləri birbaşa ölçüb qeyd etməyə imkan yaradır. Yəni, bu cür keyfiyyət göstəricilərinin hissələrin üzərində (və ya onların pasportlarında) qeyd olunması bu gün üçün problem yaratmayan bir məsələdir. Həqiqətən də, artıq yalnız məmulların keyfiyyətləri və texniki xarakteristikaları bütövlükdə deyil, həm də onların etibarlılığını məhdudlaşdıran (limitləşdirən) hər bir hissəsinin keyfiyyət göstəriciləri haqqında məlumatın olması və istismar prosesi zamanı həmin hissələrin keyfiyyətinin idarə olunması zəruridir. Amma istehsalda tətbiq edilən mövcud keyfiyyət qiymətləndirmə üsulları buna imkan vermir. Odur ki, istehsal keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün yeni üsul və vasitələrin işlənməsinə ehtiyac yaranmışdır.

3.1. İstehsal keyfiyyətini qiymətləndirmənin yeni üsul və vasitələri

İstehsal olunan hissələrin istehsal keyfiyyətləri iki əsas istiqamətdə qiymətləndirilir: materialın keyfiyyəti və mexaniki emal keyfiyyəti, yığma vahidlərinin keyfiyyətləri isə həm də yığma keyfiyyəti ilə dəyərləndirilir. Mexaniki emal keyfiyyəti ümumilikdə səthlərin ölçü, forma, yerləşmə, yönüm və vurma dəqiqliyi, həmçinin onların həndəsi və səth qatının keyfiyyətləri ilə səciyyələnir. Səthlərin forma, yerləşmə, yönüm və vurma dəqiqliyi lokal ölçülərin həndəsi yerlərini göstərir. Buna görə də, istehsal keyfiyyətinin formalaşmasında ölçü dəqiqliyi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Odur ki, ilk növbədə ölçü dəqiqliyi üzrə hissələrin istehsal keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi meyarlarının işlənməsi məsələsinə baxılması daha məqsəda uyğundur.

Müasir istehsal avadanlıqları, əsasən formalaşdırılan ölçülərə aktiv nəzarət və onları qeydə alma sistemləri (operativ yaddaş) ilə təchiz edilmişdir. Buna görə də, mexaniki və digər növ emaldan alınan ölçülər avadanlıqlarda qeyd olunur. Lakin, istehsal keyfiyyətinin qiymətlən-

dirilməsi üçün belə bir meyar işlənməlidir ki, qeyd olunan ölçüdə istehsal keyfiyyəti meyarına keçid modeli həm asan, həm də səmərəli olsun və istismar prosesinin gedişində istismar göstəricilərinin qiymətləndirilməsində istifadəsi mümkün və səmərəli olsun. Buna görə də, istehsal keyfiyyəti meyarı emaldan alınan ölçü ilə birbaşa əlaqələndirilməlidir.

Ona görə də, hissələrin istehsal keyfiyyətini səciyyələndirən ümumiləşdirilmiş meyar və vasitələri, həmçinin onlardan istifadə metodlarını işləyib hazırlamaq üçün keyfiyyətin və onun formalaşması məsələlərinin araşdırılması vacibdir.

3.1.1 Keyfiyyət meyarını qəbul etmə əsasları və onun mahiyyəti

Məmulaların istismar göstəricilərini formalaşdıran hissə və düyümlərinin istehsal keyfiyyətləri ilə istismar göstəriciləri arasında müəyyən funksional əlaqələr mövcuddur:

$$y_1 = F(x_1, x_2 \dots x_i); \quad y_2 = F(x_1, x_2 \dots x_i) \quad \text{və s} \quad (3.1.1)$$

Burada, y_1, y_2 – istismar göstəriciləri (məsələn, etibarlılıq, xidmət müddəti, faydalı iş əmsalə və s) parametrləri;

$x_1, x_2 \dots x_i$ – istehsal keyfiyyəti (məsələn, ölçü və səthlərin forma dəqiqliyi, səth keyfiyyəti və s) parametrləridir.

Belə əlaqələr xətti, parabolik və s. ola bilər. Konstruksiyanın hər hansı bir elementinin parametri və ya göstəricisi eyni zamanda həm istehsal, həm də istismar keyfiyyətlərini səciyyələndirə bilər. Məsələn, hər hansı bir məmulun keyfiyyətini limitləşdirən sürtünmə qovşaqlarında təmas səthlərinin vəziyyətini səciyyələndirən xətti ölçülər. Belə ölçülər müxtəlif emal üsulları ilə təmas səthlərinin formalaşdırılması prosesində mexaniki emal keyfiyyətini, istismar prosesinin gedişində isə yeyilmə zamanı baş verən dəyişmələrlə istismar keyfiyyətini (istismar resursunu) müəyyənləşdirir. Bu halda $y = > x$ olur.

Hissə və məmulaların istehsal keyfiyyətlərinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi istehsalın səmərəliliyinin təşkili baxımından xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, eyni təyinatlı müxtəlif hissələrin hər hansı bir

istehsal keyfiyyəti meyarı ilə kəmiyyətə fərdi qiymətləndirilməsi, məmul vahidlərinin eyni keyfiyyət göstəricilərinə malik hissələrdən yığılmasına şərait yaradardı. Nəticədə, məmullar dəstinin istismar göstəricilərinin, onların etibarlılıqlarının (xidmət müddətləri, imtinasızlıq və s.) ümumilikdə yüksəlməsinə nail olunardı. Məsələn, n sayda məsul hissədən ibarət olan məmulun $(n-1)$ sayda hissəsi yüksək keyfiyyət həddinə, biri isə aşağı keyfiyyət həddinə yaxın hazırlanmış ola bilər. Bu halda, məmulun istismar göstəricilərini sonuncu aşağı keyfiyyətli hissə məhdudlaşdırır və o, məmulun istismardan çıxarılmasına səbəb olur. Ən yaxşı halda, onun iş resursundan tam istifadə olduğu zaman iş resursundan istifadə əmsalı K_r :

$$K_r = \frac{F_n}{F_e} \approx 1 \quad (3.1.2)$$

olur. Burada, F_e hissənin keyfiyyətinin təmin etdiyi, ehtimal olunan - fərdi normativ xidmət müddəti; F_n - onun həqiqi xidmət müddətidir.

Qalan $(n-1)$ sayda məsul hissələrin iş resurslarından natamam istifadə olunur, hissələrin əksəriyyətinin iş resursundan istifadə əmsalları vahiddən kiçik qiymətlər alır $K_n < 1$. Hətta bəzən onların istismardan sonrakı qalıq keyfiyyətləri istehsal keyfiyyətinin minimum həddindən yüksək olur, buna görə də məmuldan istifadə səmərəliliyi təmin edilmir.

Beləliklə, seçmə ilə yığmaya analogi olaraq, məmullardan birinin yalnız ən yüksək istehsal keyfiyyəti göstəricilərinə malik hissələrdən, ikincisinin istehsal keyfiyyəti göstəriciləri baxımından ikinci mövqedə olan hissələrdən, sonuncusunun isə ən aşağı istehsal keyfiyyətlərinə malik hissələrdən yığılması tövsiyə edilir. Nəticədə, bütün məmullar və onların hissələrinin iş resurslarından istifadə əmsallarının nisbətən yüksək – vahidə yaxın qiymətləri təmin edilir, iş resurslarından istifadə təmin edilir.

Məlumdur ki, hissələrin səthlərinin ölçü dəqiqlikləri standartlara uyğun olaraq, dəqiqlik keyfiyyətlərinə əsasən müəyyən edilir, onların nominal ölçüyə nəzərən vəziyyətləri isə oturtmalar (müsaidə sahələri) ilə təyin olunur. Digər tərəfdən, ölçüyə verilmiş müsaidənin hədd qiymətləri istehsal keyfiyyətinin hədd qiymətləri kimi qəbul edilə bilər.

Əslində, bu prinsip hədd kalibrləri (kalibr bəndi, kalibr tıxacları) ilə emal keyfiyyətinin qiymətləndirilməsində də istifadə edilir. Lakin hədd kalibrləri ilə keyfiyyətin müəyyən edilməsində hissələrin malik olduqları keyfiyyət meyarının həqiqi qiyməti müəyyən edilmir. Ona görə də, hər hansı bir hissənin ölçüsünün müsaidə daxilindəki mövqeyi onun istehsal keyfiyyətini qiymətləndirən meyar kimi qəbul edilə bilər. Beləliklə, hissə, yığma vahidi və məmulun keyfiyyəti onun bütün həyat dövrü ərzində formalaşır və dəyişir, bu dəyişmənin idarə edilməsi isə meyar vahidi ilə sıfır arasında götürülür. Vahid obyekt (hissə, məmul və s.) üçün meyarın ən böyük qiyməti onun istehsalı zamanı əldə edilir, ən kiçik qiyməti isə onun istismardan çıxarıldığı ana təsadüf edir.

Keyfiyyət meyarının mahiyyətini istənilən növ keyfiyyət göstəricisinin (məsələn, ölçü, səthin kələ - kötürlüyü və s.) normativ (və ya faktiki) yol verilən yuxarı həddinin vahidə, aşağı həddinin isə sıfıra bərabərliyi müddəası təşkil edir. Keyfiyyət meyarı kimi keyfiyyət əmsalı anlayışı təklif edilir, K_k . Onun $[0;1]$ intervalında dəyişməsi qəbul edilir $0 \leq K_k \leq 1$. Intervalın yarısı $[0,5; 1]$ istehsal üçün $0,5 \leq K_k \leq 1$, digər yarısı isə $[0; 0,5]$ istismar üçün ayrılır. Nəzərə alınır ki, istismar prosesinin başlanğıcında obyektin keyfiyyətinin minimum keyfiyyəti 0,5 ola bilər. Lakin istehsal keyfiyyətinə uyğun olaraq istismar keyfiyyəti 0,5 - dən böyük qiymətlər alır ($0 \leq K_k \leq 1$). Çünki, bu halda istismarı səciyyələndirən meyar qiymətcə, istehsal keyfiyyəti meyarına bərabər olur. Məmulun, hissənin (onun səthinin və s.) malik olduğu faktiki keyfiyyət göstəricisinin onun normativlə nəzərdə tutulan mümkün olan ən yüksək uyğun keyfiyyət göstəricisinə nisbəti ədəbiyyatlarda keyfiyyət əmsalı adlandırılmışdır K_k .

$$K_k = \frac{G_f}{G_n} \quad (3.1.3)$$

Burada, G_f - məmulun, hissənin, obyektin malik olduğu faktiki keyfiyyət göstəricisi; G_n - məmulun, hissənin normativ materiallarda (cizgidə) nəzərdə tutulan uyğun keyfiyyət göstəricisinin ən yüksək qiymətidir.

Ayındır ki, hissə və məmulların hazırlanması zamanı onlarda

təmin edilən keyfiyyət, obyektin həyat tsikli ərzində malik olduğu ən böyük göstərici olur və bu göstərici istehsal keyfiyyəti əmsalı adlandırılır. İndi isə keyfiyyət əmsalının təyini metodikasını işləyək.

3.1.2. İstehsal keyfiyyəti göstəricisi: keyfiyyət əmsalı

Yuxarıda mahiyyəti açıqlanmış keyfiyyət meyarını istehsalın keyfiyyət göstəricisi kimi tətbiq edək. Hər bir hissə bir sıra səthlərlə və onların ölçüləri ilə formalaşır. İndi isə bir ölçü timsalında istehsal keyfiyyətinin əmsalla qiymətləndirilməsinə nəzər salaq.

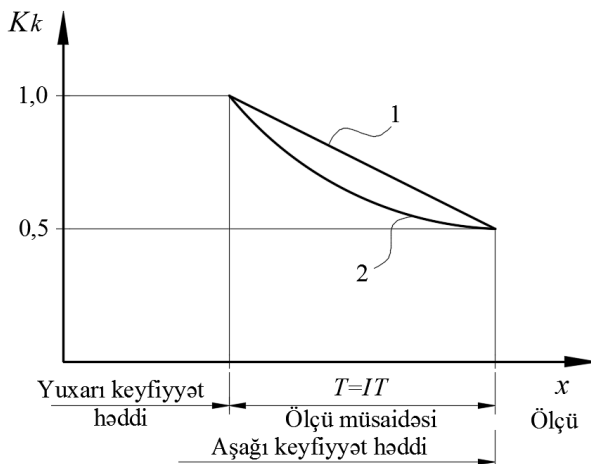
Mexaniki emalın təmin etdiyi istehsal keyfiyyətini, məmulların istismar xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq iki variantla qiymətləndirmək üçün keyfiyyət əmsalının modelini çıxaraq:

- ölçünün müsaidə daxilində dəyişməsi ilə məmulun və hissənin keyfiyyəti, onun təmin etdiyi istismar göstəriciləri arasında düz mütənasib asılılıq yaranır (şək. 3.1.1, 1 əyrisi). İstismar prosesində məmulun xidmət müddətini limitləşdirən hissəsinin işçi səthinin ölçü yeyilməsi (istismar göstəricisi xidmət müddəti ilə ifadə olunur) ilə istehsal keyfiyyətini ifadə edən ölçü arasında asılılıq düz xətt qanununa tabe olur. Yəni limitləşdirici hissənin yerləşməsinin normal dövrdəki dəyişmə qanunauyğunluğu əsas götürülür. Bu halda istehsal keyfiyyəti əmsalının ölçüyə verilmiş müsaidə daxilində dəyişməsi 1 asılılığı üzrə baş verir (şək. 3.1.1).

- ölçünün müsaidə daxilində dəyişməsi ilə keyfiyyət arasında asılılıq parabolik xarakter daşıyır (Şək. 3.1.1, 2 əyrisi). Məmulun işdən imtinasının zamandan asılılığı (xidmət müddəti) eksponensial qanuna tabe olduğu nəzərə alınır. İlkən nəzəri tədqiqatlar göstərib ki, gərilməli oturtmalarda gərilmənin qiymətinin müsaidəyə uyğun olaraq ən böyük hədd qiymətindən ən kiçik hədd qiymətinə dəyişməsi baş verir. Nəticədə birləşmənin ən böyük oxboyu yüklətmə qiymətinin gərilmənin qiymətindən asılılığı parabolik qanunauyğunluqla dəyişir. Bu halda istehsal keyfiyyəti əmsalının ölçüyə verilmiş müsaidə daxilində dəyişməsi 2 əyrisi üzrə baş verir (şək. 3.1.1).

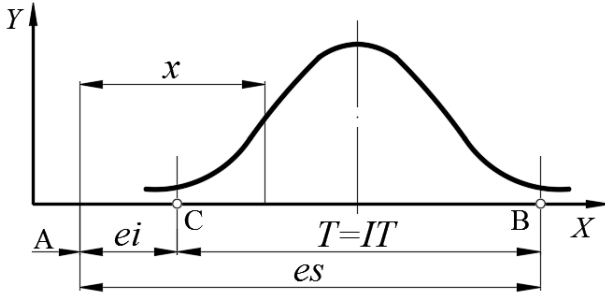
Ölçü dəqiqliyinin riyazi modelinin meyarının işlənməsində istehsal keyfiyyətinin yararlılığı 1 (vahid) ilə 0,5 arasında dəyişdiyi qəbul edilir. Cizgidə göstərilən (normativə əsasən) bütün parametrləri keyfiyyət

baxımından yuxarı həddə olan hissənin istehsal keyfiyyəti -1, bütün parametrlər üzrə aşağı hədlərə malik olan yararlı hissənin keyfiyyəti isə - 0,5 qəbul edilir. Aydındır ki, məmulun istismar prosesində onun hissələrinin keyfiyyətləri tədricən aşağı düşür. Buna görə də, istismar prosesinə aid dəqiqlik meyarının nəzəri-normativ dəyişmə intervalı $[1; 0]$ olaraq qəbul edilir.



Şəkil. 3.1.1. İstehsal keyfiyyəti əmsalı – ölçü əlaqələri sxemi

Yuxarıda qeyd edilənləri hər iki variant üçün limitləşdirici hissənin işçi səthinin keyfiyyətini qiymətləndirmək məqsədilə keyfiyyət əmsalını təyin edək. Tutaq ki, hissələr müəyyən A nominal ölçüsünə, ona təyin olunmuş T müsbədsinə və ei , es hədd sapmalarına uyğun hazırlanmalıdır (şək. 3.1.2). Əgər es sapmasına uyğun ölçü ən yüksək, ei sapmasına uyğun ölçü isə ən aşağı keyfiyyətə uyğundursa, o zaman birinci halda keyfiyyət əmsalı 1 (B nöqtəsi), ikinci halda isə 0,5 (C nöqtəsi) olmalıdır. Aralıq ölçülərə (şəkildə x ölçüsü) malik hissələrin keyfiyyət əmsalları isə $1 \leq K_k \leq 0,5$ arasında dəyişməlidir. Bunu analitik şəkildə ifadə edək. Beləliklə, hissələrin hər hansı x ölçüləri üzrə $ei \leq x \leq es$, keyfiyyət əmsalı şəkil 3.1.2-də göstərildiyi kimi olacaq.



Şəkil 3.1.2. Ölçü müsaidəsinin yerləşməsi sxemi

Birinci variant. $K_k = f(x)$ asılılığı xətti olduqda (şək. 3.1.1, 1 əyrisi) ifadəni aşağıdakı kimi yazı bilərik:

$$K_k = 0,5 \left(1 + \frac{x - ei}{IT} \right) \quad (3.1.4)$$

$$K_k = 0,5 \left(1 + \frac{x - ei}{T} \right) \quad (3.1.5)$$

Burada x -cari sapmadır. İfadələri başlanğıc şərtlərə yoxlayaq:

$$x = es \text{ olduqda, } K_{k1} = 1$$

$$x = 0,5(es + ei) \text{ olduqda, } K_{k2} = 0,75$$

$$x = ei \text{ olduqda, } K_{k3} = 0,5$$

olur. Hesablamalardan belə nəticəyə gəlirik ki, $K_k = f(x)$ asılılığının xəttiyyəti təmin edilmişdir.

İkinci variant. $K_k = f(x)$ asılılığı parabolik qanuna tabe olduqda aşağıdakı ifadələri yazmaq olar:

$$K_k = \frac{IT}{IT + (es - x)} \quad (3.1.6)$$

$$K_k = \frac{T}{T + es - x} \quad (3.1.7)$$

(3.1.6) və (3.1.7) ifadələrini başlanğıc şərtlərə yoxlayaq:

$$x=es \text{ olduqda, əmsal} \quad K_1 = \frac{\dot{I}T}{\dot{I}T + (es - x)} = 1$$

$$x=0,5(es+ei) \text{ olduqda,} \quad K_{k2} = 0,67$$

$$x=ei \text{ olduqda, əmsal} \quad K_{k3} = \frac{\dot{I}T}{2\dot{I}T} = 0,5$$

Burada, $\dot{I}T$ -ölçü üçün təyin olunmuş oturtma üzrə standart müsaidədir.

Beləliklə, hissələrin hər hansı ölçü üzrə istehsal keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün keyfiyyət əmsalının baza riyazi modelləri ifadələri ilə təqdim olunur. Onları tətbiq etməklə hissə və məmulların istehsal keyfiyyətlərini istənilən texnoloji göstərici üzrə dəyərləndirməsinə imkan verən keyfiyyət meyarı işləmək mümkündür.

3.1.3. Bir keyfiyyət parametrinin qiymətləndirilməsi

Hissənin istehsal keyfiyyətlərinin keyfiyyət əmsalı ilə dəyərləndirilməsinin ən vacib əlamətlərindən biri keyfiyyət parametrlərinin yuxarı və aşağı hədlərinin düzgün təyin edilməsidir.

Keyfiyyəti səciyyələndirən parametrin hədd qiymətləri: yuxarı və aşağı hədləri onun növündən, funksional təyinatından və parametrin sapmalarının nominal ölçüsünə nəzərən mövqeyindən asılı olaraq təyin edilməlidir. Məlumdur ki, maşın hissələrinin hərəkətli və hərəkətsiz birləşdirilməsində gərilməli və araboşluqlu oturtmalardan geniş istifadə olunur. Belə hissələrin qovuşan səthləri isə, adətən işçi məsul səthləri olub, yüksək keyfiyyətlə hazırlanırlar. Məhz bu cür işçi səthlərin keyfiyyətlərinin qiymətləndirilməsi və idarə edilməsi daha böyük əhəmiyyət kəsb edir. Odur ki, göstərilən hallar üçün keyfiyyət hədlərini müəyyənəşdirək. Bunu keyfiyyətin ölçü dəqiqliyi parametri təmsalında, hər iki variant üçün izah edək.

Hissənin istehsal keyfiyyətinin keyfiyyət əmsalı ilə qiymətləndirilməsinin ən vacib aspektlərindən biri, keyfiyyət parametrlərinin yuxarı

və aşağı hədlərinin düzgün təyin edilməsidir.

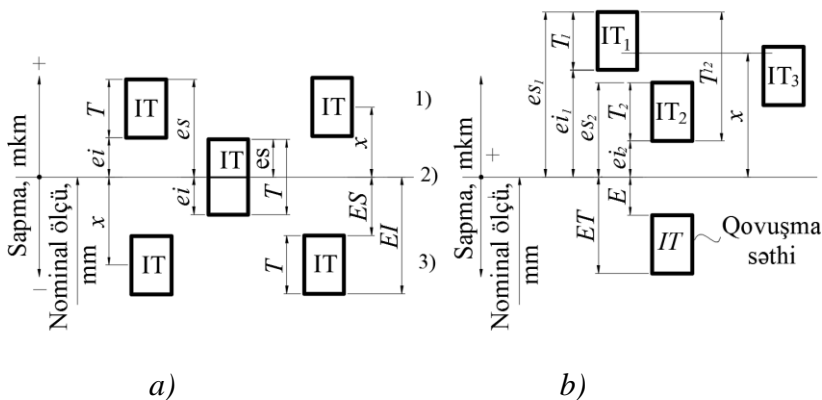
- gərilməli birləşmələrdə qovuşmanın ən yüksək keyfiyyəti, funksional təyinatları baxımından, valın ən böyük, yuvanın isə ən kiçik ölçülərində təmin edilir. Bu halda gərilmə ən böyük qiymət alır: qovuşma ən böyük fırlanma momenti və oxboyu qüvvə ötürə bilir. Qovuşmanın ən aşağı keyfiyyəti isə yuvanın ən böyük, valın isə ən kiçik qiymətlərində təmin edilir. Belə olduqda gərilmənin qiyməti minimum alınır. Qovuşma minimum istismar göstəricilərinə malik olur. Deməli bu halda işçi səthlərin istehsal keyfiyyətlərinin yuxarı həddləri *es*, *EI*, aşağı həddləri isə *ei*, *ES*-ə uyğun götürülməlidir.

- araboşluqlu birləşmələrdə qovuşmanın ən yüksək keyfiyyəti, əksər hallarda araboşluğunun minimum qiymətində, aşağı keyfiyyəti isə araboşluğunun maksimum qiymətində təmin edilir. Adətən, məmulların xidmət müddəti onların sürünmə cütü elementlərinin yeyilməsi ilə məhdudlanır. Məsələn, nəzəri cəhətdən, yeyilmə şəraiti və intensivliyi sabit qəbul edilərsə, ən uzunömürlü cütü ən kiçik diametrli silindr və ən böyük diametrli plunjer formalaşdırır. İşçi təmas səthləri arasındakı ara boşluğu minimum, cütün yeyilmə resursu, uyğun olaraq ehtimal olunan xidmət müddəti isə ən böyük olur. Ən kiçik xidmət müddətinə malik cütü isə ən böyük diametrli silindr və ən kiçik diametrli plunjer formalaşdırır. İşçi təmas səthləri arasındakı araboşluğu maksimum, nisbi sürüşmə səthlərinin yeyilmə resursu isə minimum olur. Beləliklə, bu halda keyfiyyətin yuxarı həddi *es*, *EI*, aşağı həddi isə *ei*, *ES*-ə uyğun götürülməlidir. Beləliklə, belə bir qənaətə gəlmək olar ki, həm gərilməli, həm də araboşluqlu (deməli həm də keçid oturtmalı) birləşmələrdə əhatə olunan səthlər üçün yuxarı sapmaya, əhatə edən səthlər üçün isə aşağı sapmaya uyğun ölçü yüksək keyfiyyət göstəricisini təmin edir. Uyğun olaraq, bütün növ birləşmələrdə əhatə olunan səthlər üçün aşağı sapmaya, əhatə edən səthlər üçün isə yuxarı sapmaya uyğun ölçü aşağı keyfiyyət göstəricisini formalaşdırır.

Taqutinin nəzəriyyəsinə əsasən səthin xarakterindən asılı olaraq, nominal ölçüyə yaxın olan sapmalara uyğun ölçülərin yüksək keyfiyyət həddini təmin etdiyi qəbul edilir. Lakin, şəkil 3.1.3-də nominal ölçüdən müxtəlif tərəflərdə yerləşmiş eyni tipli oturtmaların elementar araşdırılması da sonuncu mülahizənin göstərilən hallar üçün

qəbul edilməz olduğunu göstərir. Həqiqətən də, müsaidə sahəsi nominal ölçüdən yuxarıda yerləşən valın nominal ölçüyə yaxın sapması ei , nominal ölçüdən aşağıda yerləşən valın nominal ölçüyə yaxın sapması isə es olur. Göründüyü kimi yuxarıda qeyd olunan, əsaslandırılmış mülahizələr təmin edilmir.

İndi isə nominal ölçüyə nəzərən müxtəlif mövqelərdə yerləşmiş sapmalara malik əhatə edən (yuva) və əhatə olunan (val) hissələrin ölçüləri üçün istehsal keyfiyyəti əmsalını araşdıraraq. Ümumiləşdirilmiş halda, ölçülərin müsaidə sahələri, sapmaları nominal ölçüyə nəzərən üç cür yerləşə bilər (şək. 3.1.3,a): nominal ölçüdən-sıfır xəttindən yuxarıda (1), nominal ölçü üzərində (2) və sıfır xəttindən aşağıda (3). Hər üç halda yuxarı keyfiyyət həddi yuxarı sapma es və ya aşağı sapma ei ilə müəyyənləşə bilər. Müsaidə sıfır xəttini kəsdikdə isə (2) yuxarı keyfiyyət həddi nominal ölçüyə uyğun da ola bilər. Bütün hallarda bir ölçü üçün keyfiyyət əmsalının analitik ifadələrini çıxaraq:



Şəkil 3.1.3. Müsaidə sahəsi və yüksək keyfiyyət həddlərinin yerləşməsi sxemləri

I. Yuxarı keyfiyyət həddi yuxarı sapma es ilə müəyyənləşir (şək. 3.1.3, a). Bu halda keyfiyyət əmsalı istehsal keyfiyyəti ilə istismar göstəricisi arasındakı asılılıq xətti olduqda (3.1.4) və (3.1.5) ifadələri, parabolik olduqda isə (3.1.6) və (3.1.7) ifadələri ilə təyin edilir. Düsturlardan əhatə olunan səthlərin - valların istehsal keyfiyyətlərinin qiymətləndirilməsində istifadə olunur.

II. Yuxarı keyfiyyət həddi aşağı sapma EI ilə müəyyənləşir (şək. 3.1.3, a). Bu halda:

A. İstehsal keyfiyyəti ilə istismar göstəricisi arasındakı asılılıq xətti olduqda:

$$K_k = 0,5 \left(1 + \frac{ES - x}{IT} \right)$$

$$K_k = 0,5 \left(1 + \frac{ES - x}{T} \right) \quad (3.1.8)$$

B. Göstərilən $K_k = f(x)$ asılılığı parabolik olduqda.

$$K_k = \frac{IT}{IT + (x - EI)} \quad (3.1.9)$$

olur. Bu düsturlar əhatə edən səthlərin-yuvaların istehsal keyfiyyətlərinin qiymətləndirilməsi üçün təklif edilir.

III. Yuxarı keyfiyyət həddi nominal ölçü ilə müəyyənləşir (şək. 3.1.3.,a; 2). Bu halda keyfiyyət əmsalı:

$$K_k = \frac{IT}{IT + |x|} \quad (3.1.10)$$

ifadəsi ilə təyin edilir. (3.1.10) ifadəsindən $\frac{H}{h}$ oturtmalı birləşmələr təmin edən, həm əhatə edən və həm də əhatə olunan səthlərin istehsal keyfiyyətlərini qiymətləndirmək üçün istifadəsi tövsiyə olunur.

(3.1.4)... (3.1.10) ifadələrinin araşdırılması göstərir ki:

- (I) və (II) variantlarında istehsal keyfiyyəti əmsalının ən böyük qiyməti K_{kmax} , ən kiçik qiyməti K_{kmin} təmin edilir.

- (III) varianta əsasən, həm əhatə edən və həm də əhatə olunan səthlərin müsaidələri nominal ölçüyə nəzərən simmetrik yerləşdikdə ($es = 0,5IT$; $ei = -0,5IT$) istehsal keyfiyyət əmsalının ən böyük qiyməti K_{kmax} , ən kiçik qiyməti isə K_{kmin} olur. Beləliklə, ümumi qayda və normalara əsasən, istehsal keyfiyyəti əmsalının K_{kmin} qiymətinə

mütənasib olaraq istismar resursu, ən azı 25 % yüksək alınır.

Eyni təyinatlı və konstruksiyalı hissələr müxtəlif müəssisələr tərəfindən məmulların istismar göstəricisini limitləşdirən səthin müxtəlif dəqiqliklərində istehsal oluna bilər (şək. 3.1.3.,b). Funksional təyinatları, onlarla qovuşan səthlərin ölçü və müsaidə sahələri, istismar şəraitləri və s. eyni olduqda, onların istehsal keyfiyyətləri eyni meyarla qiymətləndirilməli və müqayisə edilməlidir. Belə hallarda uyğun variantı əhatə edən ümumiləşdirilmiş müsaidə IT_u qəbul edilir, $IT_u = T_u$. Deməli, ümumiləşdirilmiş müsaidə kimi müxtəlif müəssisələr tərəfindən ölçüyə verilmiş yuxarı (es_1) və aşağı sapmaların (es_2) fərqi qəbul edilir. Yuxarı sapma (es_1) bir müəssisə, aşağı sapma (es_2) isə digər müəssisə tərəfindən ölçüyə verilmiş hədd sapmalarıdır. Bu halda, yuxarıda qeyd olunan variantlar (I, II və III) üzrə istehsal keyfiyyəti əmsalları aşağıdakı ifadələrdən təyin edilir.

A. $K_k = f(x)$ asılılığı xətti xarakter daşıyır:

- yuxarı keyfiyyət həddi yuxarı sapma olduqda:

$$K_k = 0,5 \left(1 + \frac{x - ei_{\min}}{IT} \right) \quad (3.1.11)$$

- yuxarı keyfiyyət həddi aşağı sapma olduqda:

$$K_k = 0,5 \left(1 + \frac{ES_{\max} - x}{IT} \right) \quad (3.1.12)$$

- yuxarı keyfiyyət həddi nominal ölçü olduqda:

$$K_k = \frac{IT_u}{IT_{\ddot{u}} + |x|} \quad (3.1.13)$$

B. $K_k = f(x)$ asılılığı parabolik xarakter daşıyır:

- yuxarı keyfiyyət həddi yuxarı sapma olduqda:

$$K_k = \frac{IT_u}{IT_{\ddot{u}} + (es_{\max} - x)} \quad (3.1.14)$$

- yuxarı keyfiyyət həddi aşağı sapma olduqda:

$$K_k = \frac{IT_u}{IT_{\ddot{u}} + (x - EI_{\min})} \quad (3.1.15)$$

- yuxarı keyfiyyət həddi nominal ölçü olduqda keyfiyyət əmsalı

(3.1.13) düsturu ilə təyin edilir.

Burada, IT_u – limitləşdirici səth üçün ümumiləşdirilmiş müsaidsə, es_{max} -mümkün variantlar arasında ən böyük sapma $es1_{max}$ (şək. 3.1.3.,b), es_{min} - mümkün variantlar arasında ən kiçik sapmadır, $es2_{min}$ (şək. 3.1.3., b).

Sonuncu (3.1.11 ... 3.1.14) ifadələr müxtəlif keyfiyyətlə istehsal olunmuş eyni konstruksiyalı və təyinatlı hissələrin istehsal keyfiyyətlərini yalnız bir parametr üzrə qiymətləndirməyə və müqayisə etməyə imkan verir.

3.1.4. Bir neçə keyfiyyət parametrinin qiymətləndirilməsi

Məlumdur ki, maşın hissələrinin bir neçə konstruktiv elementinə qoyulan tələblər yüksək ola bilər və onlar məmulun istismarı zamanı həlledici (limitləşdirici) təsirə malik ola bilər. Belə hallarda, hissənin bir neçə konstruktiv parametrinin keyfiyyəti qiymətləndirilməlidir. Bu zaman bu cür parametrlər eyni (məsələn, ölçü) və ya müxtəlif (məsələn, ölçü və forma və s.) qrupa məxsus parametrlər ola bilər.

Odur ki, qəbul edilmiş prinsipi çoxsaylı səthlər, ölçülər və s.-dən ibarət olan hissəyə bütövlükdə tətbiq edək. Bu halda, hissənin istehsal keyfiyyəti orta istehsal keyfiyyəti əmsalı K_{nk} ilə qiymətləndirilir. Beləliklə, hissənin istehsal keyfiyyəti əmsalı K_{nk} , onun həlledici təsirə malik konstruktiv elementlərinin əhəmiyyətlik dərəcəsini də nəzərə almaqla istehsal keyfiyyəti əmsallarının orta qiyməti ilə təyin edilir. Əgər hissə özəl keyfiyyətini müəyyənləşdirən, məsələn, mmm sayda səthə (ölçüyə) malik olarsa, onda hissənin istehsal keyfiyyəti əmsalı belə təyin edilir:

- A. $K_k = f(x)$ asılılığı xətti xarakter daşıyarsa:

- yuxarı keyfiyyət həddi yuxarı sapma olduqda:

$$K_{nk} = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^m \left(1 + \frac{x_i - ei_{i \min}}{IT_i} \right) \quad (3.1.16)$$

- yuxarı keyfiyyət həddi aşağı sapma olduqda:

$$K_{nk} = \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^m \left(1 + \frac{ES_{i \max} - x_i}{IT_i} \right) \quad (3.1.17)$$

- yuxarı keyfiyyət həddi nominal ölçü olduqda:

$$K_{nk} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{IT_i}{IT_i + |x_i|} \quad (3.1.18)$$

B. $K_k = f(x)$ asılılığı parabolik xarakter daşıyarsa:

- yuxarı keyfiyyət həddi yuxarı sapma olduqda:

$$K_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{IT_i}{IT_i + (es_i - x_i)} \right) \quad (3.1.19)$$

- yuxarı keyfiyyət həddi aşağı sapma olduqda:

$$K_{ko} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{IT_i}{IT_i + (x_i - EI_i)} \right) \quad (3.1.20)$$

- yuxarı keyfiyyət həddi nominal ölçü olduqda (3.1.18) düsturundan istifadə edilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, səthlərin ölçülərinin müsaidələri nominal ölçüyə nəzərən müxtəlif mövqelərdə yerləşdikdə keyfiyyət əmsalları (3.1.16 və 3.1.17) və ya (3.1.19 və 3.1.20) ifadələrinin birləşməsindən alınan ümumi ifadədən təyin edilir. Yəni, əgər hissənin səthlərindən – onların ölçülərindən hər hansı ikisi istismar göstəricilərinin limitləşdiricisi olarsa və onlardan biri əhatə edən, digəri isə əhatə olunan səthdirsə hissənin istehsal keyfiyyəti əmsalı aşağıdakı ifadədən təyin edilir:

A. $K_k = f(x)$ asılılığı xətti xarakter daşıdıqda:

$$K_{nk} = \frac{1}{4} \left[\left(1 + \frac{x - ei_{\min}}{IT} \right) \right] + \left(1 + \frac{ES_{\max} - x}{IT} \right) \quad (3.1.21)$$

B. $K_k = f(x)$ asılılığı parabolik xarakter daşıdıqda:

$$K_{nk} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{IT}{IT + (es - x)} \right) \right] + \left(\frac{IT}{IT + (x - ET)} \right) \quad (3.1.22)$$

Əgər bu halda göstəricilərdən biri üçün $K_k = f(x)$ asılılığı xətti, digəri üçün parabolik xarakter daşıyarsa, onda hissənin istehsal keyfiyyəti əmsalı (3.1.21) və (3.1.22) ifadələrinin kombinasiyasından formalaşır, yəni:

$$K_{nk} = \frac{1}{2} \left[0,5 \cdot \left(1 + \frac{x - ei_{\min}}{IT} \right) + \frac{IT}{IT + (x - IT)} \right] \quad (3.1.23)$$

olur, və s.

Qeyd olunduğu kimi, istehsal olunan hissələrin keyfiyyəti onların səthlərinin ölçü, forma, yerləşmə, yönüm, vurma, səthin nahamarlığı və səth qatının keyfiyyəti ilə səciyyələnir. Odur ki, istehsal keyfiyyəti əmsalı vahid bir keyfiyyət meyarı kimi, məmulun və hissənin istismar göstəricilərinə təsir edən hər bir istehsal göstəricisini əks etdirməlidir. O cümlədən, hissələrin istehsal keyfiyyəti əmsalı, onların istismar keyfiyyətini və xidmət müddətini məhdudlaşdıran səthlərinin müvafiq çıxış parametrlərini kəmiyyətcə qiymətləndirməyə imkan verməli, faktiki nahamarlıq göstəriciləri də nəzərə alınmalıdır.

Tutaq ki, hər hansı hissənin n sayda səthinin ölçü, m sayda səthinin forma, k sayda səthinin isə səth keyfiyyəti istismar baxımından yüksək əhəmiyyət kəsb edir və onlar hissənin istismar göstəricilərinə təsir edən parametrlərdir. Onların hamısı üçün yuxarı istehsal keyfiyyət həddi yuxarı sapmaya uyğundursa, onda ümumiləşdirilmiş halda hissənin keyfiyyət əmsalı $K_k = f(x)$ asılılığı parabolik olduqda aşağıdakı ifadədən təyin edilir.

$$k_{k0} = \frac{1}{t} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{IT_i}{IT_i + (es_i - x_i)} + \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{IT_j}{IT_j + (es_j - x_j)} + \frac{1}{k} \sum_{y=1}^k \frac{IT_y}{IT_y + (es_y - x_y)} \right] \quad (3.1.24)$$

Burada, t - hissənin keyfiyyətini məhdudlaşdıran eyni tip parametrlərin sayı;

IT_i , IT_j və IT_y - uyğun olaraq ölçü, forma və səthin kələ - kötürlüyünə verilən müsaidələr;

es_i, es_j və es_y - uyğun olaraq ölçü, forma və səthin kələ - kötürlüyünün yuxarı hədd sapması qiymətləri;

x_i , x_j və x_y - uyğun olaraq ölçü, forma və səthin kələ - kötürlüyünün müsaidə daxilində cari qiymətləridir.

Qeyd etmək lazımdır ki, (3.1.24) ifadəsi hissələrin istehsal keyfiyyətlərini onların istismar keyfiyyətləri ilə bağlamadan, yalnız normativ sənədlərlə, cizgi ilə müqayisə əsasında qiymətləndirməyə imkan verir.

Hər bir istehsal parametrinin məmulun və ya hissənin istismar göstəricilərinin formalaşmasında, başqa sözlə onun istismar resursunun sərfində rolunun əhəmiyyətlik dərəcəsini (3.1.24) ifadəsində nəzərə alsaq:

$$k_{ki} = \frac{1}{t} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i IT_i}{IT_i + (es_i - x_i)} + \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{\beta_i IT_j}{IT_j + (es_j - x_j)} + \frac{1}{k} \sum_{y=1}^k \frac{\gamma_i IT_y}{IT_y + (es_y - x_y)} \right] \quad (3.1.25)$$

Burada α_i , β_i və γ_i uyğun olaraq i saylı ölçü, γ saylı forma və y saylı kələ - kötürlük göstəricilərinin hər birinin istismar resursunun sərfindəki payını nəzərə alan əmsaldır (və ya onun faizlə ifadəsidir).

Məmulun istismar göstəriciləri onun n sayda hissəsinin səthlərinin m_i sayda ölçüləri ilə məhdudlaşdığı halda, onların hamısı üçün yuxarı istehsal keyfiyyəti həddi yuxarı sapmaya uyğundursa və keyfiyyət əmsallarının parametrlərin qiymətlərindən asılılığı isə parabolik qanun üzrə dəyişirsə istehsal keyfiyyəti əmsalı aşağıdakı ifadədən təyin edilir:

$$k_k = \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{IT_{ij}}{IT_{ij} + (es_{ij} - x_{ij})} \quad (3.1.26)$$

Sonuncu (3.1.24), (3.1.25) və (3.1.26) ifadələrini tətbiq etməklə istənilən hissə və məmul üçün (parametrlər üçün istehsal keyfiyyəti əmsalı müxtəlif qanun üzrə dəyişən, yuxarı keyfiyyət həddi müxtəlif olan və s.) istehsal keyfiyyət əmsalının analitik ifadəsi alınır.

Beləliklə, (3.1.24)...(3.1.26) ifadələri hissə və məmulların nisbi istehsal keyfiyyətlərini $1 \div 0,5$ əmsalı çərçivəsində təyin etməyə imkan verir.

İstismar göstəricilərini formalaşdıran istehsal göstəricilərinin digər kombinasiyalarına uyğun hallar üçün də istehsal keyfiyyəti əmsalı təqdim edilmiş metoddan istifadə etməklə təyin edilə bilər. Məmulların keyfiyyətlərini səciyyələndirmək və onların həyat tsiklini ifadə etmək üçün keyfiyyət ilgəyindən istifadə olunur. O, məmulun həyat tsiklindəki mərhələləri kəmiyyətlə bağlamadan ifadə etmək üçün yaxşı bir vasitədir. Lakin hər bir məmul və onun elementləri müəyyən keyfiyyət resursuna malik olur. Həyat tsiklini anlamağın mahiyyəti, məmulda tələb olunan keyfiyyətin formalaşdırılması və istismar prosesi zamanı onun sərfi ilə bağlıdır. Məmulun həyat tsiklində ilkin mərhələlərdə (layihə, istehsal və s.) onun nəzəri və faktiki keyfiyyət resursu pillə-pillə formalaşdırılır. Sonrakı mərhələlərdə isə (saxlama, nəql etmək, istismar və s.) bu resurs tədricən sərf edilir.

Maşınqayırma məmulları, adətən, çoxsaylı tərkib hissələrindən ibarət olurlar. Onların həm ilkin istehsal keyfiyyəti resursları, həm də həmin resursu sərf etmə qanunauyğunluqları müxtəlif olur.

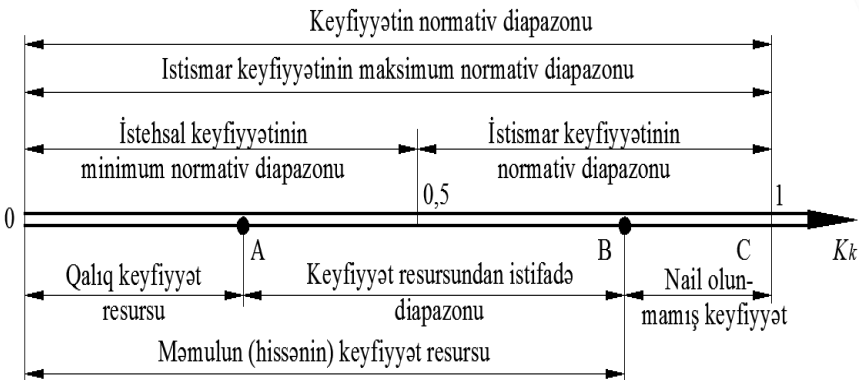
Nəticədə, hər hansı bir tərkib hissəsinin keyfiyyət-istismar resursunun tam və ya qismən sərfi ilə, istismardan çıxarılmış məmulun digər tərkib hissələri yüksək qalılıq və istifadə olunmamış istismar resursuna malik olurlar. Hazırda keyfiyyət resursundan istifadəni əks etdirən və onu müqayisəli şəkildə araşdırmağa imkan vasitədən istifadə edilmir. Deməli:

- məmuldan istifadə səmərəliliyi ümumilikdə aşağı olur. Ondan istifadənin yüksək səmərəliliyini təmin etmək üçün şərtlərdən biri, onun limitləşdirici təşkil edici elementlərinin zaman baxımından istismar keyfiyyəti resurslarının bir-birinə yaxın olmasıdır.

- məmuldan istifadə səmərəliliyini qiymətləndirmək və onu araşdırmağa imkan verən vasitənin işlənməsi və tətbiqi məsələsi aktual-həqiqət kəsb edir.

3.2. Keyfiyyət oxu

Məmul və hissələrin keyfiyyət resursunu və ondan istifadəni əks etdirmək üçün keyfiyyət oxu təklif edilir. Bu, keyfiyyətin sərfini qiymətləndirmək üçün də əlverişli vasitədir (şək. 3.2.1). Keyfiyyət oxu, bir-birinə paralel iki xəttli (bəzən bir xətt də ola bilər) üfüqi oxdur. Yuxarıdakı xətt üzərində nəzəri – normativ keyfiyyət göstəriciləri, aşağıdakı xətt üzərində isə məmula (hissəyə) aid olan real keyfiyyət göstəriciləri verilir. Nəzəri keyfiyyət şkalasında məmul və hissələrin normativ istehsal keyfiyyəti resurslarının qiymətləri - onların yol verilən hədləri, 0,5 və 1 ilə ifadə olunur. Bu zaman ox üzərində keyfiyyətin normativ diapazonu, istismar keyfiyyətinin maksimum normativ diapazonu və istehsal keyfiyyətinin normativ diapazonu əks olunur. Onların müqayisəsi məmulun nəzəri istehsal və istismar keyfiyyətlərinin müqayisə edilməsinə imkan verir.



Şəkil 3.2.1. Keyfiyyət oxu

Şəkildə, real keyfiyyət şkalasında hər hansı məmul (hissə) üçün ixtiyari istehsal keyfiyyət əmsalı (B nöqtəsi) və məmulun (hissənin) istismardan çıxarıldığı andakı ixtiyari (qalıq) faktiki keyfiyyət əmsalı (A nöqtəsi) göstərilmişdir.

Keyfiyyət oxunda göstərilirdiyi kimi, istehsal zamanı keyfiyyətə nail olma səviyyəsi B nöqtəsi, onun qiyməti ilə isə məmuldan (hissədən) istifadənin mümkün olan maksimum səmərəliliyi müəyyənləşir. Ümumiyyətlə keyfiyyət oxu məmul və onun hissələrinin istehsal və istismarı

ilə bağlı bir sıra keyfiyyət göstəricilərini araşdırmağa və idarə etməyə imkan verir, o cümlədən:

1) Məmulun istehsal prosesi ilə bağlı keyfiyyət göstəriciləri:

- keyfiyyətə nail olma səviyyəsi: məmulun (hissənin) istehsalı ilə təmin edilən həqiqi (faktiki) keyfiyyət göstəricisinin normativ üzrə maksimum keyfiyyət göstəricisinə olan nisbətə faizlə ifadəsidir (3.1.27):

$$K_{kn} = \frac{K_{kB}}{K_{kn}} \cdot 100\% = K_{kB} \cdot 100\% \quad (3.1.27)$$

Burada, K_{kB} və $K_{kn} = K_{kC}$ uyğun olaraq B və C nöqtələrinə uyğun keyfiyyət əmsallarıdır. Bu göstərici həm də məmulun keyfiyyət resursunu ifadə edir.

- nail olunmayan - kəsir keyfiyyət: məmulun (hissənin) keyfiyyətinin maksimum normativ göstəricisi ilə həqiqi – istehsal göstəricisinin fərqi faizlə ifadəsidir (3.1.28):

$$K_{kk} = \left(\frac{K_{kC} - K_{kB}}{K_{kn}} \right) \cdot 100\% \quad (3.1.28)$$

2) Məmulun istismarı prosesi ilə bağlı keyfiyyət göstəriciləri:

- keyfiyyətə resursu K_{kr} : məmulun (hissənin) istehsalı ilə təmin edilən keyfiyyət göstəricisidir. Keyfiyyətə nail olma səviyyəsi K_{kn} B nöqtəsinin koordinatına (şək. 3.2.1) bərabərdir, $K_{kn} = K_{kr}$. İstismar prosesi zamanı bu göstərici tədricən azalır və sıfıra yaxınlaşır. Məmulun istismardan çıxarıldığı anda bu göstərici sıfıra nə qədər yaxın olarsa, ondan istifadə səmərəliliyi bir o qədər yüksək olar.

- qalıq keyfiyyətə resursu: məmulun, hissənin istismardan çıxarıldığı anda malik olduğu keyfiyyət göstəricisinin faizlə ifadəsidir (3.1.29):

$$K_{Kq} = K_{KA} \cdot 100\% \quad (3.1.29)$$

Məmulun və onun hissələrinin yüksək istifadə səmərəliliyini təmin etmək üçün qalıq keyfiyyətə resursunun məmul üçün bütövlükdə və hər bir təşkiləddici üçün ayrılıqda minimum qiymətini təmin

etmək lazımdır.

- keyfiyyət resursundan istifadə səviyyəsi: məmulun malik olduğu keyfiyyətdən istismar prosesində istifadə səviyyəsini səciyələndirir. İki cür qiymətləndirilmə aparıla bilər:

a) istehsal keyfiyyətinin maksimum normativ qiymətinə nəzərən; bu halda həm də istehsal prosesində nail olunmamış keyfiyyət də nəzərə alınır. Məmulun (hissənin) nail olunmuş keyfiyyət göstəricisi ilə qalıq keyfiyyət göstəricisinin fərqi keyfiyyətin maksimum normativ göstəricisinə nisbətinin faizlə ifadəsi keyfiyyət resursundan istifadəni səciyələndirir (3.1.30).

$$K_{ki1} = \frac{K_{kB} - K_{kA}}{K_{kC}} \cdot 100\% \quad (3.1.30)$$

Burada, K_{kA} - məmulun istismardan çıxarılma anındakı keyfiyyət göstəricisidir.

b) məmulun nail olunmuş keyfiyyətinə nəzərən: bu halda məmulun nail olunmuş keyfiyyət (NOK) göstəricisi ilə qalıq keyfiyyət göstəricisinin fərqi onun həqiqi keyfiyyət (MOK) göstəricisinə nisbətinin faizlə ifadəsi keyfiyyət resursundan istifadəni ifadə edir (3.1.31). Yəni,

$$K_{ki1} = \frac{K_{kB} - K_{kA}}{K_{kB}} \cdot 100\% \quad (3.1.31)$$

Beləliklə, keyfiyyət oxu məmul (hissə) keyfiyyətinin təmin edilməsi və ondan istifadəni araşdırmağa imkan verir. Belə ki, istehsal zamanı keyfiyyətə nail olma K_{kn} , məmulun (hissənin) keyfiyyət resursu K_{kr} , keyfiyyət resursundan istifadə K_{ki} , kəsir-nail olunmamış keyfiyyət resursu K_{kk} və qalıq keyfiyyət resursu K_q yuxarıdakı ifadələrdən təyin edilərək məmuldan istifadə səmərəsini yüksəltmə istiqaməti müəyyənləşdirilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, mürəkkəb konstruksiyalı məmulun xidmət müddətini məhdudlaşdıran hissənin uyğun parametri üçün A nöqtəsi 0 - a yaxın olduqda belə, digər hissələri üçün istismardan çıxarılma anına uyğun nöqtələri $[A, B]$ intervalında istənilən mövqedə, hətta B - yə çox

yaxın ola bilər. Bu halda, belə hissələrin konstruksiyada istifadə səmərəliliyi çox aşağı olur.

Hər bir məmul və onun elementlərinin malik olduqları istehsal keyfiyyətləri (resursları) istismar prosesinin gedişində tədricən azalır. Keyfiyyət oxu məmullar və onların hissələrinin həm də istifadə səmərəliliklərinin qiymətləndirilməsi və müqayisəsi üçün də çox yaxşı vasitədir.

3.3. Məmulun və onun istismarının keyfiyyət resursunun qiymətləndirilməsi

İstehsal olunan eyni adlı və təyinatlı məmulların keyfiyyətləri bir-birindən fərqləndiyindən, təbii ki, onların istismar göstəriciləri də bir-birindən fərqlənir və müəyyən qanunauyğunluqla dəyişir. Hesab edirik ki, bu qanunauyğunluq məmulun xidmət müddətini (işdən imtinanı) məhdudlaşdıran keyfiyyət göstəricisinin dəyişmə qanunauyğunluğundan və bu göstərici ilə işdən imtina göstəricisi (məsələn, xidmət müddəti) arasındakı funksional əlaqənin qanunauyğunluğundan asılıdır.

Bu qanunauyğunluğun təhlili və qiymətləndirilməsi, məmulun həyat tsikli boyunca onun etibarlılığını və texniki göstəricilərini düzgün proqnozlaşdırmağa kömək edir, həmçinin istehsal və istismar keyfiyyətlərinin optimallaşdırılmasına imkan verir. Nəticədə, məmulun xidmət müddətinin uzadılması və işdən imtina ehtimalının minimuma endirilməsi məqsədilə istehsal prosesində ediləcək düzəlişlər müəyyən edilə bilər.

Qeyd edildiyi kimi, texniki vasitə istismardan, adətən, onun təşkilədicilərindən birinin iş (keyfiyyət) resursunun tam və ya qismən sərf edilməsinə görə çıxarılır. Bu zaman onun qalan təşkilədiciləri yüksək istismar resursuna malik olur. Odur ki, hər hansı məhsulun etibarlılıq göstəricilərini məhdudlaşdıran hissələrin istehsal keyfiyyəti göstəriciləri məmulun xidmət müddətini limitləşdirən istismar göstəricisi ilə kompleks şəkildə qiymətləndirilməli və onun əsasında istehsal keyfiyyəti göstəriciləri parametrik olaraq öz həllərini tapmalıdır.

Bu məsələyə aydınlıq gətirmək üçün məsələni hər hansı məmulun xidmət müddətini limitləşdirən, normativ xidmət müddəti və istehsal keyfiyyəti göstəriciləri fərqli olan iki hissə timsalında, iki variantda,

ümumiləşdirilmiş şəkildə araşdıraraq. İlk variantda hissələrdən birinin həm istehsal keyfiyyəti əmsalının və həm də tərəfimizdən adlandırılan normativ xidmət müddətindən ikinci hissənin müvafiq göstəricilərindən böyük olduğu hala, ikinci variantda isə nisbətən kiçik normativ xidmətinə malik hissənin nisbətən böyük istehsal keyfiyyəti əmsalına malik olduğu hala baxaq.

Qeyd olunduğu kimi, eyni bir məmulun xidmət müddətini müxtəlif istehsal keyfiyyətlərinə və istehsal keyfiyyəti - xidmət müddətinin funksional əlaqələrinə, $y = f(K_k)$ malik olan iki hissəsi limitləşdirə bilər. Yəni, mürəkkəb konstruksiyalı texniki vasitələrin etibarlılığını, əsasən bir neçə hissə limitləşdirə bilər. Belə hallarda məmulun etibarlılığını limitləşdirən hissələrin etibarlıq göstəriciləri nə qədər yaxın olarsa ondan istifadə səmərəliliyi də bir o qədər yüksək olar. Çünki, bu halda həmin hissələrin iş resursundan bir o qədər yaxşı istifadə edilmiş olur. Odur ki, texniki vasitələri layihələndirərkən belə hissələrin etibarlıq göstəricilərinin, xüsusi ilə xidmət müddətlərinin yaxınlığının təmin edilməsi vacib məsələdir. Hissələrin keyfiyyət resurslarından istifadəni müxtəlif keyfiyyət əmsalı K_k və normativ xidmət müddətinə F_n malik iki limitləşdirici hissə timsalında araşdırılmaq üçün keyfiyyət oxunun tərtibi metodikasından istifadə edək.

Bunun üçün istehsal keyfiyyətinin ox üzərində göstərilməsi metodikasından istifadə etməklə, xidmət müddətinin F istehsal keyfiyyətinə, istehsal keyfiyyəti əmsalından – K_k asılılıq qrafiklərini $F = f(K_k)$ quraq. Absis oxu üzərində hissələrin keyfiyyət əmsalı üzrə keyfiyyət göstəriciləri K_k , ordinat oxu üzərində onların xidmət müddətlərini F göstərək (qrafik 3.3.1). Tutaq ki, xidmət müddəti ilə keyfiyyət arasındakı asılılıq birinci hissə üçün 1 düz xətti üzrə, ikinci hissə üçün isə 2 düz xətti üzrə dəyişir. Yəni $F = f(K_k)$ funksional asılılığı düz mütənasib asılılıqdır (qrafik 3.3.1).

Tutaq ki, hər hansı məmulun istismar göstəricisi - onun xidmət müddətini hər hansı iki hissəsinin keyfiyyət göstəriciləri məhdudlaşdırır. Birinci variant üzrə bunlardan birincisi $K_{k11} = 0,63$, ikincisi isə $K_{k21} = 0,84$ istehsal keyfiyyət əmsalına malikdirlər. Bu hissələr üçün normativ xidmət müddətini uyğun olaraq F_{1n} və F_{2n} qəbul edək, ($F_{1n} \neq F_{2n}$). Normativ xidmət müddəti kimi (F_n), limitləşdirici keyfiyyət göstəricisi $K_k = 1$ və həmçinin digər ən yüksək keyfiyyət göstərici-

lərinə—parametrlərinə malik məmulun, hissənin xidmət müddəti qəbul edilir.

Qrafik 3.3.1 – də 1 asılılığı ilə $K_{k11} = 0,63$, 2 asılılığı ilə $K_{k21} = 0,84$ keyfiyyət əmsalına malik hissələrin xidmət müddətlərinin istehsal keyfiyyətindən asılı olaraq dəyişmə qrafikləri $F = f(K_k)$ funksional göstərilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, real hissələr üçün $F = f(K_k)$ əlaqələri uyğun normativ xidmət müddəti asılılıqlarından fərqlənməli, onların mailik bucaqları bir qədər kiçik olmalıdır. Çünki, real hissələrin K_k əmsalını müəyyənləşdirən göstəricilər ilə qarşılıqlı əlaqədə olan digər keyfiyyət göstəriciləri (məsələn, yeyilmə ölçüsü limitləşdirici göstərici olduqda, ölçü yeyilməsi ilə səthin həndəsi keyfiyyəti əlaqələri) maksimum qiymətlərə malik olmur. Buna baxmayaraq, məmul və hissələrin keyfiyyət resurslarının qiymətləndirilməsində $F_n = f(K_k)$ əlaqələrindən istifadə kifayət qədər etibarlı nəticə təmin edir.

Aydındır ki, hissələrin ən böyük xidmət müddətləri (F_{1max} və F_{2max}) onların mümkün olan uyğun ən yüksək istehsal keyfiyyətlərinə ($K_{kmax1} = 1$ və $K_{kmax2} = 1$) uyğun olmalıdır.

Sxemdə $F = f(K_k)$ funksional əlaqələri düz xətt qanunu ilə dəyişdiyindən xidmət müddətlərinin, keyfiyyət əmsalından istifadənin və s. çıxarılmasında həndəsi qurmadan alınan üçbucaqların oxşarlıq əlamətlərindən istifadə edilir. Beləliklə qrafik 3.3.1 – də birinci hissənin birinci variant üzrə istismar resursu $F_{11r} = 0,63F_{1n}(K_{k11} = 0,63, \text{ yəni } 63 \%, A_1 \text{ nöqtəsi})$, ikinci hissənininki isə $F_{21r} = 0,84F_{2n}(K_{k21} = 0,84, \text{ yəni } 84 \%, B_2 \text{ nöqtəsi})$ və $F_{2n} > F_{1n}$ (işarələmələrdə ilk rəqəm indeksi hissəni, ikinci rəqəm isə variantın nömrəsini göstərir).

Qəbul edilmiş şərtlərə görə: $F_{k21k11_{1max2max}}$ (A nöqtəsi), $K_{k2} = 0,84$ (B nöqtəsi, qrafik 3.3.1). Uyğun olaraq, sxemdə göstərilirdi ki, birinci hissənin iş resursu F_{11r} , ikinci hissənin iş resursu isə F_{21r} ilə ifadə olunur. Əgər məmul istismardan $F_{11i} = F_{21i}$ saat işlədikdən sonra çıxarılsa, onda birinci hissənin qalıq keyfiyyət resursu $K_{k11q} = 0,13$ (C nöqtəsi), ikinci hissənin qalıq keyfiyyət resursu isə $K_{k21q} = 0,57$ (D nöqtəsi) olar.

Sxemdə göstərilirdi ki, ikinci hissədən istifadə səmərəliliyi çox aşağıdır. Hətta bu hissənin qalıq keyfiyyət əmsalı, qalıq istismar resursu

İkinci variantda isə hissələrin nominal xidmət müddətlərini birinci variantda olduğu kimi, uyğun olaraq, F_{1n} və F_{2n} , keyfiyyət göstəricilərinin isə əks qiymətlərə malik olduğunu qəbul edək. Yəni, tutaq ki, birinci hissənin keyfiyyət əmsalı $K_{k12} = 0,84$, ikinci hissənininki isə $K_{k22} = 0,63$ -dür (qrafik 3.3.1): $K_{k12} > K_{k22}$ və $F_{n2} > F_{n1}$. Bu halda məmulun istismarı müddətində hissələrin, yəni məmulun xidmət

müddəti $F_{12i\dot{s}} = F_{22i\dot{s}}$ qəbul edilmişdir. Beləliklə, birinci hissə üçün qalıq iş resursu ($F_{12q} = F_{12r} - F_{12i\dot{s}}$), onun qalıq üst keyfiyyəti əmsalı isə $K_{k12q} = 0,15$ olub, C nöqtəsinin absisinə uyğun olur.

İkinci hissənin qalıq iş resursu ($F_{22q} = F_{22r} - F_{22i\dot{s}}$), onun qalıq üst keyfiyyət əmsalı isə $K_{k22q} = 0,32$ olub, E nöqtəsinin absisinə uyğun olur.

Sxemdən göründüyü kimi, bu halda hissələrin ehtimal olunan maksimum xidmət müddətləri fərqi $F_{22} - F_{12}$ birinci variantda olana ($F_{21} - F_{11}$) nisbətən kiçikdir, $(F_{22} - F_{12}) < (F_{21} - F_{11})$. Deməli, hissələrin iş resursundan səmərəli istifadə baxımından ikinci variant daha əlverişlidir. Yuxarıda qeyd olunan, hissələrin qalıq iş resursları bu halda kəskin fərqlənə bilməz. Sxemdən göründüyü kimi, məmulların işdən çıxarılmaqlarının hər iki variant üçün eyni qiymətində (qrafikdə qalıq keyfiyyət resursu $K_{k12q} = 0,15$) ikinci variant üzrə xidmət müddəti birinciyə nisbətən ΔF qədər yüksək olar. Beləliklə, birinci hissənin keyfiyyət əmsalı (iş resursu) böyük olduğu üçün və eyni zamanda ikinci hissənin keyfiyyət əmsalının kiçik olmasına baxmayaraq normativ xidmət müddətinin böyük olması hər iki hissənin qalıq keyfiyyət əmsalının nisbətən kiçik olmasına və məmuldan istifadə səmərəliliyini yüksəltməyə imkan verir. Göstərilən hal üçün məmulun xidmət müddəti

$$\Delta F = \frac{K_{kB} - K_{kA}}{K_{kB} - K_{kC}} \cdot 100 \% \quad (3.1.32)$$

qədər yüksək alınar (3.1.32). Limitləşdirici hissələr üçün keyfiyyət əmsalının verilmiş qiymətlərini nəzərə alsaq, onda $\Delta F = F_{12} - F_{11}$ qədər yüksəlmiş olar. Beləliklə, araşdırmalardan aşağıdakı nəticələri çıxarmaq olar.

- məmulun istismar göstəricilərini limitləşdirən hissələrdən, normativ xidmət müddəti nisbətən aşağı olan hissənin keyfiyyəti (keyfiyyət əmsalı) yüksək olmalıdır;

- məmulun istismar göstəricilərini limitləşdirən hissələrin ehtimal olunan (nəzəri olaraq malik olduqları) xidmət müddətləri nə qədər yüksək olarsa, məmuldan səmərəli istifadə imkanını da bir o qədər yüksək olar;

- məmulun istismar göstəricilərini limitləşdirən hissələrin xidmət müddətləri və keyfiyyətlərindən asılı olaraq dəyişmə qanunauyğunluqları $F = f(K_k)$ olduqda, məmuldan istifadə səmərəliliyinin təmin edilməsi asanlaşır.

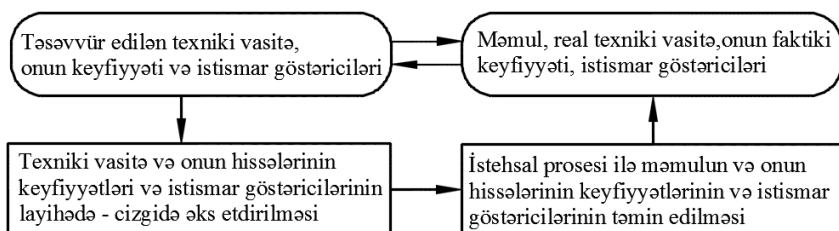
Beləliklə, məmuldan istifadənin yüksək səmərəliliyini təmin etmənin istiqamətlərindən biri, onun bütün tərkib hissələrinin istehsal keyfiyyətləri resurslarından rəşional istifadə olunmasıdır. Bu, məmuldan istifadə səmərəsinin artırılmasının ən əlverişli yollarından biridir. Bunun üçün, məmullar yığılarkən, onların xidmət müddətini limitləşdirən hissələr, həm normativ xidmət müddətləri, həm də faktiki istehsal keyfiyyəti əmsalları nəzərə alınaraq seçilməli və yığılmalıdır. Müasir metalkəsən dəzgahların texnoloji imkanları və onları avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri, belə tədbirin həyata keçirilməsi üçün əlverişli şərait təmin edir.

IV. MƏMULLARIN İSTEHSAL VƏ İSTİSMAR KEYFİYYƏTLƏRİ ƏLAQƏLƏRİ VƏ ONLARIN İDARƏ EDİLMƏSİ

4.1. Məmulaların istehsal və istismar keyfiyyətləri əlaqələrinin formalaşması özəllikləri

İstənilən məmul istehsal olunarkən, onun müəyyən istismar vəzifələrini - təyinatının yerinə yetirəcəyini nəzərdə tuturlar. Onun istehsalının müvəffəqiyyəti, istismarının başlanğıcında bu vəzifələri yerinə yetirmə qabiliyyətindən, həmçinin bu qabiliyyəti istismar prosesinin gedində saxlama dayanıqlığı və müddətindən asılıdır. Məmulun bu qabiliyyəti, onun etibarlılığı istehsal prosesində formalaşır.

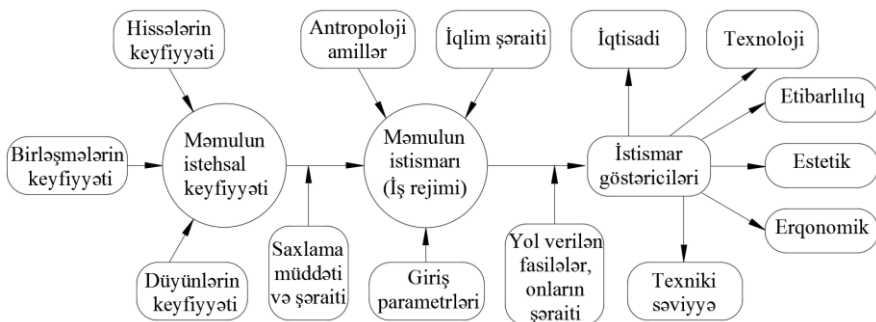
Maşının istifadə məqsədi və göstəriciləri onun istehsalının səbəbi, istehsal olunmuş maşının malik olduğu istifadə xüsusiyyətləri və istismar göstəriciləri isə onun istehsalının nəticələridir (şək. 4.1.1). İstehsal və istismar əlaqələri bir-birini tamamlayaraq vahid bir bütövlük təşkil edirlər. Beləliklə, istehsal keyfiyyətinin onun nəticəsi olan istismar keyfiyyətindən ayrı təsəvvür edilməsi və qiymətləndirilməsi düzgün olmazdı. Odur ki, dissertasiya işində istehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı əlaqələr, onların qiymətləndirilməsi üçün ümumi konsepsiya işlənmiş və konkret mürəkkəb fırlanma səthləri timsalında bu əlaqələrin bəzi tətbiqləri təqdim edilmişdir



Şəkil 4.1.1. İstehsal və istismar keyfiyyətləri əlaqələri

Məmul istehsalının, onun saxlanması və istismarının bütün mərhələlərində təsirdə olan hər növ əlaqələr öz təsirlərini istismar göstəricilərinin qiymətlərinin formalaşmasında biruzə verir. İstismar

göstəricilərini əsasən məmul və onun hissələrinin keyfiyyət parametrləri formalaşdırır. Lakin bununla yanaşı, istismar zamanı iqlim şəraiti, antropoloji amillər, məmulun öz funksiyasını icra etməsi üçün giriş parametrləri (məsələn, elektrik cərəyanının gərginliyi, şiddəti, onların dəyişmə diapazonu və s.) və hətta onun fəaliyyətsiz, qablaşdırılmış halda saxlanma müddəti də istismar göstəricilərinin dəyişməsinə təsir edir (şək. 4.1.2).



Şəkil 4.1.2. İstismar göstəricilərini formalaşdıran əlaqələr sxemi

Sxemdə göstəriləndiyi kimi, istismar göstəricilərinin formalaşmasına iqlim şəraiti xüsusilə həlledici təsir edir. Şimal-soyuq ölkələrdə havanın nəmliyi metal hissələrin korroziyasına, onların hətta özlülüklərinin azalmasına gətirib çıxarır. İsti ölkələrdə günəş enerjisinin təsiri ilə, məmulların işçi orqanlarında (məsələn, reduktorların yağlayıcı mayeləri) yaranan radiasiya onların iş qabiliyyətlərini qismən itirməsinə səbəb olur və nəticədə məmulların istismar göstəriciləri aşağı düşür. Odur ki, məmulların istismar göstəricilərinin idarə olunması onların istehsal keyfiyyətləri ilə yanaşı, həm də sxemdə göstərilən, məsələn, köməkçi mənşəli faktorlarla əlaqələrin idarə olunmasına əsaslanmalıdır.

4.2. İstehsal keyfiyyəti, istismar şəraiti və istismar göstəriciləri əlaqələri

Müəyyən keyfiyyətlə hazırlanmış məmul nəzərdə tutulmuş istismar şəraitində öz funksiyasını yerinə yetirir. Bütün məmullar üçün istismar şəraiti parametrlərinin müəyyən bir hədd daxilində dəyişməsi nəzərdə tutulur. Eyni təyinatlı istismar bölgəsində (məntəqəsində) yan-yanaya yerləşdirilmiş, eyni zamanda istifadəyə başlanmış, eyni istehsal keyfiyyətinə malik iki məmulun istismar göstəricilərinin eyni olması ehtimalı sifirə bərabərdir. Çünki məmulların istismar şəraitlərinin dəyişkənliyi də onların istismar göstəricilərinin formalaşmasında həlledici rol oynayır. Beləliklə, məmulun istismar göstəriciləri tədqiq edilərkən onun istehsal keyfiyyəti və istismar şəraiti birgə araşdırılmalıdır. Onların istismar göstəricilərinə təsirini kompleks şəkildə, ümumiləşdirilmiş şəkildə araşdıraraq. İstismar göstəricisi meyarı kimi məmulun xidmət müddətini qəbul edək.

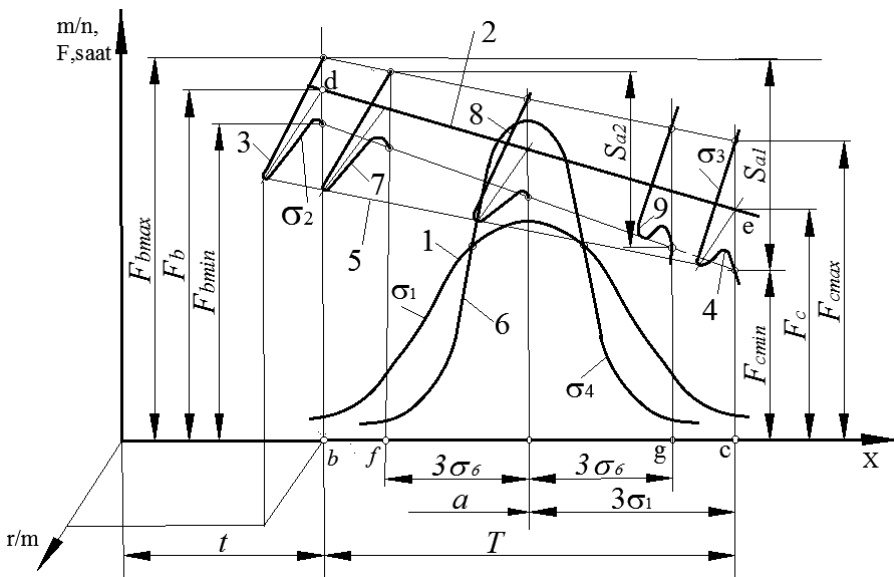
İstehsal keyfiyyəti \Rightarrow istismar şəraiti \Rightarrow istismar göstəricisi əlaqələrini araşdırmaq üçün 3D sistemindən - fəza koordinant sistemindən istifadə edək (şək. 4.2.1) və cari istehsal keyfiyyətinin (keyfiyyət qrupunun, müəyyən intervaldakı keyfiyyət göstəriciləri dəstinin) peyda olma tezliyi $\frac{m}{n}$ (burada n - məmulların ümumi sayı, m - qrupdakı (dəstdəki) məmulların sayıdır).

Beləliklə, YOZ - müstəvisi üzərində məmulların istehsal keyfiyyətlərinin müəyyən intervalda (məsələn, T müasidəsi daxilində) dəyişməsi qanunauyğunluğu verilir (OKS σ_1 , şək. 4.2.1). Bu dəyişmə qanunauyğunluğu normal səpələnmə qanuna uyğun qəbul edilir.

Absis oxu (x) oxu üzərində istehsal keyfiyyəti, (z) oxu üzərində məmulların xidmət müddəti F , ordinat (y) oxu üzərində isə hər hansı istehsal keyfiyyəti qrupuna (m_i) daxil olan məmulların xidmət müddətlərinin F_{mi} peyda olma tezliyi $\frac{r}{m}$ göstərilir.

(y) oxu üzərində ən yüksək istehsal keyfiyyətinə malik olan məmulun keyfiyyət göstəricisi b və ən aşağı istehsal keyfiyyətinə malik olan məmulun keyfiyyət göstəricisi isə ch ərfi ilə göstərilmişdir (şək. 4.2.1, burada, $r - m_i$ - keyfiyyət qrupuna daxil olan F_i xidmət müddətinə malik məmulların sayıdır).

İstehsal keyfiyyəti göstəricisinin dəyişmə intervalı $[b, c]$ isə ona cizgi üzrə təyin edilmiş müsaidə T -yə bərabər qəbul edilmişdir. Keyfiyyət göstəricisinin dəyişməsi Qauss qanunu üzrə qəbul edildiyindən, onun səpələnmə mərkəzinin koordinatı, yəni qruplaşma mərkəzi müsaidə sahəsinin ortası ilə üst-üstə düşür.



Şəkil 4.2.1. İstismar şəraitinin xidmət müddətinə təsiri sxemi

İlk öncə tutaq ki, müxtəlif istehsal keyfiyyətinə malik məmullar ideal eyni şəraitdə istismar edirlər. Aydınır ki, eyni istehsal keyfiyyətinə malik məmullar üçün ideal eyni istismar şəraiti yaradılsa, onlar istismar zamanı eyni xidmət müddətinə malik olarlar. Yəni, bu halda ən yüksək istehsal keyfiyyəti göstəricisinə malik məmul maksimum xidmət müddətinə, ən aşağı keyfiyyət göstəricisinə malik məmul isə minimum xidmət müddətinə malik olar.

Odur ki, istismar şəraiti ideal dərəcədə eyni olduqda b kəmiyyətli məmullar qrupunun xidmət müddəti F_b , c keyfiyyətli məmullar qrupunun xidmət müddəti isə F_c olar. Bu zaman $F_b > F_c$ ödənilir. Xidmət müddəti F ilə istehsal keyfiyyəti k arasındakı asılılığı xətti qəbul etsək (məsələn, xidmət müddətini səthlərin yeyilməsi

limitləşdirdikdə), onda bütün məmulların xidmət müddətlərinin istehsal keyfiyyətindən asılılığı $F = f(k)$ isə *de* düz xətti üzrə dəyişər (şək. 4.2.1; əyri 2). Tutaq ki, istehsal keyfiyyətləri mütləq eyni olan r_b sayda məmullar qrupu (keyfiyyəti b ordinatına uyğun olan) müxtəlif şəraitlərdə istismar edilir.

Sübhəsiz ki, bu halda ən əlverişli istismar şəraitində çalışan məmul ən böyük xidmət müddətinə F_{bmax} , ən əlverişsiz şəraitdə çalışan məmul isə ən kiçik xidmət müddətinə F_{bmin} malik olar (şək. 4.2.1). Bütün məmulların (r_b sayda) xidmət müddətlərinin səpələnməsi isə 3 əyrisi üzrə baş verər (OKS, σ_2).

Uyğun mülahizəni ən aşağı keyfiyyətli məmullar qrupu üçün (c nöqtəsinin ordinatı) də yürütmək olar. Yəni, onların xidmət müddətlərinin F_c dəyişməsi 4 əyrisi üzrə baş verər (OKS, σ_3). Bu zaman $\sigma_2 < \sigma_3$ şətri ödənilir. Məmulların ən böyük və ən kiçik xidmət müddətləri isə uyğun olaraq F_{cmax} və F_{cmin} olar.

Eyni keyfiyyətli məmullar qrupu üçün istismar şəraitinin dəyişmə diapazonunun və qaydasının nəzəri tədqidatlarda uyğun (ideintik) qəbul edildiyi nəzərə alınarsa xidmət müddətinin OKS -nın qruplar üzrə xətti dəyişməsini qəbul etmək olar. Yəni, $\sigma_{ri} = t \cdot \sigma_2$ (burada, $\sigma_{ri} - \sigma_{ri}$ sayılı qrupdakı məmulların xidmət müddətlərinin OKS -ı, t -isə məmulun keyfiyyəti ilə onun xidmət müddəti arasındakı funksional əlaqəni nəzərə alan əmsaldır, $t > 1$).

Eyni təyinatlı məmulların istifadəsi zamanı onların istismar şəraitləri müəyyən yol verilən hədd daxilində bir-birindən fərqlənir. İstismar şəraitini müəyyənləşdirən iqlim amilləri, iş rejimi parametrləri və məmulun fəaliyyətinin təminatçıları olan giriş parametrlərinin çoxsaylı olması, mütləq eyni istehsal keyfiyyətinə (məsələn, b) malik m_b sayılı məmullar üçün xidmət müddətlərinin dəyişməsi də normal qanun üzrə (σ_2) ehtimal olunur ($\pm 3t\sigma; t = 1$) (şək. 4.2.1; 3 əyrisi). Şəkildə $\frac{r}{m}$ -ilə eyni keyfiyyət göstəricisinə malik m sayda məmulların bərabər xidmət müddəti ilə peyda olma tezliyi (r - bu cür məmulların sayıdır) göstərilmişdir. Həmçinin qəbul edirik ki, istehsal keyfiyyəti nisbətən aşağı olan məmulun istismar şəraitinin dəyişənliyinə həssaslığı yüksək olur və onun OKS -nın qiyməti böyük alınır. Yəni, istismar şəraitinin eyni cür dəyişməsi yüksək istehsal keyfiyyətli (b)

məmulların xidmət müddətlərinin nisbətən məhdud diapazonda $[F_{b\min}, F_{b\max}]$ dəyişməsinə təmin edir (şək. 4.2.1; əyri 3).

Bu halda OKS $\sigma_3 = t_c \sigma_2$ olur. Burada t_c - OKS - nın böyüməsini nəzərə alan, əmsalın c nöqtəsinə uyğun qiymətidir ($t_c > 1$). Beləliklə, bütün məmullar üçün keyfiyyət, istismar şəraiti və giriş parametrlərinin dəyişkənliyindən asılı olaraq ən yüksək xidmət müddəti $F_{b\max}$ və $F_{c\max}$, ən aşağı xidmət müddəti isə $F_{b\min}$ və $F_{c\min}$ aplikatlarını birləşdirən düz xətlərlə məhdudlaşır (şək. 4.2.1).

Nəticədə məmulların xidmət müddətləri (onların istismar göstəriciləri) 3 və 4 ayrılıqlarının (OKS-ları σ_2 və σ_3) uyğun nöqtələrinin yastı əlaqələndirilməsi ilə formalaşan fəza həndəsi fiqurunun 5 əhatə etdiyi aplikatlarla təyin edilir. Deməli, real istismar şəraitində məmulların xidmət müddətlərinin dəyişməsinə səciyyələndirən əyri asimmetrik formaya malik olur. Çünki, $\sigma_2 \neq \sigma_3$, $F_{c\max}$ $F_{b\min}$.

4.3. Məmul dəstinin istismar göstəricilərinin istehsal keyfiyyətindən asılılığının riyazi modeli

Məmulların etibarlıq göstəriciləri onların istehsal keyfiyyəti ilə bağlı göstəricilərdən asılı olaraq dəyişir. Lakin analogi əlaqənin araşdırılması tədqiqatçıların diqqətindən kənarda qalmışdır. Buna görə də, bu istiqamətdə aparılacaq araşdırmalar həm elmi, həm də praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Aydındır ki, limitləşdirici keyfiyyət parametrləri yol verilən hədd daxilində müəyyən bir diapazonda dəyişir. Bu baxımdan, eyni təyinatlı və konstruksiyalı məmulların etibarlıq göstəriciləri, o cümlədən xidmət müddətləri də müəyyən bir diapazonda dəyişir. Onların məcmu məmullar üçün dəyişmə qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi həm nəzəri, həm də təcrübi əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, məmulların etibarlıq göstəricilərinin dəyişmə qanunauyğunluğu və diapazonları haqqında məlumatlar, onların səmərəliliyinin yüksəldilməsi istiqamətinin müəyyənləşdirilməsinə imkan verir. Digər tərəfdən, belə məmullar, müxtəlif şəraitlərdə istehsal edilmiş eyni konstruksiyalı məmulların etibarlılığının, onlardan istifadə səmərəliliyinin və istehsalçı müəssisənin fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi üçün də çox önəmlidir.

Odur ki, məmulların cəm xidmət müddətləri ilə onların limitləşdirici keyfiyyət parametrləri arasındakı asılılığı müəyyən edərək araşdırmaq məqsədə uyğundur.

Qeyd olunduğu kimi, məmulların istehsal keyfiyyəti parametrləri adətən normal qanun üzrə paylanır. Lakin keyfiyyət parametri yüksək dəqiqliyə malik olduqda (məsələn, 6 -7 dəqiqlik kvaliteti), onun paylanması bərabər ehtimal qanunu üzrə də ola bilər. Eyni zamanda, şəkil 4.3.1-də keyfiyyət parametri ilə istismar göstəricisi arasındakı asılılığın xətti və ya hiperbolik qanunlara tabe olması əsaslandırılmışdır. Göründüyü kimi, qoyulmuş məsələ çoxvariantlıdır. Onlardan birinə, daha çox ehtimal olunanına baxaq.

Tutaq ki, məmulların keyfiyyət parametrinin dəyişməsi Qauss qanununa, onunla xidmət müddəti arasındakı asılılıq isə xətti qanuna uyğunluğa tabe olur. Dəstdəki bütün məmullar üçün ümumi xidmət müddəti (U_{Σ}) ilə limitləşdirici keyfiyyət göstəricisi (x) arasındakı asılılıq göstəricinin peyda olma tezliyi m/n və məmulların xidmət müddəti (y) ilə keyfiyyət göstəricisi (x) arasındakı funksional əlaqədən $y = f(x)$ asılıdır. Yəni:

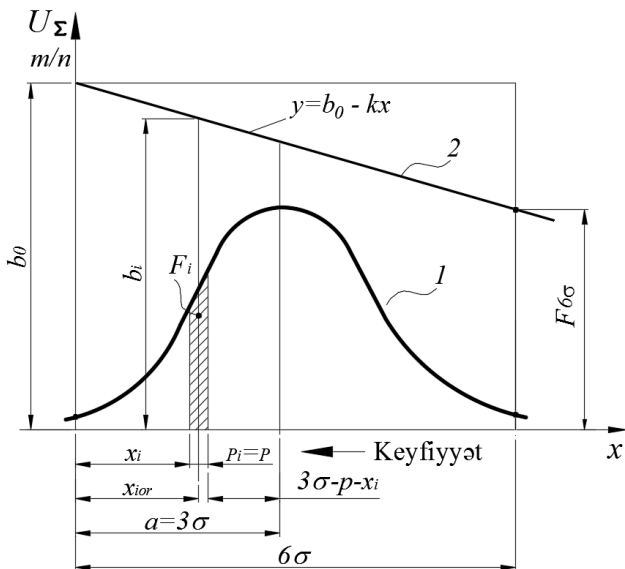
$$U_{\Sigma} = \sum y \{x\} = f\{x, y(x)\} \quad (4.3.1)$$

Məmulların keyfiyyət göstəricisinin dəyişməsinin Qaus qanununa, onların xidmət müddətlərinin keyfiyyətdən asılılığının xətti qanuna uyğunluğunu qəbul etsək, onda məmulların ümumi xidmət müddətlərinin dəyişməsi ifadəsindən tapıla bilər. (4.3.2) funksiyası Simpson qanunu üzrə paylanmanın simmetriya oxundan bir tərəfi ilə Qaus qanunu üzrə paylanmanın hasilinin analitik ifadəsidir.

$$U_{\Sigma} = (b - kx) \cdot \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (4.3.2)$$

Sonuncu ifadə məcmu (bir dəst) məmullar üçün xidmət müddətinin istehsal keyfiyyətindən funksional asılılığının riyazi modelidir. O, bir və ya bir neçə sazlamada, həmçinin müxtəlif müəssisələrdə hazırlanmış eyniadlı və təyinatlı məmulların ümumi xidmət müddətlərinin istehsal keyfiyyətindən asılı olaraq dəyişməsinə qiymətləndirməyə və müqayisə

etməyə imkan verir. Riyazi modelin ikinci vuruğu keyfiyyət parametri-nin müəyyən intervalına düşən məmulların sayını (1 əyrisi üzrə), ilk vuruq isə onların orta xidmət müddətini (2 asılılığı üzrə) ifadə edir (şək. 4.3.1). (4.3.2) ifadəsinin həlli və araşdırılması maşınqayırmanın maraqlı məsələlərindəndir.



Şəkil 4.3.1. Məmulun ümumi xidmət müddətinin dəyişmə qanunauyğunluğunun müəyyən edilməsi qrafiki

Çünki, onun tətbiqi ilə ayrı-ayrı müəssisələrdə müxtəlif keyfiyyət və fərqli etibarlılıq göstəriciləri ilə istehsal edilmiş eyniadlı və eyni təyinatlı, eyni saylı məmulların ümumi xidmət müddətini və onlara çəkilən xərcləri nəzərə alaraq müqayisə etmək, onlardan istifadə üçün səmərəli olanını seçmək və müəssisənin fəaliyyətini müqayisə edib qiymətləndirmək mümkündür.

Tutaq ki, məmulların keyfiyyət parametrlərinin dəyişmə diapazonu $[(-3\sigma), 3\sigma] \in T$ -dir. Yəni onun dəyişməsi ona verilmiş müsaidə T daxilində baş verir. Həll metodikasını asanlaşdırmaq üçün koordinat başlanğıcının Qaus əyrisinin (-3σ) -ya uyğun nöqtəsindən keçdiyini

qəbul edək (şək. 4.3.1). Bu halda (4.3.2) asılılığı aşağıdakı kimi ifadə olunar:

$$U_{\Sigma} = \int_0^{6\sigma} (b_0 - kx) \cdot \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (4.3.3)$$

Məlumdur ki, (4.3.3) ifadəsinin ikinci vuruğunun həlli Laplas funksiyaının köməyi ilə və cədvəl vasitəsilə həyata keçirilir. Odur ki, riyazi modelin həllində cədvəldən istifadə edilməsi zərurəti yaranır.

Maşınqayırmada normal qanun üzrə paylanma məsələlərinin həlli metodikasından istifadə edərək (4.3.3) ifadəsini həll edək. Tutaq ki, n sayda məmullar dəstinin müəyyən i -ci saylı qrupunun keyfiyyət parametrlərinin yuxarı həddi x_i , aşağı həddi isə $(x_i + P_i)$ -dir (şək. 4.3.1). Onda ştrixlənmiş sahə bu qrupa düşən məmulların m_i sayını ifadə edir. Qrupun ortasının absisinə x_{lor} -ə uyğun gələn xidmət müddəti əyrisinin (2) ordinatı isə qrupdakı bütün hissələr üçün orta xidmət müddətini ifadə edir. Bu halda, qrupdakı bütün hissələrin ümumi xidmət müddəti

$$U_{\Sigma i} = F_i b_i \quad (4.3.4)$$

olar. Burada, F_i - ştrixlənmiş sahə qrupa düşən məmulların sayı m_i -ni ifadə edir:

b_i - qrupdakı m_i - sayda hissələrin (məmulların) orta kvadratik müddəti;

şəkil 4.3.1– də b_0 - ən yüksək keyfiyyət göstəricisinə malik hissənin (məmulun) xidmət müddəti (ən böyük xidmət müddəti);

k – düz xəttin mailliyini, yəni keyfiyyət ilə istismar göstəricisi arasındakı xətti funksional əlaqəni ifadə edən əmsal;

x – qəbul edilmiş koordinat sistemində məmulun cari keyfiyyət parametrlərini ifadə edən dəyişəndir. Qəbul edilmiş metodikaya əsasən keyfiyyət parametrlərinin riyazi gözləməsi $a = 3\sigma$ və onun aldığı qiymətlər çoxluğu isə $(-3\sigma) \leq x \leq 3\sigma$ olar. Şəkil 4.3.1- də göstərilmiş sxemə əsasən, keyfiyyət parametri $[x_i; (x_i + P)]$ intervalına ($P = P_i$

intervalın ölçüsüdür) düşən bütün məmulların sayının m_i aşağıdakı ifadədən təyin edilir.

Burada ifadənin birinci toplananı $[(-\infty); (x_i + P)]$ aralığında, ikinci toplananı isə $[(-\infty); x_i]$ aralığında normal səpələnmə əyrisi və absis oxu ilə əhatə olunmuş sahələri ifadə edirlər.

$$F_i = \int_{-\infty}^{x_i+P} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx - \int_{-\infty}^{x_i} \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (4.3.5)$$

Keyfiyyət parametri $[x_i, (x_i + P)]$ intervalına düşən məmulların orta xidmət müddətləri b_i isə

$$b_i = b_o - k \cdot x_{ior} \quad (4.3.6)$$

olar.

Sxemdən x_{ior} - təyin edilir:

$$x_{ior} = \frac{x_i + x_i + p}{2} = x_i + 0.5p \quad (4.3.7)$$

Sonuncu ifadəni (4.3.6) - da nəzərə alsaq

$$b_i = b_o - k(x_i + 0,5p) \quad (4.3.8)$$

Beləliklə, (4.3.5) və (4.3.6) ifadələrini (4.3.2) nəzərə alsaq, hər hansı $[x_i; (x_i + p)]$ keyfiyyət göstəricisi intervalındakı məmulların ümumi xidmət müddəti ifadəsindən təyin edilir.

$$U_{\Sigma i} = [b_0 - k(x_i + 0.5p)] \cdot \left[\int_{-\infty}^{x_i + P} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx - \int_{-\infty}^{x_i} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-3\sigma)^2}{2\sigma^2}} dx \right] \quad (4.3.9)$$

Sonuncu ifadə $x_{(i+1)} = x_i + P$ və qrupların – intervalların sayı $i = \frac{6\sigma}{P}$

$i=I$ olduqda $x = 0$,

$i = \frac{6\sigma}{P}$ olduqda $x_{6\sigma\frac{P}{6\sigma}} = (6\sigma - P)$

olur. $U_{\Sigma} = f(x)$ funksiyasının empirik paylanma əyrisini qurmaq üçün hər bir qrup ($1 \leq i \leq \frac{6\sigma}{P}$) üçün U_{Σ} - nin qiymətləri təyin edilir. Bu zaman empirik paylanma əyrilərinin qurulmasının ümumi qəbul edilmiş metodikasından istifadə edilir. İntervalın qiyməti (addımı) $P = 0,2\sigma$ qəbul edilmişdir. Beləliklə, intervalların - qrupların sayı $6\sigma:P = 30$ götürülmüşdür. (4.3.9) ifadəsinin araşdırılması göstərir ki, $U_{\Sigma} = f(x)$ əyrisinin parametrləri 2 xəttinin mailliyini müəyyənləşdirən k əmsalından əsaslı surətdə asılıdır.

$U_{\Sigma} = f(x)$ əyrisini bütövlükdə qiymətləndirmək üçün k əmsalının xarakter qiymətləri ilə yanaşı, həm də məmulların ən böyük xidmət müddətləri b_0 şərti olaraq 1800 gün qəbul edilmişdir. Yəni (4.3.9) ifadəsinin araşdırılmasından görünür ki, $U_{\Sigma} = f(x)$ asılılığının dəyişməsinə məmulların xidmət müddətlərinin dəyişmə qanunauyğunluğu ($y = f(x)$) təsir edir. Odur ki, k əmsalı üçün müxtəlif qiymətlər qəbul etməklə xidmət müddətinin ($y = b_0 - kx$) xətti asılılığının müxtəlif mailliyində (4.3.9) ifadəsinin dəyişməsi tədqiq edilmişdir. Bunun üçün ən aşağı keyfiyyətə malik məmulun xidmət müddətinin

$(b_{6\sigma})$ hədd qiymətləri aşağıdakı kimi qəbul edilmişdir. $b_{6\sigma} = b_o$ olduqda, $k = 0$

$$1) \ b_{6\sigma} = \frac{2}{3} b_o \text{ olduqda} \quad k = \frac{b_0}{18 \cdot \sigma} ,$$

$$2) \ b_{6\sigma} = \frac{1}{3} b_o \text{ olduqda} \quad k = \frac{b_0}{9 \cdot \sigma} ,$$

$$3) \ b_{6\sigma} = \frac{1}{6} b_o \text{ olduqda} \quad k = \frac{5b_0}{36 \cdot \sigma} ,$$

$$4) \ b_{6\sigma} = \frac{1}{18} b_o \text{ olduqda} \quad k = \frac{17b_0}{108 \cdot \sigma} ,$$

$$5) \ b_{6\sigma} = 0 , \text{ olduqda} \quad k = \frac{b_0}{6 \cdot \sigma} .$$

Əslində birinci və sonuncu variantlar təcrübi məna kəsb etmirlər. Onlar yalnız nəzəri əhəmiyyət daşıyırlar.

k - əmsalının qiymətləri aşağıdakı kimi təyin edilmişdir. $y = b_0 - kx$ ifadəsində $y = b_i = b_{\sigma k}$ - qəbul edilmiş və uyğun k əmsalı təyin edilmişdir (4.3.10) .

Yəni:

$$b_{6\sigma} = b_o - k \cdot 6\sigma \quad (4.3.10)$$

Buradan

$$k = \frac{b_0 - b_{6\sigma}}{6\sigma} \quad (4.3.10)$$

(4.3.8) ifadəsindən istifadə etməklə, k - nın göstərilmiş 5 variant üzrə qiymətlərində, keyfiyyət əmsalının mümkün olan dəyişmə intervalını $(-3\sigma) \leq x_i \leq 3\sigma$ 30 qrupa bölməklə U_Σ tədqiq edilmişdir. Hesabatın nəticələri Excel proqramından istifadə etməklə işlənmişdir (cədvəl 4.3.1). Şəkildə k əmsalının müxtəlif qiymətlərdə $U_\Sigma = f(x)$ asılılıqları təqdim edilmişdir.

Cədvəl 4.3.1

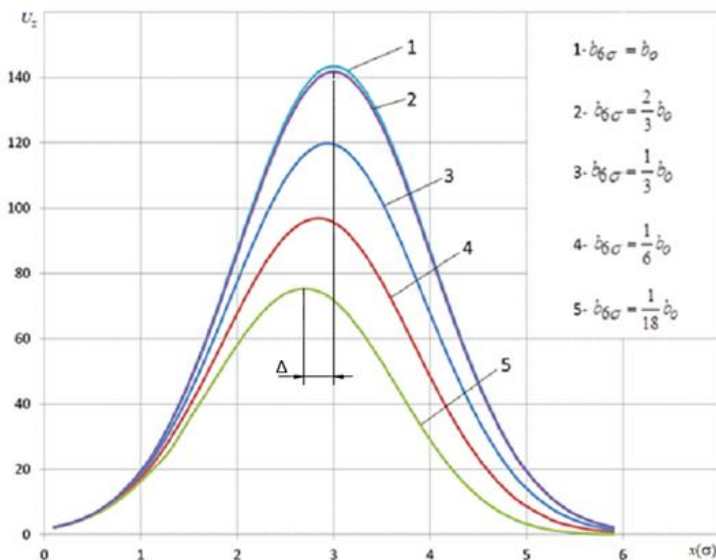
Bir dəst hissənin ümumi xidmət müddətlərinin hesabı

	Orta, X	$F(t)$	b	Y	Y_1	F_1	F_2	Y_2	F_3	F_0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,0-0,1	0,1	0,0013	1800	1790	1780	2,24	2,23	1770	2,21	2,25
0,2-0,4	0,3	0,0021	1800	1770	1740	3,72	3,65	1710	3,59	3,78
0,4-0,6	0,5	0,0035	1800	1750	1900	6,13	5,95	1650	5,78	6,3
0,6-0,8	0,7	0,0057	1800	1730	1560	9,86	9,46	1590	9,06	10,26
0,8-1,0	0,9	0,0089	1800	1710	1620	15,22	14,42	1530	13,6	16,02
1,0-1,2	1,1	0,0131	1800	1690	1580	22,14	20,7	1470	19,26	23,58
1,2-1,4	1,3	0,0189	1800	1670	1540	31,56	29,12	1410	25,65	34,02
1,4-1,6	1,5	0,026	1800	1650	1500	42,9	39	1350	35,1	46,8
1,6-1,8	1,7	0,0343	1800	1630	1460	55,91	50,08	1290	44,25	61,74
1,8-2,0	1,9	0,0436	1800	1610	1420	70,2	61,91	1230	53,63	78,48
2,0-2,2	2,1	0,0532	1800	1590	1380	84,59	73,42	1170	62,24	95,76
2,2-2,4	2,3	0,0624	1800	1570	1340	97,97	83,62	1110	69,26	112,32
2,4-2,6	2,5	0,0703	1800	1550	1300	108,96	91,39	1050	73,82	126,54
2,6-2,8	2,7	0,0761	1800	1530	1260	116,43	95,89	990	75,34	136,98
2,8-3,0	2,9	0,0793	1800	1510	1220	119,74	96,75	930	73,75	142,74
3,0-3,2	3,1	0,0793	1800	1400	1180	118,16	93,57	870	68,99	142,74
3,2-3,4	3,3	0,0761	1800	1470	1140	111,87	86,75	810	61,64	136,98
3,4-3,6	3,5	0,0703	1800	1450	1100	101,94	77,33	750	52,73	126,54
3,6-3,8	3,7	0,0624	1800	1430	1060	89,23	66,14	690	43,06	112,32
3,8-4,0	3,9	0,0532	1800	1410	1020	75,01	54,26	630	33,52	95,76
4,0-4,2	4,1	0,0436	1800	1390	980	60,6	42,73	570	24,85	78,48
4,2-4,4	4,3	0,0343	1800	1370	940	46,99	32,24	510	17,49	61,74
4,4-4,6	4,5	0,026	1800	1350	900	35,1	23,4	450	11,7	46,8
4,6-4,8	4,7	0,0189	1800	1330	860	25,14	16,25	390	7,37	34,02
4,8-5,0	4,9	0,0131	1800	1310	820	17,16	10,66	330	4,32	23,58
5,0-5,2	5,1	0,0089	1800	1290	780	11,48	6,94	270	2,4	16,02
5,2-5,4	5,3	0,0057	1800	1270	740	7,24	3,99	210	1,2	10,26
5,4-5,6	5,5	0,0035	1800	1250	700	4,38	2,45	150	0,53	6,3
5,6-5,8	5,7	0,0021	1800	1230	660	2,58	1,39	90	0,19	3,78
5,8-6,0	5,9	0,0013	1800	1210	620	1,52	0,78	30	0,04	2,25

Şəkildə göstərildiyi kimi $k = 0$ olduqda $U_{\Sigma} = f(x)$ asılılığı Qaus qanununa uyğun olur. k böyüdükcə funksiyanın dəyişməsinə ifadə edən əyri, onun riyazi gözləməsi ən yüksək xidmət müddəti istiqamətində sürüşür. Onun simmetriklili pozulur, qeyri simmetriklili artır. Sürüşmənin ən böyük qiyməti Δ , k əmsalının ən böyük qiymətinə, yəni keyfiyyət parametri-xidmət müddəti asılılığının ən böyük mailliyinə uyğun gəlir (şək. 4.3.2).

Araşdırmalar göstərir ki, k əmsalının böyüməsi ilə tədqiq olunan (4.3.9) paylanma əyrisinin parametrlərinin başlanğıc normal qanun üzrə

paylanmanın parametrlərindən fərqi böyüyür və şəkildə göstərilmiş səpələnmə ayrıləri ailəsi yaranır. Onların təfəsilatlı tədqiqi həm maşınqayırma və həm də riyaziyyat elmləri baxımından maraq kəsb edir.



Şəkil 4.3.2. Məmulun ümumi xidmət müddətinin keyfiyyət parametrindən asılılığı

Beləliklə (4.3.9) riyazi modelindən və təqdim edilmiş metodikadan istifadə etməklə məcmu məmullar üçün ümumi xidmət müddəti təyin edilir. Onların istehsal və istifadəsinə çəkilən xərcləri də nəzərə almaqla araşdırmalarla müxtəlif qrup məmullar içərisindən əlverişli olanı seçilir.

4.4. Məmullar dəstinin istehsal keyfiyyətini qiymətləndirmə meyarlarının işlənməsi

Məmulların istismar göstəriciləri standartlara uyğun olaraq normallaşdırılır. Müvafiq standarta əsasən, bir sıra istismar göstəriciləri etibarlılıq mövhumu altında ümumiləşdirilmişdir. ГОСТ 27.002-2015-ə əsasən, etibarlılığa dörd göstərici daxildir: imtinasızlıq, uzunömürlülük, təmirəyararlılıq və saxlanlıq. Onların hər birinin təyinatı verilir:

İmtinasızlıq – obyektin öz iş qabiliyyətini, işdən sıradan çıxanadək və ya müəyyən müddət ərzində fasiləsiz saxlama xassəsidir.

İmtinasızlıq, obyektin və ya sistemin fasiləsiz işini təmin etmə qabiliyyətini göstərir. Bu, sistemin hər hansı bir nasazlıq, pozulma və ya sıradan çıxma olmadan müntəzəm işləməsi deməkdir. Məsələn, enerji təchizatında, istehsalat avadanlıqlarında və ya kommunikasiyalar kimi sahələrdə bu xüsusiyyət xüsusilə vacibdir.

Uzunömürlülük – obyektin öz iş qabiliyyətini qəbul edilmiş təmir sistemi və texniki xidmətin hədd halı başlayanadək saxlama qabiliyyətidir.

Uzunömürlülük, bir obyektin və ya sistemin xidmət müddəti ərzində iş qabiliyyətini qoruyaraq, müəyyən edilmiş istifadə şərtləri və texniki xidmət (təmir, baxım, və s.) çərçivəsində işləmə qabiliyyətini saxlamasıdır. Bu, adətən obyektəki müəyyən komponentlərin yaşama dövrü ilə əlaqələndirilir. Məsələn, bir avtomobilin mühərrikinə düzgün texniki xidmət göstərildiyi halda uzun müddət istifadəyə yararlı qala bilər. Uzunömürlülük yalnız obyekti daha uzun müddət istifadə etməyə imkan vermir, həm də istifadəçi üçün əlavə xərcləri azaldır və sistemin ümumi effektivliyini artırır. Həmçinin, bu, təmir və baxım xərclərinin optimallaşdırılması və daha davamlı məhsulun istehsalını təşviq edir. Buna görə də, hər bir mühəndislik və istehsal prosesində uzunömürlülüyn artırılması üçün xüsusi diqqət yetirilməlidir.

Təmirəyararlılıq – təmir və texniki xidmət vasitəsilə obyektin iş qabiliyyətini saxlama və zədələnmiş hissələrinin bərpa edilməsinə onun yararlılıq xassəsidir.

Təmirəyararlılıq, adətən istehsalat avadanlıqları, nəqliyyat vasitələri, enerji sistemləri və digər mühəndislik strukturları üçün çox əhəmiyyətlidir. Bir sistemin təmirəyararlılığı, onun servis xidmətləri və tez-tez təmir edilən hissələrinin effektivliyi ilə birbaşa əlaqəlidir. Təmirəyararlılıq, obyektin uzun müddət ərzində işləməsini təmin edən vacib bir xüsusiyyətdir və onu artırmaq üçün texniki xidmət və təmir prosedurlarının düzgün təşkil edilməsi lazımdır. Bu göstərici həm istehsalın, həm də istifadənin davamlı və etibarlı olmasını təmin edir.

Saxlanlıq – obyektin tələb olunan funksiyasını yerinə yetirmə qabiliyyətini səciyyələndirən və onun parametrlərinin verilmiş həddə saxlanmasını təmin edən xassəsidir.

Saxlanclıq, obyektin və ya sistemin istifadə müddətinin uzadılmasına, etibarlılığının təmin edilməsinə və təmir xərclərinin azaldılmasına kömək edir. Bu xüsusiyyət, həm istehsalçılar, həm də istifadəçilər üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir, çünki o, həm sistemin davamlılığını, həm də ümumi əməliyyat xərclərinin optimallaşdırılmasını təmin edir. Saxlanclıq göstəricisinin düzgün tərtib edilməsi və izlənməsi, daha etibarlı və davamlı məhsulların istehsalına imkan yaradır.

Etibarlılıq göstəricilərinin hər biri hər hansı bir məmulun müəyyən istismar keyfiyyətini qiymətləndirməyə imkan verir. Lakin bu gün istehsalçı müəssisələrin fəaliyyətinin, xüsusilə də onların buraxdığı eyni təyinatlı və konstruksiyalı məmulların keyfiyyətlərinin ümumiləşdirilmiş qiymətləndirilməsi aktual məsələdir. Bunun üçün etibarlılıq tərkibində hər bir göstəriciyə şamil edilə bilən yeni bir stabillik göstəricisinin nəzərdə tutulması məqsədə uyğundur. Təklif olunan stabillik göstəricisi, məmullar dəstinin etibarlılığını dörd ümumiləşdirilmiş parametr üzrə səciyyələndirən göstəricilər dəstinə əhatə edir.

Stabillik, məmurların etibarlılıq göstəricilərinin dəyişmə diapazonlarını iki istiqamətdə qiymətləndirmək üçün tövsiyə edilir: birincisi, bütün məmullar üçün ümumi qiymətləndirmə, ikincisi isə mütləq eyni istehsal keyfiyyətinə malik məmurlar qrupu üçün lokal-yerli qiymətləndirmə. Məmurların işinin stabilliyini qiymətləndirmək üçün mütləq və nisbi meyarlar təklif edilir. Beləliklə:

- stabillik, ən aşağı və ən yüksək keyfiyyətli məmulların etibarlılıq göstəricilərinin dəyişmə diapazonlarını səciyyələndirir. Ondan, etibarlılığın iki istiqamətdə qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunması təklif edilir;

- eyni istehsal keyfiyyətinə malik məmullar qrupu üçün lokal-yerli qiymətləndirmə: bunun vasitəsilə 3 (və 4) əyrisinin - σ göstəricilərinin dəyişməsi dəyərləndirilir (şək. 4.4.1).

- istehsal və istifadə olunan bütün məmullar üçün ümumi qiymətləndirmə: bunun vasitəsilə 3, 5 və 6 əyrilərinin dəyişkənliyi dəyərləndirilir (şək. 4.4.1).

Mütləq stabillik, etibarlılıq parametrinin (məsələn, uzunömürlülük, xidmət müddəti və s.) ən böyük və ən kiçik göstəricilərinin fərqiə bərabər götürülür. O, eyni təyinatlı və ölçülü məmulların etibarlılığını qiymətləndirmək və müqayisə etmək üçün əlverişlidir.

Müxtəlif ölçü və təyinatlı məmulların iş qabiliyyətlərini səciyələndirmək və müqayisə etmək üçün nisbi stabillikdən istifadə tövsiyə olunur. Etibarlılıq göstəricisi parametrinin ən böyük və ən kiçik qiymətləri arasındakı fərqi (mütləq stabillik) onun normativ qiymətinə, riyazi gözləməsinə (və ya bütün məmullara uyğun göstəricilərin orta qiymətinə) nisbəti nisbi stabillik adlanır.

İndi isə müxtəlif müəssisələrdə hazırlanmış eyni təyinatlı və konstruksiyalı iki məmul dəstinin etibarlılığının stabillik meyarı ilə qiymətləndirilməsi metodikasına baxaq.

Məmulların etibarlılıq göstəricilərinin mütləq və nisbi stabillikləri, özlərinin ən böyük və ən kiçik qiymətləri arasında dəyişir. Şəkil 4.2.1-də təsvir edilən, verilmiş istehsal və ölçü dəqiqliyi ilə istismar-xidmət müddəti keyfiyyətləri arasındakı əlaqələr halı üçün stabillik göstəriciləri, istehsal keyfiyyətinin 1 əyrisi üzrə dəyişməsinə şamil edilməklə aşağıdakı kimi təyin edilir.

Tutaq ki, məmul dəstlərindən birinin həlledici təsirə malik istehsal keyfiyyəti göstəricisinin dəyişməsi 1 əyrisi (I variant), digərininki isə 6 əyrisi (II variant) üzrə təmin edilmişdir (şək. 4.2.1). Bu halda xidmət müddətinin ən kiçik lokal mütləq dəyişməsi (3 və 7-ci əyrlər üzrə):

$$S^{(I)}_{ml \min} = \pm 3\sigma_2; \quad S^{(II)}_{ml \min} = \pm 3\sigma_7;$$

$$S^{(I)}_{ml \min} < S^{(II)}_{ml \min} \quad (4.4.1)$$

Xidmət müddətinin ən böyük lokal mütləq dəyişməsi (4 və 9 əyrləri üzrə):

$$S^{(I)}_{ml \max} = \pm 3\sigma_3 = 6t_c\sigma_2; \quad S^{(II)}_{ml \max} = \pm 3\sigma_9,$$

$$S^{(I)}_{ml \max} > S^{(II)}_{ml \max} \quad (4.4.2)$$

Xidmət müddətinin lokal mütləq dəyişməsinin orta qiyməti (8 əyrisi üzrə)

$$S^{(I)}_{mlor} = S^{(II)}_{mlor} = \pm 3\sigma_8$$

Xidmət müddətinin ən kiçik lokal nisbi dəyişməsi (3 və 7 əyrləri üzrə):

$$S^{(I)}_{l\min} = \frac{6\sigma_2}{F_b} \quad \text{və ya} \quad S^{(I)}_{l\min} = \frac{6\sigma_2}{F_b} 100\% ;$$

$$S^{(II)}_{l\min} = \frac{6\sigma_7}{F_f} \quad \text{və ya} \quad S^{(II)}_{l\min} = \frac{6\sigma_7}{F_f} 100\% \quad (4.4.3.)$$

Xidmət müddətinin ən böyük lokal nisbi dəyişməsi (4 və 9 əyrləri üzrə):

$$S^{(I)}_{l\max} = \frac{6\sigma_3}{F_c} \quad \text{və} \quad S^{(I)}_{l\max} = \frac{6\sigma_3}{F_c} 100\% ;$$

$$S^{(II)}_{l\max} = \frac{6\sigma_9}{F_g} \quad \text{və} \quad S^{(II)}_{l\max} = \frac{6\sigma_9}{F_g} 100\% \quad (4.4.4)$$

Xidmət müddətinin ümumi mütləq dəyişməsi:

$$S^{(I)}_m = (F_b + 3\sigma_2) - (F_c - 3t_c\sigma_2) = F_b - F_c + 3\sigma_2(1 + t_c)$$

$$S^{(II)}_m = (F_f + 3\sigma_7) - (F_g - 3t_g\sigma_7) = F_f - F_g - 3\sigma_7(1 + t_g) \quad (4.4.5)$$

Xidmət müddətinin ümumi nisbi dəyişməsi:

$$S^{(I)} = \frac{F_{b\max} - F_{c\min}}{F_a} = \frac{F_b - F_c + 3\sigma_2(1 + t_c)}{F_a}$$

$$S^{(II)} = \frac{F_f - F_g + 3\sigma_7(1 + t_g - t_f)}{F_a} \quad (4.4.6)$$

$$\text{və ya,} \quad S^{(I)} = \frac{F_b - F_c + 3\sigma_2(1 + t_c)}{F_a} 100\% ;$$

$$S^{(II)} = \frac{F_f - F_f + 3\sigma_7(1+t_g - t_f)}{F_a} 100\% \quad (4.4.7)$$

Beləliklə, OKS-sı σ_1 və σ_4 olan məmullar üçün stabillik göstəriciləri (4.4.1) ... (4.4.7) ifadələri ilə təyin edilir, hər iki variant üzrə hazırlanmış məmullar üçün mütləq stabilliyin formalaşması sxemdə təsvir edilmişdir (şək. 4.4.1). Sxemə əsasən, $S_m^{(II)} < S_m^{(I)}$ (burada $S_m^{(I)} = S_m$). $S_m^{(II)}$ -ni formalaşdıran ölçü zəncirindən istifadə etməklə onun verilmiş parametrlərlə ifadə olunmuş qiymətini təyin etmək çətinlik törətmir.

Beləliklə, istehsal keyfiyyətinin σ_1 -dən σ_4 -ə yüksəldilməsi nəticəsində məmulların xidmət müddəti üzrə mütləq stabilliyin yüksəlməsi:

$$\Delta S_m = \frac{S^{(I)}_m}{S^{(II)}_m} \quad \text{və ya} \quad \Delta S_m = \frac{S^{(I)}_m}{S^{(II)}_m} 100\% , \quad (4.4.8)$$

Nisbi stabilliyin yüksəlməsi isə

$$\Delta S_n = \frac{\frac{S^{(I)}_m}{F_a}}{\frac{S^{(II)}_m}{F_a}} = \frac{S^{(I)}_m}{S^{(II)}_m} \quad (4.4.9)$$

$$\text{və ya} \quad \Delta S_n = \frac{S^{(I)}_m}{S^{(II)}_m} 100\% \quad (4.4.10)$$

olar. (4.4.9) və (4.4.10) ifadələrinin müqayisəsindən görünür ki, verilmiş halda stabilliyin yüksəldilməsi həm mütləq, həm də nisbi göstəricilər üzrə eyni qiymət alır: $\Delta S_m = \Delta S_n > 1$. Bu, onunla əlaqədardır ki, hər iki halda parametrin səpələnmə mərkəzlərinin koordinatları a eynidir, səpələnmə əyriləri isə simmetrikdir. Müqayisə olunan müxtəlif məmul dəstlərinin istehsal keyfiyyətlərinin göstəricilərinin qruplaşma mərkəzlərinin koordinatları fərqli olduqda (yəni, $a^{(I)} \neq a^{(II)}$), stabillik göstəricilərinin yüksəldilməsi vahiddən fərqli qiymətlər alır.

İndi isə yuxarıda qeyd olunduğu kimi, $a = \text{const}$ saxlamaqla

OKS-nın kiçildilməsinin məmulların ümumi xidmət müddətlərinin sabilliyinə təsirini təyin edək. Xidmət müddəti (4.3.9) ifadəsi ilə təyin edilir və 2-ci əyrisi üzrə dəyişir (şək. 4.3.1). Ən yüksək b keyfiyyətli məmulun xidmət müddəti F_b , ən aşağı ccc keyfiyyətli məmulun xidmət müddəti isə F_c - dir. $[F_b, F_c]$ - intervalında F -in qiymətləri çoxluğu, istehsal keyfiyyətinin $6\sigma_1$ diapazonunda dəyişməsinin təzahürüdür. Beləliklə, qruplaşma mərkəzini dəyişdirmədən OKS-nın kiçildilməsi ilə istehsal keyfiyyətinin yüksəldilməsi məmulların ümumi istismar keyfiyyətinə təsir göstərməyə də, onların etibarlıq parametrlərinin sabilliyinin yüksəlməsinə səbəb olur.

İstehsal göstəricilərini əhəmiyyətli dərəcədə yüksəltmək üçün istehsal keyfiyyəti əlaqələri idarə edilməli və istehsal keyfiyyəti göstəricisinin qruplaşma mərkəzi yüksək keyfiyyət göstəricisi istiqamətində sürüşdürülməlidir. Prof. N. Rəsulov tərəfindən keyfiyyətin bu cür yüksəldilməsi "keyfiyyəti yüksəltmə əmsalı" ilə səciyyələndirilir.

Məmulların istismar göstəricilərinin və etibarlılığının səmərəli şəkildə yüksəldilməsi, onlarda istehsal keyfiyyətinin formalaşdırılması zamanı təsir edən amillərin və istehsal-istismar keyfiyyəti əlaqələrinin müvafiq istiqamətdə idarə edilməsi ilə təmin edilməlidir. Odur ki, əvvəlki fəsillərdə təqdim edilmiş və aşkar edilmiş sistemləşdirilmiş istehsal-istismar keyfiyyətləri əlaqələrini idarə etməklə, mürəkkəb profilli fırlanma səthləri nümunəsində məmuldan istifadə (istehsal və istismar) səmərəliliyinin yüksəldilməsi məsələlərini araşdıraraq.

Tədqiqat obyektini kimi fırlanma əyrixətli səthlər üzərində oxu onların oxuna perpendikulyar olan çevrəvi kipkəc novları və silindirik dişli çarxların dişləri qəbul edilir. Bu onunla əlaqədardır ki, mürəkkəb səthlərin formalaşdırılmasında, onların keyfiyyətlərinin həm istehsal və həm də istismar göstəricilərinin təmin edilməsində çoxsaylı parametrlər, amillər iştirak edir. Bu isə işdə işlənmiş nəzəri konsepsiyaların sınaqdan keçirilməsi və reallaşdırılmasının məhdud çeşiddə məmullarla həyata keçirilməsinə şərait yaradır. Digər tərəfdən həmin məmulların istehsalında yaranan məhsuldarlıq və keyfiyyətin yüksəldilməsi ilə bağlı məsələlər ölkəmizin maşınqayırma zavodlarında mövcud olan problemlərlə uzlaşır.

4.4.1. İstismar şəraitinin istismar göstəricilərinə təsiri

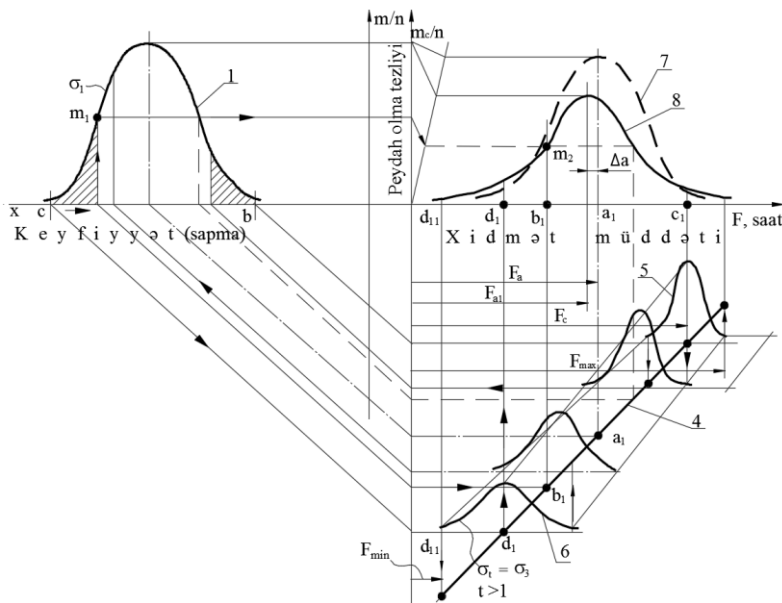
Mütləq eyni istehsal keyfiyyətinə malik məmurların istismar göstəricilərinin dəyişməsinə araşdıraraq. Bunun üçün istehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı əlaqələri nomogramma formasında tərtib etmək (şəkl. 4.4.1). Koordinat oxlarının ifadə etdiyi parametrlər onların üzərində göstərilmişdir. Ən yüksək istehsal keyfiyyətinə malik məmulun keyfiyyət parametri absciss (x) oxu üzərində c ilə, onun cari qiyməti isə b ilə göstərilir. Ən aşağı istehsal keyfiyyətinə malik məmulun keyfiyyət parametri isə d ilə göstərilir. Keyfiyyət parametrinin səpələnmə mərkəzinin koordinatı a -dır. Emlal növündən, istehsal şəraitindən və istehsal həcmindən asılı olaraq keyfiyyət parametrinin səpələnməsi normal (1), birləşmiş (2 və 3) və ya digər qanunlarla (məsələn, bərabər ehtimal və s.) ola bilər. Lakin, bu dəyişmə qanunauyğunluğu məsələnin həllində prinsipial rol oynamır. Odur ki, burada keyfiyyət parametrinin səpələnməsinin normal (Qauss) qanunu üzrə baş verdiyi qəbul edilir.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, istehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı asılılıq $F = F_c - k(x - c)$ ifadəsi ilə qəbul edilir (şəkl. 4.4.1). Qeyd etmək lazımdır ki, müəyyən istehsal keyfiyyətinə malik (məsələn, ən yüksək keyfiyyət - c) məmulun normativ xidmət müddəti (məsələn, F_c) onun optimal hesab edilən istismar şəraitinə uyğun bir göstəricidir. Lakin, bütün parametrləri üzrə mütləq eyni istehsal keyfiyyətinə malik hissələr (məmullar) təyinatlarına uyğun istifadə edildikdə, onların istismar şəraitləri istər-istəməz, yol verilən hədd daxilində bir-birindən fərqlənir.

Aydındır ki, istismar şəraitini formalaşdıran amillər (məsələn, atmosfer temperaturu- z_1 , nəmlik – z_2 , istismar rejimi elementləri və s.) məmulun xidmət müddəti ərzində müəyyən diapazonda dəyişir ($z_{1\min} \leq z_1 \leq z_{1\max}$; $z_{2\min} \leq z_2 \leq z_{2\max}$ və s.). Buna görə də, istehsal keyfiyyəti parametrləri mütləq eyni olan və ya çox kiçik diapazonda dəyişən (məsələn, c ətrafında və s.) məmullar dəstəsinin istismar prosesində xidmət müddətləri (məsələn, F_c) yalnız istismar şəraitindən asılı olaraq müəyyən diapazonda ($F_{c\max} \leq F_c \leq F_{c\min}$), müəyyən qanunauyğunluqla dəyişir. İstismar şəraitini formalaşdıran amillərin sayı, adətən çox olduğundan xidmət müddəti (F) ilə istismar

şəraiti (z) arasındakı asılılığın $F = f(z)$ normal qanun üzrə baş verdiyi qəbul edilir. Həmçinin qəbul edilir ki, məmul və onun elementlərinin istehsal keyfiyyəti nə qədər aşağı olarsa istismar şəraitinin dəyişməsinin onların istismar keyfiyyətinə təsiri bir o qədər artır və OKS-ı böyüyər.

Şəkil 4.4.1 - də lokal istehsal keyfiyyətinə malik məmulların xidmət müddətlərinin normal qanun üzrə dəyişməsinə ifadə edən əyrilər (5....6) göstərilmişdir. c keyfiyyətli məmulların xidmət müddəti 5 əyrisi, d keyfiyyətli məmulların xidmət müddəti isə 6 əyrisi və s üzrə dəyişir. Yəni, istismar şəraitinin eyni cür dəyişməsi aşağı istehsal keyfiyyətli (məsələn, d) məmulların xidmət müddətlərinin daha geniş diapazonda dəyişməsinə törədir (şək. 4.4.1; əyrilər 5 və 6).



Şəkil. 4.4.1. İstehsal və istismar keyfiyyəti əlaqələri sxemi

Lokal keyfiyyət baxımından hissələrin - məmulların xidmət müddətlərinin peyda olma tezliyi m_m , lokal keyfiyyətə uyğun hissələrin ümumi sayı isə m (1 əyrisinə əsasən) ilə ifadə olunur. Əyrilər sisteminin özəlliyi ondadır ki, onların səpələnmə mərkəzləri xidmət müddətinin riyazi gözləməsini ifadə edən düz xətt üzərində yerləşir, OKS-ları $-\sigma_i$

isə keyfiyyətdən asılı olaraq düz xətt qanunu üzrə dəyişir, 5 əyrisi üçün $t \Rightarrow \min$; $t = 1$, 6 əyrisi üçün isə $t \Rightarrow \max$; $t > 1$. Burada t düz xətt üzrə dəyişən $F = f(z)$ asılılığında düz xəttin mailliyini ifadə edən əmsaldır. Deməli, ən yüksək- c keyfiyyətinə malik, istehsal olunmuş məmulların həqiqi xidmət müddətlərinin dəyişməsi:

$$F_c - 3\sigma_3 \leq F_c \leq F_c + 3\sigma_3 \quad (4.4.11)$$

ilə ifadə olunur.

Beləliklə, ideal istismar şəraitində məmulların xidmət müddətləri 7 əyrisi normal qanun üzrə dəyişməli olduğu halda, o, təhrif olunmuş “normal səpələnmə əyrisi”- 8 üzrə dəyişir. Əyri istehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı asılılığı ifadə edir. Onun dəyişmə qanunauyğunluğu t parametridən asılıdır. t - nin qiymətindən asılı olaraq ($t > 1$) 6 əyrisinin forma və parametrləri dəyişir, müəyyən əyrilər dəsti formalaşır. Odur ki, (1) və (6) əyrilərinin birgə təsirindən formalaşan əyrilər ailəsinin tədqiqi maraqlı məsələdir.

V . HƏNDƏSİ FORMA TEXNOLOJİ ƏLAQƏLƏRİNİ İDARƏ ETMƏKLƏ MÜRƏKKƏB PROFİLLİ FIRLANMA SƏTHLƏRİNİN HƏNDƏSİ FORMA DƏQİQLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ

5.1. Hissələrin səthlərinin qarşılıqlı konstruktiv və mexaniki emal həndəsi forma əlaqələri

Maşın hissələrində istənilən həndəsi formaya malik səthin mexaniki emalla formalaşdırılmasının üsul və mexanizmləri, həmin səthin konstruksiya, forma və ölçülərini müəyyənləşdirən analitik həndəsi forma əlaqələrinin texnoloji sistem vasitəsi ilə reallaşdırılmasının nəticəsidir.

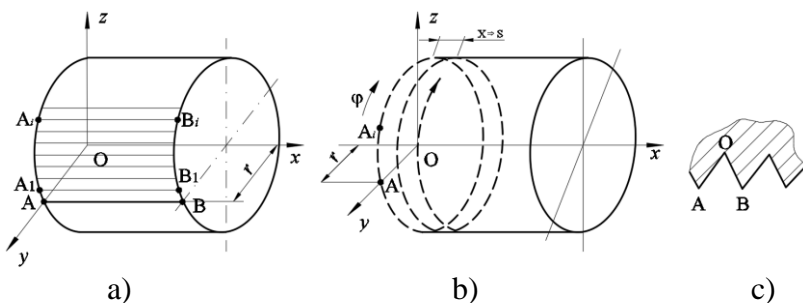
Hissənin hər hansı səthinin formalaşdırılma kinematikası isə səthin cizgidə təsvir edilmiş, hissənin mənsub olacağı analitik həndəsi forma əlaqələrinin həyata keçirilməsi üçün yararlı olan iqtisadi baxımdan səmərəli emal üsulu və vasitələrindən istifadəyə əsaslanır. Qeyd etmək lazımdır ki, hər bir emal üsulunun yaranması da məhz uyğun səthin analitik həndəsi forma əlaqələrinin istifadəsinə əsaslanır. Bu baxımdan fırlanma cisimlərində silindrik səthlərin emalının iki variantını araşdıraraq.

Məlumdur ki, silindrik səth, analitik həndəsə baxımından, hər hansı AB düz xəttinin (doğuran) müəyyən r məsafəsində ona paralel yerləşmiş x oxunun ətrafında fırlanmasının həndəsi yeridir (şək. 5.1.1, a).

Fırlanma hissələrində silindrik, konik və fasonlu səthlərin torna dəzgahlarında sürətköçürmə ilə emalı silindrin (səthlərin) göstərilən analitik həndəsi forma əlaqələrinin istifadəsinə əsaslanır. Yəni kəsici alətin kəsən tiyəsi AB doğuranının funksiyasını yerinə yetirir. Bu zaman nisbi fırlanma hərəkəti isə (ϕ dönmə hərəkəti) səmərəlilik baxımından pəstaha verilir. Və ya, həndəsi silindrik səth oxdan müəyyən r məsafəsində yerləşmiş A nöqtəsinin ox ətrafında fırlanması və eyni zamanda, sonsuz kiçik bucaq altında oxboyu yerdəyişməsi ilə formalaşır (şək. 5.1.1, b).

Silindrik səthlərin torna üst yonuş emalı məhz səthin bu həndəsi forma əlaqəsinə əsaslanır. Belə ki, mexaniki emal zamanı A nöqtəsinin funksiyasını üst yonuş kəskisinin təpəsi, onun qalxma bucağı üzrə ox

boyu yerdəyişmə hərəkətini isə alətin veriş hərəkəti imitasiya edir.



Şəkil 5.1.1. Silindrik səthdə həndəsi forma əlaqələri sxemləri

Nöqtənin fırlanma hərəkəti pəstahın fırlanma hərəkəti ilə əvəz edilir. Yivlər mürəkkəb profilli həndəsi səthlər qrupuna daxildirlər. Metrik yivlər, profilin sadələşdirilmiş şəkildə AO və OB xətləri boyunca yerləşmiş nöqtələr çoxluğunun həndəsi yeridir (şək. 5.1.1, c). AO və OB xətlərini formalaşdıran nöqtələr çoxluğu, şəkil 5.1.1, b – də olduğu kimi, vahid bir sistem halında X oxu ətrafında müəyyən bucaq altında (burada, yivin addımına ekvivalent qalxma bucağı) fırlanıqda yiv formalaşır.

Torna dəzgahlarında yivlərin kəsik ilə kəsilməsi mexanizmi, yiv səthinin qeyd olunan həndəsi forma əlaqələrinin inikasıdır. Alətin kəsən tiyəsinə yiv səthinin profili və veriş hərəkəti (S), pəstaha isə fırlanma hərəkəti verilir.

Beləliklə, maşın hissələrinin istənilən səthinin mexaniki emalla formalaşdırılması kinematikasını, səthə mənsub olan həndəsi forma əlaqələrinin reallaşdırılmasına və texnoloji sistemdə uyğun texnoloji əlaqələrin yaradılmasına əsaslanır.

Deməli, istənilən səthin mexaniki emalı üçün mütərəqqi üsul, onun malik olduğu əlverişli həndəsi forma əlaqələrinin aşkar edilərək həyata keçirilməsi ilə işləmə bilər. Bu baxımdan, fırlanma səthləri üzərində kipləşdirici novlarının, yeni və daha məhsuldar olan burulğan üsulu ilə kəsilməsinin texnoloji əsaslandırılması, emalın keyfiyyət parametrlərinin təmin edilməsi üzrə nəzəri və təcrübi əsasların işlənməsi respublikanın maşınqayırma müəssisələri üçün çox önəm daşıyır və vacib

Novun səmərəli mexaniki emal kinematikasını müəyyən etmək üçün fırlanma yan səthləri üzərində nəzərdə tutulmuş çevrəvi kipkəc novlarının analitik həndəsi forma əlaqələrini araşdıraraq (şək. 5.1.2., a) .



Novun profilinin analitik həndəsi formalaşması isə, yiv səthlərinə anoloji olaraq,

A_1 nöqtəsi ətrafında novun profilini imitasiya edən nöqtələr çoxluğunun z oxu ətrafında fırlanması və çoxluğun ZOX müstəvisinə nəzərən $\phi = f(x)$ funksional asılılığı ilə dönməsi nəticəsində həyata keçir (şək. 5.1.2, b).

Digər variant üzrə fırlanma səthi üzrə novun həndəsi formalaşması A_1 nöqtəsinin (nöqtələr çoxluğunun) Z oxu ətrafında çevrə boyunca fırlanması zamanı və eyni zamanda onun hərəkəti ilə uzlaşmış, fırlanma səthinin öz oxu ətrafında dönməsi və X oxu boyunca əks istiqamətdə xətti yerdəyişməsi ilə baş verir (şək. 5.1.2, b).

Birinci variantda göstərilən analitik həndəsi forma əlaqələri bazasında novların fasonlu barmaq frezi ilə RPİ dəzgahlarında mexaniki emal mexanizmi işlənmişdir. Səmərəlilik baxımından nöqtənin (nöqtələr çoxluğunun) Y oxu ətrafında dönmə hərəkəti pəstaha şamil edilmişdir.

İkinci variant üzrə fırlanma səthi üzərində novun formalaşmasını təmin edən analitik həndəsi forma əlaqələrindən onların burulğan üsulu ilə mexaniki emal kinematikasının işlənməsində istifadə edilmişdir. Lakin bu üsulun yerinə yetirilməsi üçün işlənmiş nəzəri əsaslarda qəbul edilmiş metodlarla alınmış funksional əlaqələrin yüksək dəqiqliyini təmin etmir. Odur ki, analogi məsələlərin yüksək dəqiqliklə həllinin təmin edilməsinə işdə xüsusi yer verilir.

5.2. Novun çevrəvi formasını təmin edən həndəsi forma texnoloji əlaqələrinin əsasları

Maşın istehsalı avadanlıqlarının çeşidləri fasiləsiz artmaqda davam edir, rəqəmli proqram idarəetmə (RPİ) dəzgahlarının texnoloji imkanları isə genişlənir. Nəticə etibarilə, insan fəaliyyətinin müxtəlif sahələrində istifadə olunan texniki konstruksiyalarda və onların hissələrində təyinatı baxımından daha səmərəli, texnoloji baxımdan isə nisbətən mürəkkəb səthlərin istifadəsi üçün şərait yaranır. Belə səthlərin formalaşdırılması məqsədilə mütərəqqi və məhsuldar emal üsulları və texnologiyalar inkişaf etdirilərək tətbiq olunur.

Elm, texnika və texnologiya inkişaf etdikcə maşın hissələrinin konstruksiyasında texnoloji baxımdan mürəkkəb olan və əvvəllər texnoloji hesab edilməyən, lakin funksional baxımdan daha mütərəqqi

səthlərdən istifadə edilir. Onlardan biri də fırlanma yan səthlərində nəzərdə tutulmuş kippəc üçün novdur. Onun konstruktiv özəlliyi ondadır ki, onun oxu fırlanma silindrik və ya konik yan səthinin oxuna perpendikulyardır. Analoji kipləşdirmə növündən texnikanın müxtəlif sahələrində, o cümlədən aviasiya texnikasının hidravlik sistemlərində kipliyin təmin edilməsi üçün istifadə edilə bilər. Ənənəvi emal üsulları tətbiq edildikdə, belə səthlər barmaq frezi ilə emal edilə bilər, bunun üçün pəstahın üç mürəkkəb əlaqəli hərəkəti tələb olunur: pəstahın oxboyu hərəkəti, ona perpendikulyar hərəkət və çevrəvi veriş. Lakin, novların barmaq frezi ilə frezlənməsinin məhsuldarlığı çox aşağıdır. Bu, kəsmə prosesinin kiçik kəsmə sürətlərində həyata keçirilməsi və kəsici alətin konstruksiyasının mürəkkəb, sərtliyinin isə nisbətən aşağı olması ilə əlaqədardır. Buna görə də, fırlanma yan səthləri üzərində, oxu onların oxuna perpendikulyar olan kiplik novlarının burulğan üsulu ilə emal texnologiyası təklif edilmişdir.

Emal üsulunun bir sıra nəzəri və təcrübi məsələləri tədqiq edilmişdir. Lakin, bu üsulun texnoloji imkanları yetərincə araşdırılmamış və emal keyfiyyətinin təmin edilməsi ilə bağlı nəzəri əsaslar tam şəkildə işlənməmişdir. Bu məqsədlə, ilkin variant kimi işlənmiş texnoloji prosesdə alətin şaquli verişinin mexaniki intiqalla təmin edilməsi nəzərə alınmamışdır. Nəticədə, alətin novun dərinliyi üzrə kəsmə dərinliyinin təmin edilməsi ilə bağlı yaranan problem hələ də həllini tapmamışdır. Silindrik və konik yan səthlərdə kippəc yuvalarının torna tipli kəşkilərlə burulğan üsulu ilə kəsilməsi yeni bir yanaşmadır. Prosesin yerinə yetirilməsi zamanı kəsmə mexanizmi ilə emal keyfiyyəti arasındakı əlaqələrin aşkar edilməsi aktual bir tədqiqat məsələsi olaraq qalır.

Novların bu üsulla formalaşdırılmasını həyata keçirmək üçün əməliyyatın konstruktiv-texnoloji məsələləri dərinlənən araşdırılmalı, texnoloji sistem elementlərinin hər birinin ayrılıqda və onların vahid sistemdəki parametrlərinin tələb olunan optimal qiymətləri təmin edən kəsmə prosesi işlənməlidir. Eyni zamanda, novun konstruktiv elementlərinin həndəsi əlaqələri nov formalaşdırıcı başlığın – alətin konstruksiyasında nəzərə alınmalıdır. Novların emal xüsusiyyətləri və nov kəsən alətlərin mövcud istismar təcrübəsinə əsaslanaraq, fırlanma yan səthində nov formalaşdıracaq alətin konstruksiyası layihələndirilməlidir.

Novun konstruksiyasındakı ölçü əlaqələrini imitasiya edən texnoloji və kinematik ölçü əlaqələri əsasında emal sxeminin nəzəri əsasları işlənməlidir. Qəbul edilmiş kəsmə sxemini reallaşdırmaq üçün xətti və çevrəvi verişlər arasındakı analitik əlaqələr müəyyən edilməli və bu əlaqələri təmin edən veriş qurğusunun konstruksiyası işlənməlidir. Nəticə etibarilə, texnoloji əməliyyatın cəldliyinin və səmərəliliyinin artırılmasını təmin edən tədbirlər işlənməlidir.

Texnoloji sistem elementləri arasındakı həndəsi əlaqələr, novun konstruktiv elementləri arasındakı həndəsi əlaqələrin təmin edilməsi və əməliyyata qoyulan əlaqələrin əlverişliliyi prinsipi əsasında həll edilməlidir.

Əsas məqsədlərdən biri, silindrik və konik yan səthlərdə kippəc novlarının burulğan üsulu ilə kəsilməsində keyfiyyətin təmin edilməsi ilə bağlı nəzəri əsasların işlənməsidir.

5.3. Novların burulğan üsulu ilə emal keyfiyyətini təmin etmənin əsasları

Novların formalaşdırılmasında konstruktiv və texnoloji məsələlər. İstənilən texniki vasitənin keyfiyyətinin təmin edilməsi və idarə olunması yalnız onun optimal konstruksiyaya malik olması ilə deyil, eyni zamanda istehsal prosesində optimal texnoloji metodların tətbiqi ilə də əlaqəlidir. Bu məqsədlə, novun formalaşdırılmasının keyfiyyətinə qoyulan əsas konstruktiv tələblər təqdim edilmişdir (şək. 5.1.2, a).

Novaltı silindrik və ya konik səth torna üstyonma ilə formalaşdırıldığından, pəstahalma üsulu əhəmiyyət kəsb etmir və burada onun araşdırılmasına ehtiyac qalmır.

Novların burulğan üsulu ilə kəsilməsi üçün əməliyyatın konstruktiv və texnoloji məsələləri araşdırılmalı, nov formalaşdırıcı başlığın (alətin) konstruksiyası işlənməlidir. Novun konstruktiv elementlərinin həndəsi əlaqələrindən və ölçü zəncirləri nəzəriyyəsiindən istifadə etməklə, texnoloji sistem elementlərinin hər birinin parametrlərinin tələb olunan optimal qiymətlərini təmin edən kəsmə prosesi reallaşdırılmalıdır. Novların emal xüsusiyyətləri və nov kəsən alətlərin mövcud istismar təcrübəsinə əsaslanaraq, fırlanma yan səthində nov formalaşdıracaq alətin konstruksiyası layihələndirilməli, emal üsulunun

kəsmə sxemi və yerinə yetirilmə üsulu işlənməli və sınaqdan keçirilməlidir.

Formalaşdırmanın texnoloji əsası. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, fırlanma yan səthlərində novların emalında əməliyyata daha az və sadə həndəsi texnoloji əlaqə qoyulan emal üsulu daha səmərəlidir.

Fırlanma yan səthlərində kiplik novlarının ənənəvi emalı rəqəmli proqram idarəetmə (RPI) dəzgahlarında barmaq frezi ilə həyata keçirilir. Pəstahın uzununa, eninə və çevrəvi ilişgili veriş hərəkətləri təmin edilir. Əməliyyata iki növ həndəsi texnoloji əlaqə qoyulur:

- bir ədəd I növ həndəsi texnoloji əlaqə: pəstahın eninə, uzununa və çevrəvi veriş-üçtərəfli əlaqəsi. Belə əlaqə həтта iki ədəd ikitərəfli I növ əlaqələrdən də mürəkkəbdir.

- bir ədəd II növ həndəsi texnoloji əlaqə: frez və novun ölçü-profil əlaqəsi.

Üçtərəfli əlaqə, texnoloji baxımdan reallaşdırılması kifayət qədər mürəkkəb olan kinematik həndəsi əlaqədir. O, mexaniki emal zamanı texnoloji sistemin elementlərinin dinamik vəziyyətində formalaşır. Çoxsaylı texnoloji və konstruktiv amillərin olması, onların arasındakı iki və çoxtərəfli əlaqələr, eləcə də yüksək emal keyfiyyətinin təmin edilməsi onun həyata keçirilməsini mürəkkəbləşdirir. Ona görə də, onun ikitərəfli iki ədəd həndəsi əlaqə ilə əvəzlənməsi texnoloji baxımdan daha əlverişli olar.

Novun emalı üçün işlənmiş burulğan üsulunda əməliyyata üç həndəsi texnoloji əlaqə qoyulur:

- bir ədəd I növ həndəsi texnoloji əlaqə: pəstahın eninə və çevrəvi verişləri – iki - tərəfli əlaqəsi,

- iki ədəd II növ həndəsi texnoloji əlaqələr: kəski və novun ölçü-profil əlaqəsi; alətin yerləşməsi - novun çevrəvi ölçüsü əlaqəsi.

II növ həndəsi texnoloji əlaqələr sadə və statik xarakter daşıyır. Onlar statik şəraitdə həyata keçirilir və təmin olunması çətinlik yaratmır.

Buna görə də, mövcud emal prosesinin mürəkkəb üçtərəfli dinamik birinci növ həndəsi texnoloji əlaqəsi, işlənmiş prosesdə sadə, ikitərəfli dinamik və daha sadə, statik həndəsi texnoloji əlaqə ilə əvəz olunur. Nəticədə əlaqələrin reallaşdırılması və onların yüksək dəqiqliyinin təmin edilməsi asanlaşır.

İkinci variant, emal keyfiyyəti və istehsal səmərəliliyinin təmin edilməsi baxımından birinciyə nisbətən daha texnoloji cəhətdən sadə və daha əlverişlidir. Novların ikinci variant üzrə emalı burulğan üsulu ilə kəsilmə adlandırılmışdır. Burulğan üsulu ilə nov kəsmənin iki fərqli texnologiyası işlənmiş, Sabunçu İstehsalat Birliyi və B. Sərdarov adına Maşınqayırma Zavodunda sınaqdan keçirilmiş və tətbiq edilmişdir. Bu texnologiyalardan birində pəstahın çevrəvi və xətti verişləri arasındakı əlaqə dəzgahın intiqalı ilə (RPİ dəzgahında emal), digərində isə xüsusi dəzgah tərtibatının köməyi ilə (universal frez və içyonuş dəzgahlarında emal) təmin edilmişdir.

Neft sənayesində istifadə olunan 3PK.004 tipli silindrik kranların kipləşdirmə sisteminin əsas hissələrindən birində, içlikdə belə bir səthdən istifadə olunur (Şək. 5.1.2, a). Dairəvi en kəsikli elastiki kipləşdirici element-kipkəc üçün içliyin əyrixətli fırlanma konik səthi üzərində çevrə boyunca, səthə perpendikulyar yerləşən xüsusi formalı nov nəzərdə tutulur. Aydınır ki, formalaşdırılması baxımından mürəkkəb konstruksiyalı belə bir novun emalı konstruktor tərəfindən ona təyin edilmiş çoxsaylı keyfiyyət parametrlərini tələb edir:

- novun yerləşmə səthinin diametrinin dəqiqliyi;
- novun eninin dəqiqliyi;
- novla keçid dəşiyinin biroxluluq dəqiqliyi;
- novun dibinin dəyirmilik radiusunun dəqiqliyi;
- novun xarici və daxili çevrələrinin diametr dəqiqlikləri;
- novun profilinin lokal simmetriya oxlarının fırlanma konik səthə perpendikulyarlıq dəqiqliyi;
- novun çevrələrinin dairəvilik dəqiqlikləri;
- novu formalaşdıran səthlərin kələ - kötürlüklərini təmin etməklə yanaşı, həm də iqtisadi səmərəliliyi təmin etməlidir.

Novu formalaşdırma keyfiyyətinə qoyulan əsas tələblər aşağıdakılardır:

- novun yerləşmə diametri üzrə dəqiqliyi;
- novun eninin dəqiqliyi;
- novla yuvanın biroxluluq dəqiqliyi;
- novun dərinliyinin dəqiqliyi;
- novun dibinin dəyirmilik radiusunun dəqiqliyi;
- novun çevrələrinin diametr dəqiqlikləri;

- novun oxunun yuvanın oxu ilə biroxluluğu;
- novun profilinin lokal simmetriya oxlarının fırlanma konik səthə perpendi- kulyarlığının dəqiqliyi;

- novun çevrələrinin dairəvilik dəqiqlikləri;
- novu formalaşdıran səthlərin kələ - kötürlüyüdür.

İstənilən səthin, o cümlədən novun tələb olunan keyfiyyətini təmin etmək üçün aşağıdakı konstruktiv və texnoloji məsələlər həll edilməlidir:

- səthin tələb olunan keyfiyyətdə səmərəli emalına şərait yaradan pəstah istehsalı;

- müvafiq keyfiyyətli alətin layihələndirilməsi (və ya seçilməsi) və istehsalı;

- səthin tələb olunan keyfiyyətdə formalaşmasını təmin edən kəsmə sxeminin işlənməsi (və ya seçilməsi);

- müvafiq dəqiqliyə malik, qəbul edilmiş kəsmə sxemini və emal prosesinin optimallığını təmin edən avadanlığın seçilməsi və tələb olunan halda onun təkmilləşdirilməsi.

İstənilən texnoloji əməliyyatın səmərəli təşkilinin əsasını onun emal keyfiyyəti və məhsuldarlığının təmin edilməsi üçün nəzəri əsasların işlənməsi və idarə edilməsi təşkil edir. Buna görə də, burulğan üsulu ilə nov kəsmədə dəqiqliyin təmin edilməsinin nəzəri əsaslarının tədqiqi aktual bir məsələdir. Burada, fırlanma yan səthi üzərində burulğan üsulu ilə kəsilmiş novların çevrəvi dəqiqliklərinin təmin edilməsi məsələləri işıqlandırılır.

Qoyulmuş məsələnin həlli üçün maşın hissələrinin hazırlanmasında dəqiqliyin təmin edilməsinin nəzəri əsasları, ölçü zəncirləri və vektor nəzəriyyələrindən istifadə edilir.

Beləliklə, texnoloji sistem elementlərinin hər birinin ayrılıqda və onların vahid sistemdə tələb olunan keyfiyyətlərinin optimal variantının təmin edilməsi üçün novun konstruktiv elementlərinin həndəsi əlaqələri nəzərə alınmalı və həmin əlaqələr, ötürmə mexanizmini nəzərə alaraq texnoloji sistem elementlərinə-alətə, kəsmə mexanizminə və s. verilməlidir. Texnoloji sistem elementləri və onların arasında yaradılan həndəsi əlaqələr emal prosesinin gedişində, müəyyən miqyas və dəqiqliklə pəstaha köçürülür.

Mövcud prosesdə mürəkkəb konstruksiyalı, aşağı radial sərtliyə

malik barmaq frezi, işlənmiş prosesdə sadə konstruksiyalı, yüksək sərtlilikli kəski ilə əvəz edilir. Kəskinin istehsalı və yeyildikdən sonra kəsmə qabiliyyətinin bərpası barmaq frezinə nisbətən daha səmərəlidir.

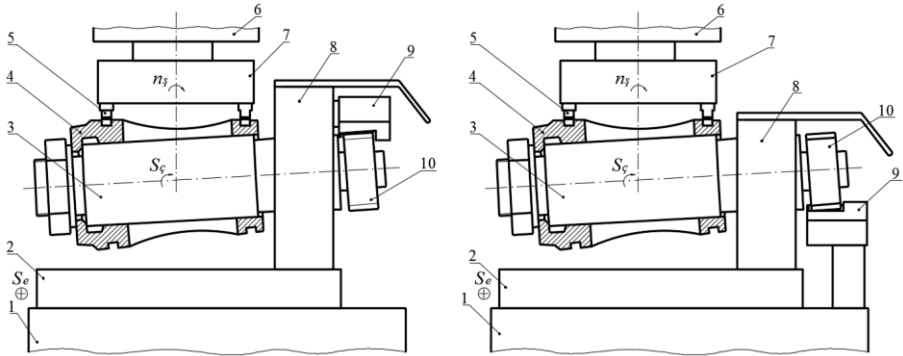
5.4. Profilin emalı üçün həndəsi forma texnoloji əlaqələrinin burulğan üsulu ilə təmin edilməsi

Məhsuldarlığı artırmaq məqsədilə, fırlanma yan səthlərində müxtəlif en kəsiyi olan çevrə üzrə yerləşmiş novların emalı zamanı çoxsaylı profillənmiş kəski ilə kəsmə sxemi qəbul edilir. Kəskilər, yan frezlərində olduğu kimi, çevrə üzrə kəskitutan başlıqda bərkidilir. Kəskilərin profilləri və onların yerləşmə vəziyyətləri ilə ölçüləri, emal olunan novun ölçüləri ilə uzlaşdırılır. Emal sxeminin mahiyyəti, novun konstruksiyasındakı ölçü əlaqələrini imitasiya edən texnoloji və kinematik ölçü əlaqələrinin texnoloji sistemin elementləri arasında yaradılmasından ibarətdir.

Kəsmə prosesi, uyğun konstruktiv elementlərə malik fırlanan alətlə, pəstahın uzlaşdırılmış uzununa S_x və çevrəvi S_φ veriş hərəkətlərində aparılır (şək. 5.4.1). Bu zaman, alətin tələb olunan kəsmə dərinliyinə daxil olması, yalnız pəstahın (və ya alətin) şaquli veriş S_φ hərəkəti ilə təmin edilir.

Fırlanma yan səthlərində kiplik novlarının burulğan üsulu ilə emal etmək üçün 2E440A modelli koordinat içyonuş dəzgahı modernizə edilmişdir. Modernləşdirmənin mahiyyəti, novun formalaşdırılması zamanı pəstahın uzununa veriş hərəkətindən hən də onun dönmə çevrəvi veriş hərəkətini təmin etməkdir. Pəstahın uzununa və çevrəvi veriş hərəkətlərini əlaqələndirmək üçün dişli çarx-tamasa ötürməsi daha məqsədəuyğun hesab edilir (şək. 5.4.1).

Tamasa 9 emal zamanı tərpənməz olan stolun 2 supportu 1 üzərində bərkidilir. Tamasa 9 ilə ilişən dişli çarx 10 isə sağanağın 3 oxu üzərində yerləşdirilir. Pəstah 4 dayağa - gövdəyə nəzərən digər tərəfdə, sağanağın üzərində yerləşdirilir. Təchizat vasitəsinin gövdəsi 8 pəstahı 4 yerləşdirmə və dönmə elementlərinin tələb olunan və vəziyyətlərini təmin etməklə stolun 2 uzununa veriş suppotru üzərində yerləşdirilir.



Şəkil 5.4.1. Novu kəsmək üçün koordinat içyonuş dəzgahının modernizə sxemi

Beləliklə, uzununa supportun 2 hərəkəti zamanı pəstahın oxu 3 üzərində oturdulmuş dişli çarx 10 tamasa 9 üzərində diyirlənməyə məruz qalır və dönür, onun dönməsi pəstahın 4 dönməsini döğürür. Beləliklə, pəstahın uzununa veriş S_x və çevrəvi veriş S_g hərəkətləri arasında korrelyasiya əlaqəsi təmin edilir. Aydındır ki, pəstahın verişləri arasındakı korrelyasiya əlaqəsinin parametrik funksiyası $S_g=f(S_x)$ içliyin üzərindəki novun konstruktiv elementləri arasındakı ölçü əlaqələrindən asılıdır. Bu əlaqəni təmin etmək üçün dişli çarx - tamasa ilişməsinin parametrləri onlarla uzlaşdırılmalıdır.

5.4.1. Novun çevrəvi formasını təmin edən həndəsi forma texnoloji əlaqələri riyazi modeli

Novun emal üsulunun mahiyyətini onun konstruksiyasındakı ölçü əlaqələrini imitasiya edən texnoloji və kinematik ölçü əlaqələrinin yaradılması təşkil edir.

Emal prosesinin texnoloji məsələsi müvafiq konstruktiv elementlərə malik olan alətin fırlanma hərəkəti ilə, pəstahın uzlaşdırılmış eninə və çevrəvi veriş hərəkətlərinin təmin edilməsindən ibarətdir. Beləliklə, emal prosesinin işlənməsində əsas texnoloji məsələ pəstahın xətti verişi S_x ilə onun çevrəvi verişi S_g arasında funksional əlaqənin $S_g=f(S_x)$ müəyyən edilməsi və onun reallaşdırılmasıdır. Bu asılılığı çıxarmaq

üçün hər iki veriş parametrinin (S_x və S_φ) zamanla t əlaqələrindən $S_x=f(t)$ və $S_\varphi=f(t)$ istifadə edək.

Aydındır ki, təklif olunan sxem üzrə novun emalına sərf olunan zaman müddəti (maşın vaxtı) t olarsa, onda həmin müddətdə nov üçün xətti emal uzunluğu l verişdən asılı olaraq aşağıdakı ifadədən təyin edilir (şəkl. 5.4.2,a):

$$l = d = S_x \cdot t \quad (5.4.1)$$

Burada, d - novun profilinin simmetriya oxu üzrə əhatə çevrəsinin diametridir.

O, cizgiyə əsasən, novun ölçüsü ($\varnothing 34$ mm) ilə novun eninin (3,5 mm) cəmi ilə təyin edilir. (5.4.1) ifadəsindən:

$$t = \frac{d}{S_x} \quad (5.4.2)$$

Qeyd olunan t zaman müddətində S_φ çevrəvi verişlə pəstahın α bucağı qədər dönməsi baş verməlidir. Yəni, pəstahın dönməsi t müddətində reallaşmalıdır. Çevrəvi verişlə kəsmə parametrləri arasında əlaqə aşağıdakı ifadədən təyin edilir (şəkl. 5.4.2,a):

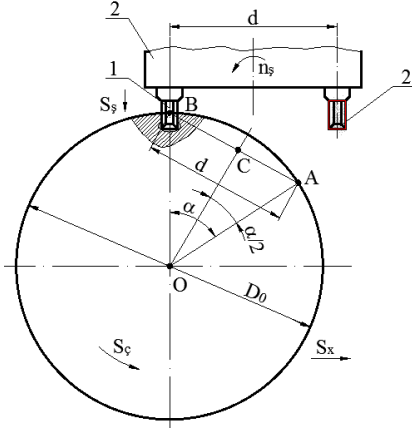
$$S_\varphi \cdot t = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360} \quad (5.4.3)$$

Burada, α – novun profilinin simmetriya çevrəsi üzrə əhatə bucağı (şəkl. 5.4.2., a);

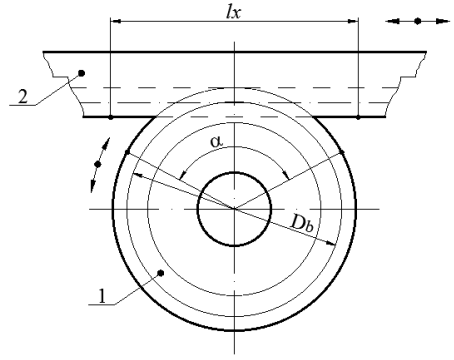
D_0 – novun yerləşdiyi fər lanma səthinin nominal diametridir.

Kəsmə prosesində pəstahın xətti veriş uzunluğu novun veriş istiqamətindəki ən böyük xətti uzunluğu, pəstahın ən böyük dönmə bucağı α isə diametri D olan çevrənin uzunluğu d olan vətərinə uyğun bucaq olmalıdır. Onda pəstahın dönmə bucağı-əhatə bucağı α olar. Beləliklə, novun profilinin α əhatə bucağı ΔAOC -dən təyin edilir:

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{d}{D} \quad (5.4.4)$$



a) kəsmə sxemi



b) tamasa - dişli çarx ötürməsi

Şəkil 5.4.2. Novun formalaşması sxemi

(5.4.3) ifadəsindən:

$$t = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360 \cdot S_\varphi} \quad (5.4.5)$$

(5.4.2) və (5.4.5) ifadələrinin bərabərliyindən:

$$\frac{d}{S_x} = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360 \cdot S_\varphi} \quad (5.4.6)$$

Sonuncu ifadədən:

$$S_\varphi = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha \cdot S_x}{360 \cdot d} \quad (5.4.7)$$

alırıq. (5.4.4) ifadəsini (5.4.6) ifadəsində nəzərə alsaq [32, s. 13; 175, s. 87]:

$$S_\varphi = \frac{\pi \cdot D_0 \cdot S_x \cdot \arcsin \frac{d}{D_0}}{180 \cdot d} \quad (5.4.8)$$

alarıq. Burada, d - novun daxili çevrə üzrə nominal diametri, mm; S_x - novkəsmədə xətti veriş, mm/dövr; $S_ç$ - çevrəvi veriş, mm/dövr; D_0 - novun yerləşdiyi fırlanma səthinin nominal ölçüsü – diametridir. (5.4.8) ifadəsi çevrəvi verişin riyazi modeli, onun xətti verişlə funksional əlaqəsidir, $S_ç = f(S_x)$. Novu təklif olunan sxem üzrə kəsmək üçün (5.4.8) asılılığını həyata keçirməyə imkan verən konstruktiv-texnoloji həll işlənəlməlidir.

Xətti-çevrəvi verişlər əlaqələsinin reallaşdırılması. Emal prosesi-nin səmərəliliyi çevrəvi verişin riyazi modelinin (5.4.8) reallaşdırıl-masından əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. (5.4.8) asılılığını həyata keçirmək üçün uyğun mexanizmlər araşdırılmış və bu məqsəd üçün əlverişli olan tamasa-dişli çarx mexanizmi qəbul edilmişdir. Nəzərə almaq lazımdır ki, bu halda tamasa-dişli çarx ötürməsi (5.4.8) riyazi modelini təmin edən parametrlərə malik olmalıdır. Konstruktiv məsələni tamasanın $d = l$ qədər xətti yerdəyişməsində pəstahın α bucağı qədər müntəzəm dönməsinin təmin edilməsi təşkil edir.

Ayındır ki, tamasa-dişli çarx ötürməsində tamasa ilə ilişən dişli çarxın dönmə bucağı α olmalı və bu dönmə bucağına müvafiq qövsün uzunluğu pəstahın veriş uzunluğuna L uyğun olmalıdır, yəni $\overline{AB} = l = d$ şərti təmin edilməlidir (şək. 5.4.2,b).

Məsələnin konstruktiv həllinə əsasən, dişli çarxın 1 oxu pəstahın oxu ilə üst - üstə düşməli, onlar biroxlı olmalıdır (şək. 5.4.2, b). Tamasa 2 isə onunla ilişməlidir. Onların səlis ilişməsinə və

yuxarıdakı (5.4.8) şərti dişli çarxın bölgü çevrəsinin yalnız müəyyən D_0 diametrində təmin etmək olar. Qeyd olunanlara əsasən:

$$\frac{\pi \cdot D_0}{360} \cdot \alpha = l = d \quad (5.4.9)$$

şərti ödənilməlidir. Burada, D_b - dişli çarxın bölgü çevrəsinin diametridir.

Sonuncu (5.4.9) ifadəsindən dişli çarxın bölgü çevrəsinin diametri təyin edilir (5.4.10).

$$D_0 = \frac{360 \cdot d}{\pi \cdot \alpha} \quad (5.4.10)$$

Ümumiyyətlə dişli çarx - tamasa ötürməsində modulun m qiyməti prinsipə, əhəmiyyət kəsb etmir. Lakin buna baxmayaraq onun qəiyəti ilişmənin səlisliyini təmin etməli və qapama əmsalı $1,1 \div 1,3$ olmalıdır.

Yeni mexaniki emal üsulun tətbiqindən sonra kəsilmiş novların dəqiqlik parametrləri yoxlanılmış və işlənmiş nəzəri əsasların düzgünlüyü təsdiq edilmişdir. Beləliklə, fırlanma yan səthlərində burulğan üsulu ilə novun emalı prosesi, onun konstruktiv parametrlərinin dəqiqliyi baxımından kifayət qədər nəzəri əsasa malikdir.

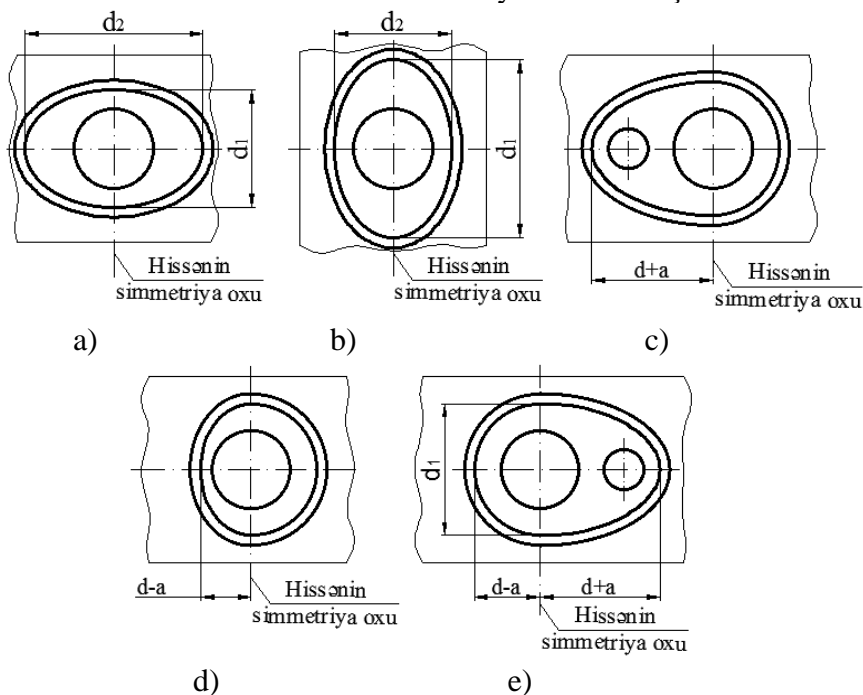
5.5. Həndəsi forma texnoloji əlaqələrini idarə etməklə burulğan üsulu ilə novkəsmənin texnoloji imkanlarının artırılması

Burulğan üsulu ilə fırlanma səthləri üzərində novların kəsilməsi mütərəqqi texnologiyalardan biridir. Üsulun mahiyyəti, pəstahın uzlaşdırılmış çevrəvi və xətti verislərindən istifadə etməklə, fırlanan kəsiki başlığında yerləşmiş kəsiklərlə (alətlərlə) novun kəsilməsini təşkil edir (Şək. 5.4.2). Bu üsul, silindirik formalı keçid yuvası ətrafında, fırlanma səthi üzərində çevrəvi-əyrixətli kontura malik novun kəsilməsini təmin edir. Bunun üçün pəstahın çevrəvi və xətti verisləri arasındakı funksional asılılıq çıxarılmış, onun təmin edilməsi mexanizmi müəyyən edilmiş və konstruktiv həll təklif edilmişdir. Üsul yeni olduğundan, onun texnoloji imkanları haqqında məlumat məhduddur. Lakin müasir texnika və texnologiyaların inkişaf səviyyəsi, indiyə qədər texnoloji hesab edilməyən, lakin istismar baxımından səmərəli olan səthlərin istifadə edilməsinə geniş imkanlar yaradır. Bu baxımdan, burulğan üsulu ilə nov kəsmənin texnoloji imkanlarının aşkar edilməsi aktual və maraqlı bir məsələdir. Beləliklə, üsulun təklif etdiyi texnoloji imkanlar, müxtəlif təyinatlı və konstruksiyalı yığma vahidlərində müvafiq təyinat üzrə istifadə edilməsinə şərait yaradır.

Novun kəsilməsində kəskitutan başlığının konstruksiyası, novun konstruksiyasındakı ölçü əlaqələrinin inikasını təşkil edir. Alətin oxundan olan məsafə, novun çevrəsinin diametrini ifadə edir. Emal prosesi zamanı isə, həmin ölçü, oxdan keçən kəsikdəki ölçünü

formalaşdırır (şək. 5.4.2). Üsulun özəlliyi, bu ölçünün stabilliyinin təmin edilməsində dayanır.

Novun eninə kəsik üzərindəki ölçüsünün formalaşmasında çevrəvi və xətti verişlər arasındakı əlaqənin xüsusi rol oynamasıdır. Bu əlaqəni idarə etməklə novun kontur üzrə konstruksiyasını və həmçinin onun çevrəvi dəqiqliyini idarə etmək olar. Şəkil 5.5.1 - də burulğan üsulu ilə kəsilməsi mümkün olan novların konstruksiyaları verilmişdir.



Şəkil 5.5.1. Burulğan üsulu ilə kəsilə bilən bəzi qapalı fasonlu profillərin konstruksiyaları

Belə konstruksiyaların emalında d_1 ölçüsünü alət başlığındakı tərtibat ölçüsü, yəni alətlərin yerləşmə ölçüsü d_a , d_2 ölçüsünü isə çevrəvi və xətti verişlər arasındakı funksional əlaqə $S_\zeta = f(S_x)$ təmin edir. Bir necə variant üçün novun konstruksiyasına baxaq:

A. Novun konstruksiyası hissənin simmetriya oxundan keçən müstəviyə nəzərən simmetrikdir:

1. Oxboyu kəsikdə diametr $d_0 = d_1 = d$, oxa perpendikulyar kəsikdə diametr $d_p = d_2 = (d + a)$ (burada a - oxa perpendikulyar kəsikdə diametrin böyüməsidir). Bu halda pəstahın xətti yerdəyişməsi $l_x = (d + a)$; Çevrəvi veriş ilə xətti veriş arasındakı asılılıq isə:

$$S_{\zeta} = \frac{\pi \cdot D \cdot S_x \cdot \arcsin \frac{d+a}{D}}{180 \cdot (d+a)} \quad (5.5.1)$$

olur. Burulğan üsulu ilə kəsilmiş növ şəkil 5.5.1, a-da göstərilmiş konstruksiya malik olur.

2. Oxboyu kəsikdə diametr $d_0 = d_1 = d$, oxa perpendikulyar kəsikdə diametr $d_p = d_2 = (d - a)$ (burada a - oxa perpendikulyar kəsikdə diametrin kiçilməsidir).

Bu halda $l_x = (d - a)$ olur.; Çevrəvi veriş ilə xətti veriş arasındakı asılılıq isə:

$$S_{\zeta} = \frac{\pi \cdot D \cdot S_x \cdot \arcsin \frac{d-a_1}{D}}{180 \cdot (d+a_1)} \quad (5.5.2)$$

olur. Burulğan üsulu ilə kəsilmiş növ şəkil 5.5.1, b-də göstərilmiş konstruksiya malik olur.

B. Novun konstruksiyası hissənin simmetriya müstəvisinə nəzərən qeyri-simmetrikdir. Bu halda çevrəvi və xətti verişlər arasındakı funksional əlaqə $S_{\zeta} = f(S_x)$ simmetriya müstəvisinin sağ və sol tərəflərində bir - birindən fərqlənir:

1. Əgər oxboyu kəsikdə diametr $d_0 = d$, oxa perpendikulyar kəsikdə simmetriya müstəvisinin sağ tərəfində diametr $d_p = d$, simmetriya müstəvisinin sol tərəfində isə $d_p = (d + a)$ ifadəsinə bərabərdir (şək. 5.5.1, c). Bu halda çevrəvi veriş ilə xətti veriş arasındakı asılılıq $S_{\zeta} = f(S_x)$ simmetriya müstəvisinin sağ tərəfində (5.5.1) ifadəsi üzrə, onun sol tərəfində isə $l_x = (d - a)$ olmaqla uyğun ifadə üzrə təmin edilməlidir.

2. Əgər, oxboyu kəsikdə diametr $d_0 = d$, oxa perpendikulyar kəsikdə simmetriya müstəvisinin sağ tərəfində diametr $d_p = d$,

simmetriya müstəvisinin sol tərəfində isə $d_p = (d - a)$ - dir (şək. 5.5.1, d). Bu halda çevrəvi veriş ilə xətti veriş arasındakı asılılıq $S_\zeta = f(S_x)$ simmetriya müstəvisinin sağ tərəfində (5.5.1) ifadəsi üzrə, onun sol tərəfində isə $l_x = (d - a)$ olmaqla uyğun ifadə üzrə təmin edilməlidir.

Beləliklə, simmetriya müstəvisinin sağ və sol tərəflərində müxtəlif çevrəvi diametr üzrə nov kəsmək üçün, iki hissədən ibarət olan çevrəvi və uzununa veriş əlaqəsi təmin edilməlidir.

5.6. Novun burulğan üsulu ilə formalaşdırılmasında kəsmə sxemləri

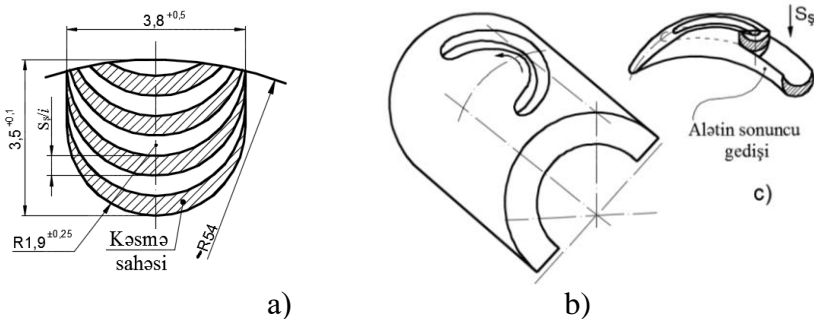
Fırlanma yan səthlərində kipləşdirici həlqənin novlarının kəsilməsində, fasiləsiz fırlanan alətin pəstahdan material çıxarma mexanizmi, bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənən iki sxem üzrə həyata keçirilir.

- pəstahın şaquli verişində, çıxarılan material qatının sabit qalınlığında;
- pəstahın bir - biri ilə uzlaşmış xətti və çevrəvi verişlərində, çıxarılan material qatının pazvari formasında.

Kəsmə sxemlərini, çıxarılan materialın en kəsiyi əlaqələrini araşdırmaq üçün burulğan üsulu ilə nov kəsmə sxeminə baxaq.

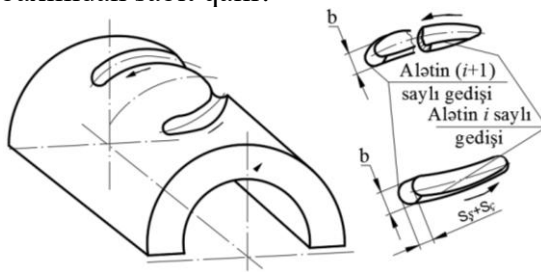
Fırlanma yan səthlərində novun burulğan üsulu ilə kəsilməsi aşağıdakı kimi reallaşdırılır: Novu emal etmək üçün kəsici alət başlığı 1 dəzgahın frez başlığının şpindelində, pəstah 3 isə torna dəzgahının patronunda (və ya ikinci texnologiyada, dəzgahın stolu üzərində yerləşdirilmiş dəzgah tərtibatının sağanağında) yerləşdirilir. Sazlama ilə alət 2 və pəstah 3 emal üçün tələb olunan qarşılıqlı vəziyyətə gətirilir (şək. 6.2.2). Novun kəsilməsi iki gedişə aparılır. İlk gedişdə alətə fırlanma hərəkəti (n) və şaquli istiqamətdə veriş hərəkəti (S_ζ) verilir. Yüksək tezliklə fırlanan alət-kəski (kəskilər) (2) özünün hər dövründə pəstahdan fasilələrlə material çıxarır. Alət novun dərinliyi qədər pəstaha daxil olduqda onun şaquli veriş hərəkəti dayandırılır. Pəstaha uzlaşdırılmış çevrəvi (S_ζ) və içliyin oxuna perpendikulyar istiqamətdə xətti veriş (S_x) hərəkətləri verilir (şək. 6.2.2). Pəstahın şaquli verişi S_ζ dəzgahın şaquli veriş intiqalı vasitəsi ilə novun h

dərinliyini təmin edənədək həyata keçirilir. Alətin hər işçi gedişində kəsilən qatın qalınlığı sabit qalır və $\frac{S_s}{i}$ –yə bərabər olur, burada, i alətin gedişlərinin sayıdır (şək. 5.6.1, a).



Şəkil 5.6.1. Şaquli verişlə novkəsmədə kəsmə sxemi (a), novun formalaşması (b) və çıxarılan materialın forması (c)

Kəsmənin gedişində alət pəstaha daxil olduqca çıxarılan qatın en kəsik sahəsi əvvəlcə, alətin radiusuna bərabər dərinliyə çatanaqədər artır, sonra isə nəzəri baxımdan sabit qalır.



Şəkil 5.6.2. Novu dairəvi və uzununa verişlə kəsdikdə materialın fasiləli çıxarılması sxemi

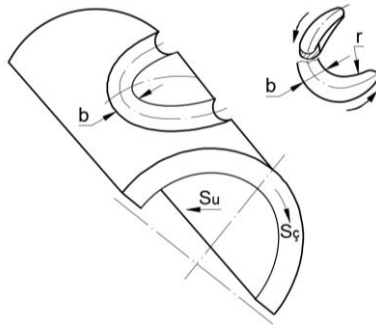
Kəsmə uzunluğu isə bütün proses ərzində fasiləli ardıcılıqla minimumdan maksimumadək artır (şək. 5.6.1, c).

Novun tələb olunan dərinliyinə h nail olduqdan sonra, pəstahın şaquli verişi dayandırılır və ona xətti - uzununa veriş verilir.

Bu zaman da kəsmənin yəni, yonqar əmələ gəlmə prosesinin iki sxemi fərqləndirilir.

1. Alətin hər dövründə materialın fasiləli çıxarılması (şək. 5.6.2). Novun formalaşması zamanı hər bir alət, hər gedişdə əyrixətli konturun iki tərəfindən yəni, simmetriya müstəvisinin sağından və solundan material çıxarır. Çıxarılan material dəyirmilənmiş (silindrik səthin radiusu ilə) pazvari formaya malik olur.

2. Alətin hər işçi gedişində bütöv material çıxarılır (şək. 5.6.3). Fasiləli formalaşdırmanın sonunda simmetriya müstəvisinin sağında və solunda formalaşan profillər qovuşur. Bütöv nov kəsilmiş olur.



Şəkil 5.6.3. Novu dairəvi və uzununa verişlə kəsdikdə materialın bütöv çıxarılması sxemi

Kəsilən novun perimetri üzrə çıxarılan materialın uzunluğu əsasən fərqlidir. Onun ən böyük uzunluğu novun şaquli verişlə kəsilməsində alətin sonuncu gedişinə, novun dairəvi və eninə verişlə kəsilməsində isə profilin sağ və sol tərəfindən çıxarılan materialın kəşilməsinin birinci gedişinə təsadüf edir.

5.7. Dişli səthlərin iskənələnməsində isgənənin bəzi həndəsi parametrlərinin riyazi modelləri

Mütərəqqi diş emalı üsullarından biri sürətli diş emalı prosesidir. Bu prosesdə istifadə edilən alət, tərəfimizdən hazırlanmış pilləli dişkəsən iskənədir. Mexaniki emal zamanı prosesin səmərəliliyinin artırılması və optimal nəticələrin əldə olunması üçün alətin həndəsi parametrlərinin düzgün müəyyənləşdirilməsi əsas məsələlərdən biri kimi çıxış edir. Bununla yanaşı, bu məqsədlə pilləli iskənə ilə diş kəsmə prosesində konstruktiv və texnoloji parametrlərdən asılı olaraq, kəsən

tilin meyl bucağı ilə dal bucağının riyazi modeli tərtib edilmiş və tətbiq üçün şıxarılmışdır.

Məqsəd funksiyası ilə müstəqil dəyişən parametrlər arasındakı funksional əlaqələri aşkar etmək məqsədilə, kəsmə müstəvisinə nəzərən kəsən tilin nöqtələrinin kinematikası geniş şəkildə tədqiq edilməlidir. Bu yanaşma, kəsici alətin işləmə prosesinin daha dərinədən başa düşülməsinə və təkmilləşdirilməsinə imkan yaradır. Meyl bucağı ilə dal bucağının riyazi modelləri, kəsmə prosesində bu bucaqların dəyişməsinin ətraflı araşdırılmasına şərait yaradır. Bu modellər, verilmiş emal şəraitində həmin bucaqların optimal qiymətlərinin müəyyənəşdirilməsinə və idarə edilməsinə imkan verərək, ümumilikdə emal prosesinin səmərəliliyini və dəqiqliyini artırmağa kömək edir.

Bu üsulla dişkəsmə mexanizminin araşdırılması göstərir ki, daxili dişlərin kəsilməsi zamanı bu yanaşmanın tətbiqi daha yüksək texnoloji nəticələr əldə etməyə şərait yaradır. Daxili dişlərin pilləli iskənə ilə kəsilməsinin səmərəliliyinin təmin edilməsi üçün, kəsici alətin bəzi həndəsi parametrlərinin düzgün müəyyənəşdirilməsi vacibdir. Alətin həndəsi parametrləri, kəsmə prosesinin səmərəliliyini təmin edən əsas texnoloji amillərdən biri olaraq qəbul edilir. Bu parametrlərin optimallaşdırılması, emal prosesinin daha dəqiq və effektiv aparılmasına, həmçinin istehsalın məhsuldarlığının artırılmasına kömək edir. Nəticədə, doğru parametrlər seçildikdə, daxili dişlərin kəsilmə prosesində daha yüksək dəqiqlik əldə edilir.

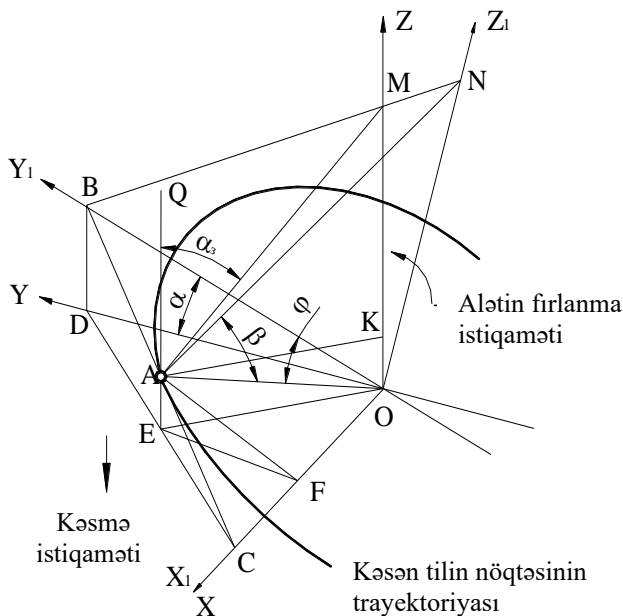
Diş iskənələmədə alətin əsas həndəsi parametrləri, kəsən tillərin meyl bucağı, dişlərin xarici çevrəsi, sağ və sol profilləri üzrə yan dal bucaqları və qabaq bucaqlarını əhatə edir. Bu parametrlər, kəsmə prosesinin düzgün və effektiv aparılması üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Pilləli iskənə ilə dişkəsmənin özəlliklərindən biri də, alətin həndəsi parametrlərinin dəzgah ilişməsində kəsən dişin vəziyyətindən asılı olaraq dəyişməsidir. Bu dəyişikliklər, həm alətin işçi hissəsinin optimal forma və vəziyyətdə qalmasını təmin edir, həm də emal prosesinin yüksək səmərəliliyi ilə nəticələnir. Beləliklə, alətin parametrlərinin dəzgah ilişməsindəki dəyişiklərə uyğunlaşdırılması, kəsmə prosesinin davamlılığı və dəqiqliyini artırmağa kömək edir.

Əlverişli kəsmə şəraitinin təmin edilməsi üçün, həndəsi parametrlərin kəsmə zonasında dəyişmə qanunauyğunluqları dərinədən

tədqiq edilməli və bu dəyişikliklər müvafiq şəkildə idarə olunmalıdır. Bu məqsədlə, pilləli iskənə ilə dişkəsmə prosesində konstruktiv və texnoloji parametrlərdən asılı olaraq, kəsən tilin meyl bucağı ilə iskənənin xarici çevrəsi üzrə dal bucağının riyazi modeli çıxarılmışdır. Bu model, kəsmə prosesinin müxtəlif mərhələlərində parametrlərin necə dəyişəcəyini proqnozlaşdırmağa və optimallaşdırmağa imkan verir. Məqsəd funksiyası ilə müstəqil dəyişən parametrlər arasındakı əlaqəni daha dəqiq aşkar etmək üçün, kəsmə müstəvisinə nəzərən tilin nöqtələrinin kinematikasını tədqiq edilmişdir.

Pilləli iskənə ilə dişkəsmədə kəsən til, ənənəvi diş kəsmədə olduğu kimi, alətin dişlərinin yan və xarici səthlərinin qabaq üzvlə kəsişməsi ilə formalaşır. Kəsmə prosesində alətin kəsən tilinin fırlanma müstəvisi, yonqarşixarma müstəvisi ilə iti bucaq əmələ gətirdiyindən, bu, alətin pəstahla işləmə şəraitinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Nəticədə, alətin dişlərinin dəzgah ilişməsinin müxtəlif bucaq vəziyyətlərində, kəsən tillərin meyl bucağı λ dəyişir. Xarici kəsən tilin təmsalında meyl bucağını tədqiq edərkən, ilkin yanaşma olaraq, kəsən tilin istiqamətini xarici çevrə üzrə dişin ortasından tilə çəkilmiş toxunanın istiqaməti kimi qəbul edirik. Bu yanaşmada, həmin toxunanla üfiqi müstəvi arasındakı bucaq, kəsən tilin meyl bucağını λ təşkil edir. Bu bucaq, alətin kəsici xüsusiyyətlərini və işləmə şəraitini əks etdirərək, kəsmə prosesinin düzgün aparılmasını təmin edən əsas parametrlərdən biridir. Kəsən tilin meyl bucağının düzgün hesablanması, emalın məhsuldarlığını və keyfiyyətini artırmaq üçün mühüm rol oynayır, çünki bu parametr kəsmə gücünün paylanmasını və materialın düzgün çıxarılmasını təmin edir.

Onun dəyişməsinə tədqiq etmək üçün, fərz edək ki, kəsən tilin istiqaməti fırlanma müstəvisi üzərinə düşür. Tutaq ki, kəsən diş, hesabat başlanğıcı olaraq qəbul edilən OY_1 koordinat oxuna nəzərən ixtiyari φ bucağı qədər dönmüşdür (şəkil 5.7.1). Belə olduqda, kəsən tilin orta nöqtəsi A, istiqaməti isə BC olar. Şəkildə, Y_1OX_1 – müstəvisi kəsən tilin fırlanma müstəvisi, YOX isə üfiqi müstəvidir. Kəsən tildən keçən vertikal müstəvi kəsmə müstəvisinə uyğun gəlir. OZ_1 oxu alətin fırlanma oxu, OZ isə pəstahın fırlanma oxudur. Bu model, kəsən tilin fırlanma müstəvisindəki dəyişiklikləri və kəsmə prosesinin təsirini ətraflı təhlil etməyə imkan verir.



Şəkil 5.7.1. Daxili diş iskənələmə sxemi

Həndəsi qurmadan istifadə edərək kəsən tilin meyl bucağını təyin edə bilərik. Burada, $AO=r_x$; $\angle Y_1 O Y = \angle Z_1 O Z = \alpha$; $BC \perp AO$; $AF \perp OX$; $BD \perp YO$; $AE \perp YOX$; $AE \parallel BD$; $\angle AFE = \alpha$; $\angle BOA = \angle OAF = \angle BCO = \alpha$; $\angle BCD = \lambda_x$;

Burada r_x - A nöqtəsinin radius vektoru, α – iskənə ilə pəstahın osları arasındakı çəprik bucağıdır. İndi isə λ_x -i təyin edək.

$\triangle AOF$ - dən

$$\frac{AF}{AO} = \cos \varphi; AF = AO \cos \varphi = r_x \cos \varphi.$$

$\triangle AEF$ - dən

$$\frac{AE}{AF} = \sin \alpha; AE = AF \sin \alpha = r_x \sin \alpha \cos \varphi \quad (5.7.1)$$

$\triangle ACO$ - dan

$$\frac{AO}{AC} = \operatorname{tg} \varphi ; AC = \frac{AO}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{r_x}{\operatorname{tg} \varphi}$$

ΔAEC -dən

$$\frac{AE}{AC} = \sin \lambda_x \quad (5.7.2)$$

AE və AC -nin qiymətini 5.7.1- də nəzərə alsaq

$$\sin \lambda_x = \frac{r_x \sin \alpha \cos \varphi}{\frac{r_x}{\operatorname{tg} \varphi}} = \sin \alpha \sin \varphi \quad \lambda_x = \arcsin (\sin \alpha \sin \varphi) \quad (5.7.3)$$

Beləliklə (5.7.3) ifadəsi xarici kəsən tilin meyl bucağının riyazi modelidir. Bu ifadənin araşdırılmasına əsasən $\varphi = 0$ olduqda $\lambda_x = 0$, $\varphi = 90^\circ$ olduqda $\lambda_x = \alpha$, $\varphi = 180^\circ$ olduqda $\lambda_x = 0$ olur.

Deməli, kəsən dişin $\varphi = 90^\circ$ vəziyyətində onun qabaq üzü fırlanma müstəvisi ilə α bucağı əmələ gətirərsə, onda bütün kəsən tillər üzrə maillik bucağı bərabər olur və ənənəvi dişiskənəlmədə olduğu kimi sıfır olur. Bu halda, aldığımız riyazi modelə əsasən, $\varphi = 90^\circ$ -dən hər iki tərəfə maillik bucağı böyüyür. Ona görə də kəsən tilin meyl bucağı dəzgah ilişməsinin $\varphi_1 < \varphi_2$ (burada φ_1 - ilişməyə girən anda, φ_2 -isə ondan çıxanda dişin vəziyyət bucağıdır $\varphi_1 = (90^\circ - \varphi)$; $\varphi_2 = (\varphi - 90^\circ)$); bucağı daxilində λ_x -in dəyişməsinin orta qiyməti qəbul edilməlidir. Alət və pəstanın oxları çəpləşdiyindən $\sin \varphi_1 \neq \sin \varphi_2$. Lakin bu fərq aydınlıq gətirici olduğuna görə nəzərə alınmaya bilər kiçik olduğuna görə nəzərə alınmaya bilər. Yəni

$$\lambda = \frac{1}{2} [\arcsin (\sin \alpha \cdot \sin 90^\circ) - \arcsin (\sin \alpha \cdot \sin \varphi_1)]$$

$$\lambda = 0,5 [\alpha - \arcsin (\sin \alpha \cdot \sin \varphi_1)] \quad (5.7.4)$$

Kəsən tilin meyl bucağının (5.7.4) ifadəsindən təyin edilmiş qiyməti, kəsən alətin dəzgah ilişməsinə girdiyi andan ilişmədən çıxdığı ana kimi, kəsmə prosesinin sabitliyini təmin edir. Bu cür yanaşma, kəsici alətin iş şəraitinin davamlı və optimal şəkildə işləməsini təmin edir, çünki kəsmə şəraitinin stabilliyi, kəsən tilin meyl bucağının düzgün tənzimlənməsi ilə əlaqədardır.

Kəsən tilin mail bucağına analoji olaraq, faktiki dal bucaq da alətin dişinin vəziyyətindən asılı olaraq dəyişir. Tutaq ki, iskanənin dişinin təpəsinin orta nöqtəsi A-dan keçən oxboyu kəsik üzrə dal səhətin əmələ gətirdiyi bucaq β -dir. Aydındır ki, bu halda alətin konstruksiyası üzrə dal bucağı $\alpha = (90^0 - \beta)$ olar. Kəsən diş OY_1 koordinant oxuna nəzərən ixtiyari φ bucağı qədər döndükdə faktiki dal bucağın qiymətini təyin edək. Məlumdur ki, iskanənin xarici çevrəsi üzrə kəsən tili çevrə qövsüdür. Dal bucağın A nöqtəsindəki faktiki qiymətini təyin etmək üçün kəsici tili bu nöqtə ətrafında düz xətt kimi qəbul edirik. Bu düz xətt şəkildə BC ilə üst-üstə düşür. Şəkildə AMOE müstəvisi A nöqtəsindən və pəstahın oxundan keçən müstəvi, AM isə bu müstəvinin alətin dal üzü ilə kəsişmə xəttidir. ΔANO alətin oxundan və kəsmə nöqtəsindən keçir, AN dal üzrə mənsub olan, alətin dal bucağını formalaşdıran xəttidir.

Deməli $\angle NAO = \beta$; $\angle AON = 90^0$.

Kəsmə prosesini təmin edən faktiki dal bucaq α_d qəbul edilmiş kəsmə istiqamətində pəstahın oxboyu kəsiyində formalaşır. Yəni $\angle QAM = \alpha_d$. M nöqtəsinin OZ oxu üzərindəki vəziyyəti B, N və A nöqtələrinin dal üz üzərində olmasına əsasən təyin edilir. Belə ki, AM dal üzlə oxboyu (pəstahın) müstəvinin, AN- dal üzlə oxboyu (alətin) müstəvinin AB-dal üzlə CBO müstəvisinin kəsişmə xətləri B, M və N nöqtələri isə bu xətlərin Y_1OZ_1 müstəvisi ilə kəsişmə nöqtələridir. Bununla əlaqədar olaraq, həndəsi qurmada həmin nöqtələrin bir düz xətt üzərində yerləşdiyini qəbul edirik.

Həndəsi qurmadan: $\angle QAM = \angle AMO = \alpha_d$; $\angle BAN = \angle NAC = 90^0$; $\angle OAB = 90^0$; $AK \parallel EO$; $AK = EO$; $\angle BON = 90^0$; $KO = AE$.

ΔAMK -dan dal bucaq

$$tg \alpha_d = \frac{AK}{KM} = \frac{EO}{KM}; \Delta EOA \text{ -dan } EO = \sqrt{AO^2 - AE^2} \quad (5.7.5)$$

(5.7.1) ifadəsini nəzərə alsaq

$$EO = \sqrt{r_1^2 - r_1^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi} = r_1 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi} \quad (5.7.6)$$

Sadələşdirmək üçün $BM=b$; $MN=d$; $MO=f$; $\angle NBO = \psi$; $\angle BNO = \gamma$ ilə işarə etsək

ΔMON -dən sinuslar teoreminə əsasən

$$\frac{d}{\sin \alpha} = \frac{f}{\sin \gamma}; \quad d = \frac{f \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma}; \quad (5.7.7)$$

$$\frac{b}{\sin(90^\circ - \alpha)} = \frac{f}{\sin \psi}; \quad b = \frac{f \cdot \cos \alpha}{\sin \psi}; \quad (5.7.8)$$

γ və ψ təyin etmək üçün BO və NO təyin edək. ΔBAO – dan

$$\frac{AO}{BO} = \cos \varphi; \quad BO = \frac{AO}{\cos \varphi} = \frac{r_x}{\cos \varphi};$$

ΔANO – dan

$$\frac{NO}{AO} = \operatorname{tg} \beta; \quad NO = AO \operatorname{tg} \beta = r_1 \cdot \operatorname{tg} \beta;$$

ΔBON – dən

$$BN = \sqrt{BO^2 + NO^2} = \frac{r_1}{\cos^2 \varphi} \sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta}$$

Uyğun olaraq,

$$\sin \psi = \frac{NO}{BN} = \frac{\cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta}{\sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta}}, \quad \sin \gamma = \frac{BO}{BN} = \frac{1}{\sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta}}$$

(5.7.5) və (5.7.6) ifadələrini tərəf tərəfə toplasaq

$$d + b = BN = \frac{f \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma} + \frac{f \cdot \cos \alpha}{\sin \psi}$$

və ya

$$\frac{r_1}{\cos \varphi} \cdot \sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta} = \frac{f \cdot \sin \alpha}{\frac{1}{\sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta}}} + \frac{f \cdot \cos \alpha}{\frac{\cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta}{\sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta}}}$$

Hər tərəfi $\sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta}$ -ifadəsinə bölsək,

$$f = \frac{r_1 \cdot \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta},$$

Onda (5.7.1) ifadəsini nəzərə alsaq

$$KM = f - AE = \frac{r_1 \cdot \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta} - r_1 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi \quad (5.7.9)$$

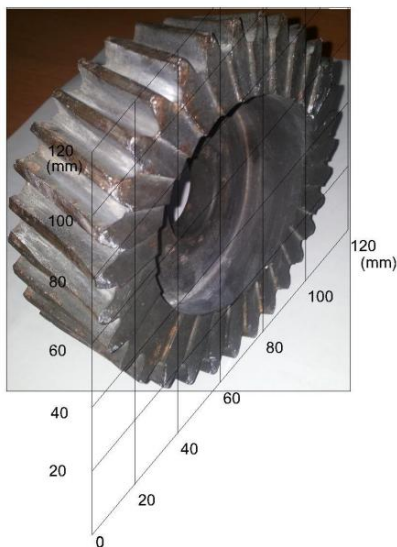
(5.7.6) və (5.7.9) ifadələrini (5.7.5) də nəzərə alsaq aşağıdakı sadələşməni ala bilərik:

$$\operatorname{tg} \alpha_d = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \varphi} \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta)}{\operatorname{tg} \beta - \sin \alpha \cdot \cos \varphi \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta)} \quad (5.7.10)$$

Beləliklə, β - bucağının verilmiş qiymətlərində dal bucaq α_d vəziyyət bucağı φ -dən asılı olaraq (5.7.10) riyazi modeli üzrə dəyişir. (5.7.10) -dən istifadə etməklə α_d -nin seçilmiş qiymətinə görə β - bucağını da təyin etmək mümkündür. Nəzərə almaq lazımdır ki, kəsmə prosesini təmin etmək üçün dal bucaq $\alpha_d > 0$ olmalıdır. Bu baxımdan, verilmiş emal şəraiti üçün α_d -nin əlverişli qiyməti qəbul edilərək β - bucağının qiyməti (5.7.10) ifadəsindən təyin edilməlidir. Pilləli iskanə ilə diş kəsmədə kəsmə zonası $\varphi_1 = (90^\circ - \varphi)$ və $\varphi_2 = (\varphi - 90^\circ)$ diapazonunu əhatə edir. φ_1 və φ_2 -nin qiyməti kəsilmə dişlərin parametrlərindən və iskanənin diametrindən asılıdır, $\varphi_1 \approx \varphi_2$. Alətin həndəsi parametrlərinin qiyməti onlardan böyüyünün qiymətinə əsasən aparılmalıdır.

(5.7.10) riyazi modeli tərs məsələnin həlli üçün əlverişlidir. Yəni, seçilmiş arxa bucağa görə alətin konstruktiv parametrini – β bucağını müəyyən etmək mümkündür. Sonuncu ifadə, alətinin kəsən dişinin kinematik arxa bucağının riyazi modelidir. Onu tətbiq edərək dönmə bucağının dəyişmə diapazonunu ($\varphi_{\min} < \varphi_{\max}$), burada φ_{\max} və φ_{\min} materialın çıxarılmasının başlanğıc və sonuna uyğun gələn bucaqlardır), görə alətin arxa bucağı müəyyən edilir.

Kəsici alətin kəsən dişinin əhatə hündürlüyünün təyin edilməsi, texnoloji prosesin idarə edilməsində və emal keyfiyyətinin təmin edilməsində xüsusi rol oynayır. Pilləli işsənənin kəsici dişləri seçilmiş səviyyə müstəvisində pilləli şəkildə yerləşdirilmişdir (şəkil 5.7.2).



Şəkil 5.7.2. Pilləli iskənə

Kəsici dişlərin əhatə hündürlüyü $2H$ -dir və bu, emal edilən dişli çarxın dişinin uzunluğu ilə pilləli işsənənin oxunun mailik bucağından asılıdır. Kəsici dişlərin əhatə hündürlüyünün artırılması alətin bütün dişlərinin emal prosesində iştirakını təmin etmir və bu, mexaniki emal prosesinin effektivliyini və dişlərin emal keyfiyyətini aşağı salır.

Kəsici dişlərin əhatə hündürlüyünün hesablanması, xarici dişlərin emal prosesinə uyğun olaraq aparılmışdır. Burada dəzgah işləməsinə

Alət və pəstahın oxlarının kəsişməsi səbəbindən onların ilişmə nöqtəsi başlanğıc A və A_1 nöqtələri emal edilən diş boyunca sürüşür (şək. 5.7.3). Bu halda, ilişmədə olan nöqtə pəstahın oxuna perpendikulyar olan eyni müstəvi üzərində olur və bütün nöqtələri alətin müxtəlif dişlərində yerləşir. Şəkil 5.7.3 -də xarici dişlərin emalında A və A_1 nöqtələrinin (kəsici dişin təpə nöqtəsi) formalaşmasının sxemi verilmişdir. A nöqtəsinin mövqeyi fəza ölçü zənciri ilə müəyyən edilir.

Burada BA – iskənənin kəsən dişinin xarici radiusu r_I ;
 AE – dişli çarxın xarici radiusu, R_I ;
 EC – alət və pəstahın oxları arasındakı ən qısa məsafə, a ;
 CO – kəsilən dişlərin uzunluğunun yarıısı, l ;
 OB – pilləli iskənənin dişlərinin əhatə hündürlüyünün yarıısı, H .



168

$$BA = r_1 = \frac{m_a}{2} + h_a; \quad AE = R_1 = \frac{mz}{2} + h_d;$$

$$EC = a = \frac{m_a \cdot z_a + mz}{2}$$

Burada h_a və h_d alət və dişli çarxın başlığının bölgü çevrəsinin hündürlüyü, z - emal edilən dişli çarda dişlərin sayı.

Fəza ölçü zəncirində (5.7.10) məlum olmayan BA və AE bəndlərinin istiqamətləri və BO – nun qiymətidir. Onun həllinin mahiyyəti, ölçü zəncirinin bəndlərinin verilmiş qiymətləri ilə əlaqənin təmin edən H -in qiymətinin müəyyən edilməsidir. BA və AE radius vektorlarının φ və θ bucaqlarına görə (alət kəsmə və pəstahın kontakt nöqtələrinin dönmə bucaqları şəkl. 5.7.3) uyğun olan istiqamətlərini qəbul edərək, $OXYZ$ koordinat sistemində Z və Y oxlarında ölçü zəncirinin bəndlərinin proyeksiyasını tapırıq.

$$\begin{cases} \sum Y_i = H \cdot \sin \alpha + r_1 \cdot \cos \theta \cdot \cos \alpha - R_1 \cdot \sin \varphi = 0 \\ \sum Z_i = l + r_1 \cos \theta \cdot \sin \alpha - H \cdot \cos \alpha = 0 \end{cases} \quad (5.7.12)$$

Son sistem tənliyini həll etdikdən sonra tapırıq:

$$\sin \varphi = \frac{H - l \cdot \cos \alpha}{r_1 \cdot \sin \alpha} \quad (5.7.13)$$

Ölçü zənciri (5.7.11) iki təşkiledici ölmü zəncirinə bölünərək

$$\overrightarrow{OA} = \overrightarrow{OB} + \overrightarrow{BA} \quad \text{и} \quad \overrightarrow{AO} = \overrightarrow{OC} + \overrightarrow{CE} + \overrightarrow{AE}$$

Nəzərə alsaq ki, o iki ümumi qapayıcı bənddən ibarətdir, bu halada:

$$\overrightarrow{OB} + \overrightarrow{BA} = \overrightarrow{OC} + \overrightarrow{CE} + \overrightarrow{AE} \quad (5.7.14)$$

və ya

$$H^2 + r_1^2 = l^2 + (a - R_1 \cos \varphi)^2 + R_1^2 \sin^2 \varphi; \quad (5.7.15)$$

Buradan,

$$H^2 + r_1^2 = l^2 + a^2 - 2aR_1 \cos \varphi + R_1^2 \cos^2 \varphi + R_1^2 \sin^2 \varphi, \quad (5.7.16)$$

$$\cos \varphi = \frac{l^2 + a^2 - R_1^2 - H^2 - r_1^2}{2aR_1} \quad (5.7.17)$$

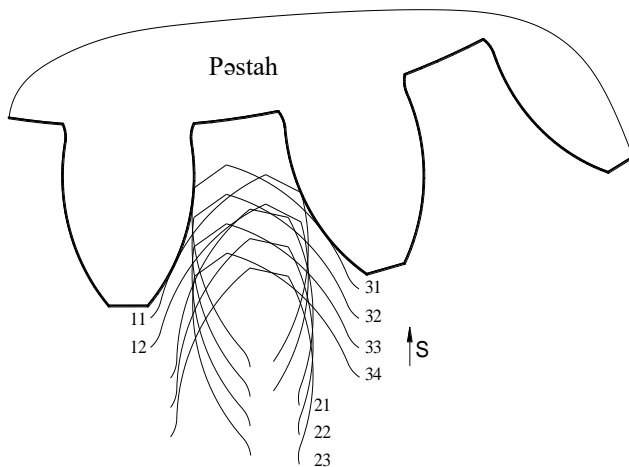
(5.7.13) и (5.7.17) ifadələrini kvadrata yüksəltmək və cəmləsək, $(\cos 2\varphi + \sin 2\varphi) = 1$ ifadəsini nəzərə alsaq, alarıq:

$$\left(\frac{l^2 + a^2 - R_1^2 - H^2 - r_1^2}{2aR_1} \right)^2 + \left(\frac{H - l \cdot \cos \alpha}{r_1 \cdot \sin \alpha} \right)^2 = 1 \quad (5.7.18)$$

(5.7.18) tənliyində bir qeyri müəyyən H parametridir. Bununla belə, ənənəvi riyazi üsullardan istifadə edərək H təyin edilir. (5.7.17) tənliyi parçanın ardıcıl olaraq yarıya bölünməsi üsulu ilə həll edilir. Onun kompüterdə həlli alqoritmi və H -nin hesablanması proqramı tərtib edilmişdir. (5.7.17) tənliyinin həlli A və A_1 nöqtələrinə uyğun gələn iki cüt qiymət verir. Daxili dişli çarxların emalı zamanı dəzgah ilişməsinin başlanğıc və son nöqtələr arası məsafə xarici dişləmədə olduğu kimi hesablanır.

$2H$ parametrinin hesablanması kəsici alətin layihələndirilməsində əhəmiyyətli rol oynayır. Bu parametri bilməklə, kəsici alətin eyni anda kəsmə prosesində iştirak edən dişlərinin sayını, dişli çarxın hər bir dişinin formalaşmasında iştirak edən alətin kəsici dişlərinin sayını müəyyən etmək mümkündür. Xüsusi pilləli iskanə ilə emal edilən dişli çarxların emal sxemi şəkil 5.7.3- də verilmişdir.

Göründüyü kimi, dişlərin formalaşmasında alətin bütün dişləri növbə ilə iştirak edir. Ənənəvi dişləmədə alət hazırlanarkən buraxıla bilən hər hansı bir xəta emal zamanı pəstaha köçürülür. Pilləli iskanələmədə isə pəstah üzərində formalaşan hər bir diş alətin bütün dişləri ilə növbə ilə formalaşır.



Şəkil 5.7.3. Pilləli iskanə ilə dişin formalaşması sxemi

Hər hansı bir dişdə buraxılan xəta alətin növbəti dişləri vasitəsilə aradan qaldırılır. Belə mexaniki emal üsulu ilə hazırlanmış dişli çarxların emal dəqiqliyi yüksək olur və bu da öz növbəsində istismar göstəricilərinin yaxşılaşmasına, məhsulun etibarlılığının artmasına səbəb olur.

5.8. Dişli səthlərin iskanələnməsində həndəsi forma və texnoloji əlaqələrin idarə edilməsi ilə dəqiqliyin yüksəldilməsi

Mexaniki emalla mürəkkəb profilli səthlərin həndəsi formalarının təmin edilməsində, kinematik əlaqələrlə yanaşı (məsələn, forma əmələ gətirmə mexanizmi və s.), digər elementar texnoloji əlaqələr də əhəmiyyət kəsb edə bilər (bax: Fəsil II). Bu əlaqələr, dişlərin müxtəlif üsullarla kəsilməsində, alətlə emal olunan səthin statik texnoloji həndəsi forma əlaqələri və kinematik forma əmələ gətirmə mexanizmi ilə vəhdət təşkil edir. Eyni zamanda, bu əlaqələr formalaşdırılan səthin həndəsi və forma ölçü dəqiqliyinə, həmçinin texnoloji prosesin səmərəliliyinə (məhsuldarlığa) həlledici təsir göstərir.

Maşın hissələrində istənilən həndəsi formaya malik səthin mexaniki emalla formalaşdırılması üsul və mexanizmləri həmin səthi,

riyazi baxımdan yaradan elementar həndəsi elementin (məsələn, xətt, nöqtə və s.) fəzada əmələ gətirmə qanunauyğunluğuna əsaslanır.

Bu baxımdan, dişli çarxlarda dişlərin profilinin həndəsi və mexaniki emalla formalaşması sxemini nəzərdən keçirək. Məlumdur ki, dişli çarxların dişlərinin işçi evolvent profilləri, evolventin hər bir nöqtəsinə uyğun olaraq doğuranların həndəsi yerləridir. Buna uyğun olaraq, dişlərin evolvent profilləri aşağıdakı qaydalara əsasən formalaşa bilər:

- evolventin (profilin) dişin uzununa boyunca kəsilməz yerdəyişməsinin həndəsi yeri kimi;

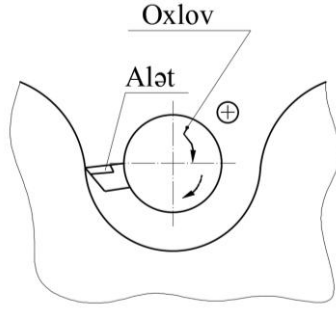
- evolventin ucundan onun başlanğıcına kimi onu formalaşdıran hər bir nöqtənin dişin uzununu boyunca yerdəyişmələrin həndəsi yeri kimi.

Dişin evolvent səthinin birinci qayda üzrə yaranması əsasında, dişlərin sürətköçürmə ilə emalı üsulu, ikinci qayda üzrə yaranması əsasında isə diyirlənmə ilə emal üsulları işlənmişdir.

Dişli çarxlarda, Novikov profilli dişli səthlərin konstruktiv həndəsi əlaqələri, onları diyirlənmə üsulu ilə emal etməyə imkan vermir. Dişlərarası novun yarımşilindrik profilli həndəsi əlaqələri isə, onların oxlov üzərində bərkidilmiş alətlə emalına imkan verir (şək. 5.7.1). Hazırda, Novikov konstruksiyalı novların ən səmərəli emal üsulu sürətköçürmə üsuludur. Dişlərin iskanə ilə kəsilməsində, həm statik - alət, həm də kinematik kəsmə mexanizmi texnoloji əlaqələrinin vəhdətdə idarə edilməsi ilə dişkəsmə səmərəliliyini yüksəltmək məqsədilə, ənənəvi dişiskənələmədə forma əmələ gətirmə mexanizmini araşdıraraq.

Professor N.N. Markovun rəhbərliyi altında aparılmış tədqiqat təcrübələrində, dişlərinin sayı 75 olan dişli çarxlarda dişlərin iskanələnməsində, dişlərinin sayı 25 olan standart iskanə istifadə edilmişdir.

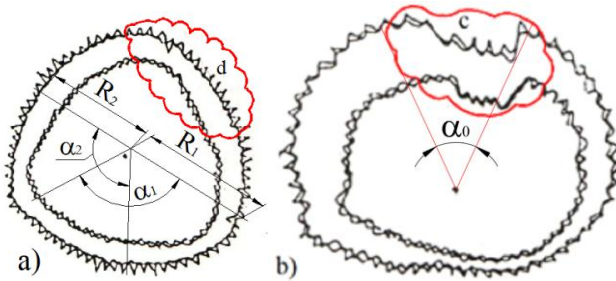
Təcrübələrdə mütərəqqi cihazlardan istifadə edilmiş və parçalanmış kinematik xətlər üçün yazılmış ossiloqram təqdim olunmuşdur (şək. 5.8.2). Təssüf ki, işdə parçalanmış kinematik xətlərin formalaşma mexanizmi, onların dişiskənələmə kinematikasını ilə əlaqələri araşdırılmamış və dişiskənələmə prosesində təsirdə olan həndəsi forma texnoloji əlaqələri müəyyən edilməmişdir.



Şəkil 5.8.1. Novikov profilli dişli novunun emal sxemi

Ənənəvi dişiskənəlmə prosesində forma əmələ gətirmə mexanizmi əsasında, dişlərin bütün çevrə boyunca formalaşdırılması üçün pəstahın bir tam dövrü ərzində alət ən azı üç dövr etməlidir.

Aydındır ki, formalaşdırıcı iskənə özünə məxsus olan hazırlanma xətlərinə (məsələn, i saylı dişinin bölgü çevrəsinin radiusu R_i onun $(i + 1)$ saylı dişinin radiusundan R_{i+1} fərqlənir, $R_i \neq R_{i+1}$), onun alət başlığında yerləşdirilməsində yol verilmiş ekssentriklik xətasına və alət şpindelinin oxu, çox kiçik olsa da, vurma xətasına malik olur.



Şəkil 5.8.2. Dişiskənəlmədə parçalanmış kinematik xətlərin ossiloqramları

Qeyd olunan xətlər tsiklik xarakter daşıyır və nəzəri baxımdan alətin hər bir dövründə, 120° -dən bir ($\alpha_1 = \alpha_2 = 120^\circ$) formalaşdırılan dişli çarxın həndəsi formasına eyni mexanizmlə təsir edir və bu proses təkrarlanır (şək. 5.8.2). Şəkildə, dişli çarxın dişlərinin bölgü çevrəsi üzrə bu xətlərin törətdiyi həndəsi forma xətası aydın şəkildə

təsvir olunmuşdur. Texnoloji sistemin elementləri arasında təsirdə olan həndəsi forma əlaqələri reallaşır. Dişli çarxın 120° -yə bərabər olan mərkəzi bucaq həddində, dişlərin bölgü çevrələrinin dişli çarxın (və ya pəstahın) oxundan ən böyük və ən kiçik yerli radiusları (R_1 və R_2 .) alətin, hədd forma xətasını formalaşdıran radiuslarına uyğun kəsən tilin pəstahda buraxdığı izlərdir. Bu zaman yalnız qeyd olunan həndəsi forma əlaqələrindən yaranan forma xətası meydana gəlir.

$$\Delta_f = 2(R_1 - R_2) = \sqrt{\Delta R^2 + \Delta e_a^2 + \Delta e_y^2 + \Delta e_s^2} \quad (5.8.1)$$

olar. Burada, ΔR - alətin dişlərinin bölgü çevrələri radiuslarında yol verilmiş xəta;

Δe_a - iskənənin dişli çəmbərinin özəl əsas bazasının oxundan sapması (xətası);

Δe_y - alətin başlıqda yerləşdirilməsində yol verilən qeyri – oxluluq xətası;

Δe_s - şpindelın vurması.

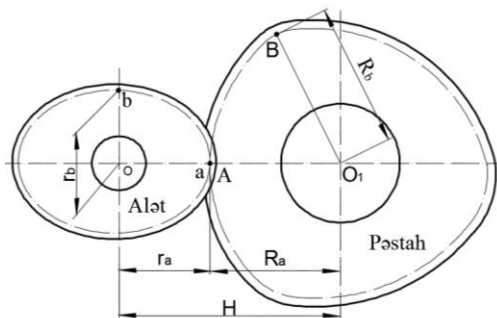
Qeyd etmək lazımdır ki, daxili dişlərin iskənələnməsində alətin forma xətasının emal dəqiqliyinə təsiri araşdırılmışdır. Təssüf ki, burada yalnız alətin həndəsi forması ilə emaldan alınan ölçü xətası arasındakı əlaqə təqdim olunmuşdur. Əslində, uyğun texnoloji əlaqələrə bu cür yanaşma, bu əlaqələrin emal keyfiyyətinə təsir mexanizminin nəzərə alınmasında yol verilən yayınmanın nəticəsidir.

Əlbəttə R_1 və R_2 - ölçülərinin formalaşmasına digər texnoloji, dinamik amillər də təsir edir. Lakin şəkil 5.8.2, a – da hər 120° - dən bir, pəstahın bir dövründə 3 dəfə təkrarlanan xətalər, əsasən qeyd olunan statik xətalərin nəticəsidir.

Məlumdur ki, dişiskənələnmədə kəsmə prosesinin başlanğıcında iskənənin dişlərinin dişli çarxın dişlərinin hündürlüyü qədər pəstaha daxil olması lazım gəlir. Başqa sözlə dişiskənələnmə zamanı giriş məsafəsi dişli çarxın müəyyən 0,3 dövrünə uyğun gəlir. Faktiki olaraq, dişli çarxın bu bölgəsində iskənələnən dişlər digərlərindən fərqli olaraq iki gedişə kəsilmiş olur. Məhz şəkil 5.8.2, b – də α_0 - bucağı ilə əhatə

olunmuş hissədəki dişlər alətin giriş məqsədi ilə ilk kəsilən dişlərdir. Diş formalaşdırmanın başlanğıcından kəsmə dərinliyi sıfırdan başlayaraq, pəstahın α_0 bucağı qədər dönənədək dişin hündürlüyündək, (bir gedişə iskanələmə apardıqda) $(h_1 + h_2)$ artır, $0 \leq t \leq (h_1 + h_2)$. Bu bölgədəki dişlərin tam formalaşdırılması üçün onlar alətin ikinci gedişi ilə kəsilir. Bu halda digər dişlər üçün kəsmə dərinliyi $t = (h_1 + h_2)$ olduğu halda, bu dişlərdə kəsmə dərinliyi $(h_1 + h_2)$ -dən başlayaraq azalır və α_0 - bucağının sonunda uyğun dişdə sıfıra bərabər olur. Beləliklə, kəsmə dərinliyi azaldığından, kəsmə qüvvəsi onun nəticəsi olaraq texnoloji sistem elementlərinin elastiki deformasiyaları azalır, alət pəstaha daha çox daxil olur (c bölgəsi, şəkil 5.8.2, b). Həndəsi forma xətasının formalaşmasında dinamik texnoloji əlaqələr həlledici təsirə malik olur.

İndi isə ənənəvi xarici dişiskənələmədə alətin və ona anoloji təsirə malik həndəsi forma əlaqələrinin dişli çarxın bölgü çevrəsinin həndəsi formasına təsir mexanizmini izah edək (şəkl. 5.8.3).



Şəkil 5.8.3. Xarici dişlərin ənənəvi iskanələnməsində bölgü çevrəsinin formalaşması sxemi

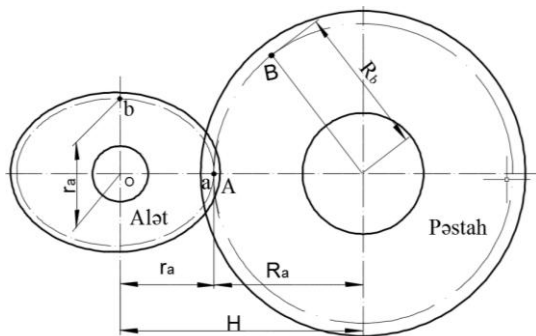
Aydındır ki, ənənəvi daxili diş iskanələmədə olduğu kimi, xarici diş iskanələmədə də dişli çarxın hər bir dişi iskanənin uyğun dişi ilə formalaşır. Alətin hər bir dişinin forması müəyyən dərəcədə təhrif olunmaqla pəstaha köçürülür.

Tutaq ki, ənənəvi üsulla dişkəsən alət-iskənə oval həndəsi formasına malikdir və onun forma xətası $r_a - r_b$ ilə ifadə olunur (şəkl. 5.8.3).

Ənənəvi və xüsusi dişiskənəlmə prosesində alətin a nöqtəsi pəstahda A nöqtəsini, onun b nöqtəsi isə B nöqtəsini formalaşdırır. Sxemdə təsvir edildiyi kimi, kəsici alətin kəsən tilinin a fırlanma oxundan olan r_a – radiusuna uyğun pəstahda bölgü çevrəsinin R_a - radiusu formalaşır. Alətin kəsən tiyəsinin fırlanma oxundan r_b - radiusu isə pəstahda R_b - radiusunu formalaşdırır.

İşlənmiş xarici silindrik dişlərin pilləli iskənə ilə sürətli kəsilməsi alətin həndəsi forma xətlərinin kəsilmiş dişli çarxların forma dəqiqliyinə neqativ təsirini demək olar ki, tamamilə aradan qaldırmağa imkan verir (şək. 5.8.4)

Beləliklə, alətin hazırlanmasından, onun yerləşdirilməsindən, elastiki deformasiyalarından və s. yaranan bölgü çevrəsi üzrə formalaşdırıcı tiyələrinin radiusları fərqi ($r_a - r_b$) pəstahda uyğun ($R_b - R_a$) həndəsi forma xətasını törədir. Ölçü zəncirinin araşdırılmasından alınan bu nəticə dişkəsmə prosesində dəqiqlik məsələlərinin tədqiqi üzrə aparılmış tədqiqat işlərinin nəzəri əsasını təşkil edir.



Şəkil 5.8.4. Xarici dişlərin xüsusi diş iskənəlməsində bölgü çevrəsinin formalaşması sxemi

Ənənəvi üsulla dişiskənəlmə prosesində dişli çarxın bölgü çevrəsinin texnoloji həndəsi forma əlaqələrinin tərkib hissələrindən biri sazlama həndəsi forma əlaqələridir. Dişiskənəlmə prosesində bu əlaqələrin araşdırılması və idarə edilməsi, dişli çarxların həndəsi forma dəqiqliyinin artırılması baxımından vacib bir məsələyə çevrilir. Eyni zamanda, dişiskənəlmədə təsirdə olan həndəsi forma texnoloji

əlaqələrinin idarə edilməsi ilə xarici silindrik dişlərin sürətli dişiskənəlmə prosesi işlənmişdir.

5.8.1 Həndəsi texnoloji əlaqələri idarə etməklə dişli çarxın həndəsi forma dəqiqliyinin yüksəldilməsi

Yuxarıda aparılan araşdırılmalardan görünür ki, hər bir dişli çarxın çərçivəsində olan dişlərinin vəziyyət ölçülərinin (radial istiqamətdə) fərqi dişli çarxda həndəsi forma xətasını ifadə edir. Hazırlanmış bütün dişli çarxların eyni ox boyu kəsiklərindəki diametrlər fərqi isə ölçü dəqiqliyini ifadə edir.

İndi isə işlənmiş pilləli iskənə ilə xarici dişlərin sürətli iskənələnməsində sazlama-həndəsi forma əlaqələrini araşdıraraq (şək. 5.8.4). Bu üsulla dişkəsmənin ənənəvidən fərqləndirici cəhətlərindən biri də ondadır ki, alət-pəstah həndəsi forma əlaqələri sazlama vəziyyətindən asılı deyildir. Bu növ texnoloji əlaqələr alətin z_a və kəsiləcək dişlərin z sayının nisbətindən asılıdır. Bu zaman iki variant üzrə texnoloji həndəsi forma əlaqələri təsirdə olur:

- pəstahda hər bir dişin kəsilməsində alətin bütün dişləri iştirak edir;
- hər bir dişin kəsilməsində alətin məhdud-böyük sayda dişləri iştirak edir.

Beləliklə, işlənmiş dişiskənəlmə üsulunda bütün dişlərin formalaşmasında alətin bütün dişləri və ya onların böyük əksəriyyəti iştirak edir. Yəni, alətin bütün dişlərinin həndəsi formaları alət-pəstah əlaqələrinin formalaşdırma imkanlarına malik olur. Bu zaman alət radial istiqamətdə veriş hərəkəti yerinə yetirdiyindən və alət-pəstah ilişməsinin sürəti böyük olduğundan hər bir dişin profilinin formalaşdırılması nisbətən daha böyük ölçülü dişlə, onun həndəsi konstruksiyası ilə yerinə yetirilir. Yaxud, bütün dişlərin evolvent profillərinin eyni bölgələri alətin yalnız hər hansı bir dişinin həndəsi forma əlaqəsinin təzahürüdür. Deməli, bütün kəsilən dişlərdə “həndəsi forma xətalrı” stabil olub, yalnız alətin bir dişinin xətası ilə törəyir. Aydındır ki, həndəsi forma xətası dişlərin ölçülərinin fərqi ilə ifadə olunduğundan, bu halda alətin həndəsi forması kəsilən dişin formalaşma mexanizminə təsir etmir. Ona görə də, pilləli iskənə ilə xarici dişlərin kəsilməsində

nəzəri baxımdan, bölgü çevrəsi düzgün həndəsi formaya malik olur (şək. 5.8.4).

Digər tərəfdən ənənəvi üsuldən fərqli olaraq, alətin ölçüyə sazlanması bir dəfə yerinə yetirilir. Radil verişlə dişlərin kəsilməsi başa çatdıqda isə alət geri çəkilir və yalnız bir oxboyu gedişlə kəsilən bütün dişlər alərin bütün dişləri ilə kalibirlənir. Deməli, sonuncu halda pəstah-alət həndəsi əlaqələrinin təzahüründə alətin yalnız böyük ölçülü və ya böyük addıma malik kəsən tili və s. iştirak edir. Yenə də alətin kəsən dişi pəstahda bütün dişləri formalaşdırdığından dişli çarxda həndəsi forma xətası sıfır olur. $\Delta S_1 = 0$; $\Delta S_2 = 0$; $\Delta S_3 = 0$; $\Delta S_f = 0$.

Qeyd etmək lazımdır ki, alətin hazırlanması və yerləşdirilməsi zamanı yol verilən eksentriklik xətlərinin təsiri də yuxarıda göstərilən mexanizm üzrə emal dəqiqliyinə təsir göstərmir. Belə ki, bu xətlər onlarla üzbə-üz yerləşən kəsici dişin, alətin fırlanma oxundan daha çox uzaqlaşmasına səbəb olur və bu diş nisbətən böyük radiusa malik olur. Nəticədə kəsilən bütün dişlər alətin həmin dişi ilə formalaşdırılır. Göstərilən xətalardan pəstah-hissədəki həndəsi forma xətası sıfıra bərabər olur. Beləliklə, dişiskənəlmə prosesində alət-pəstah həndəsi forma əlaqələri idarə edilərək, kəsilən dişli çarxın yüksək həndəsi forma dəqiqliyi əldə edilir.

5.9. Dişli səthlərin iskənəlməsində texnoloji ölçü zəncirləri.

Addım və diş qalınlığı dəqiqliyinin təmin edilməsi

Texniki vasitələrin uzunmüddətli istismarı, onların yüksək etibarlılığı və funksional dayanıqlığı, birbaşa olaraq, bu sistemləri təşkil edən fərdi detalların və düyünlərin istehsal keyfiyyəti, material seçimi və hazırlanma dəqiqliyi ilə sıx bağlıdır. Xüsusilə də, hərəkət ötürmə mexanizmlərinin əsas komponentlərindən biri olan dişli çarxların keyfiyyətli istehsalı və düzgün emal prosesi, maşın və avadanlıqların ümumi iş prinsipinə, səmərəliliyinə və davamlılığına birbaşa təsir göstərir. Bu səbəbdən, dişli çarxların istehsalında yüksək dəqiqlik və müasir texnoloji metodların tətbiqi, onların istismar xarakteristikalarının optimallaşdırılmasına və ümumi iş prosesinin daha səmərəli təşkilinə imkan yaradır. Dişli səthlərin həndəsi parametrlərinin və işlənmə dəqiqliyinin yüksək olması, dişli çarx ötürmələrinin

vibrasiyasız, səssiz və minimal enerji itkiləri ilə işləməsini təmin etməklə yanaşı, onların xidmət müddətini əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Bundan əlavə, keyfiyyətli istehsal və yüksək dəqiqliklə yerinə yetirilmiş emal prosesi dişli ötürmələrin aşınma sürətini azaldır və onların texniki xidməti zamanı tələb olunan müdaxilələrin sayını minimuma endirir ki, bu da avadanlıqların ümumi istismar xərclərinin optimallaşdırılmasına töhfə verir.

Odur ki, dişli çarxların istismar səmərəsinin yüksəldilməsinin əsas istiqamətlərindən biri dişli səthlərin parametrlərinin yüksəldilməsidir. Emal zamanı dişli çarxın dəqiqliyinə təsir edən texnoloji parametrlər emal prosesi zamanı idarə olunarsa, onda dişli səthlərin emal dəqiqliyini və beləcə də istismar göstəricilərini səmərəli yüksəltmək olar.

Dişkəsmə prosesində dişli səthin dəqiqlik parametri, müvafiq texnoloji ölçü zəncirinin qapayıcı bəndi rolunu oynayır. Bu isə o deməkdir ki, texnoloji ölçü zəncirinin dəqiq və sistemli idarə olunması sayəsində həm yüksək dəqiqlik, həm də optimal emal səmərəliliyi əldə etmək mümkündür. Dişli səthlərin iskənəlməsi zamanı texnoloji proseslərin effektiv icrası üçün statik, kinematik və dinamik əlaqələrin idarə edilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu əlaqələrin sistemli şəkildə tənzimlənməsi, emal zamanı mümkün olan sapmaların minimuma endirilməsinə və nəticədə yüksək keyfiyyətli səth əldə edilməsinə imkan yaradır. Beləliklə, dişli çarxların emalı prosesində müasir texnoloji metodların və dəqiq idarəetmə strategiyalarının tətbiqi, həm istehsalın effektivliyini artırır, həm də ötürmə mexanizmlərinin istismar göstəricilərini optimallaşdırır.

Statik ölçü əlaqələri, dişli səthlərin formalaşması zamanı meydana çıxan statik mənşəli texnoloji və konstruktiv parametrlərin ilkin iki mərhələsində alətin və pəstahın yerləşdirilməsi, eləcə də texnoloji sistemin sazlanması prosesində yaranan ölçü əlaqələrinin idarə olunmasını təmin edən əsas texnoloji vasitə hesab edilir. Bu idarəetmə mexanizmi, emal prosesində tələb olunan dəqiqliyin yüksəldilməsi istiqamətini müəyyənləşdirmək və ölçü parametrlərinin optimallaşdırılması üçün ən əlverişli texniki həllərdən biridir. Statik ölçü əlaqələrinin effektiv idarə olunması, ilkin quruluş parametrlərinin dəqiq formalaşdırılmasına və emal prosesində minimal sapmaların əldə edilməsinə şərait yaradır ki, bu da nəticə etibarilə dişli səthlərin yüksək

dəqiqliklə hazırlanmasını və istismar keyfiyyətinin artırılmasını təmin edir.

Kinematik ölçü əlaqələri, dişli səthin kəsilməsi üçün zəruri olan pəstah və alətin qarşılıqlı əlaqəli hərəkətinin formalaşdırdığı parametrləri idarə etməyə imkan verir. Bu ölçü əlaqələri, avadanlıq və təchizat vasitələrinin konstruktiv elementləri ilə dövrü təsirli ölçülərinin qarşılıqlı əlaqələrini aşkar edərək, emal prosesinin dəqiqliyini optimallaşdırmağa kömək edir. Kinematik ölçü əlaqələrinin təhlili, həmçinin, texnoloji sistemdə baş verən hərəkətlərin və qüvvələrin təsirini nəzərə alaraq, dişli çarxların istehsalında yaranan xətaları minimuma endirmək və emal dəqiqliyini artırmaq üçün vacib bir məsələni təmin edir.

Onlar, emal prosesinin üçüncü mərhələsində, diyirlənmə dəzgahı iləşməsinin kinematiki zəncirinin bəndlərinin ölçü əlaqələrini idarə etməklə, emal dəqiqliyinin yüksəldilməsi istiqamətini müəyyənləşdirmək üçün ən əlverişli texnoloji vasitə hesab olunur. Bu mərhələdə, diyirlənmə dəzgahının hərəkət sisteminin və əlaqədar elementlərin qarşılıqlı təsiri, emal prosesi zamanı mümkün olan sapmaların qarşısını almaq və optimal emal şərtləri yaratmaq üçün vacibdir.

Dinamiki ölçü zəncirləri, iskənə ilə diş kəsmə prosesində dinamiki mənşəli texnoloji və konstruktiv amillərin qapayıcı bəndin dəqiqliyinə təsirini aşkar etməyə imkan verir. Bu ölçü zəncirləri, diş iskənələmə prosesində dinamiki amilin qiymətini və istiqamətini idarə etməklə, emal dəqiqliyinin yüksəldilməsi istiqamətini müəyyənləşdirmək üçün ən əlverişli texnoloji vasitə hesab olunur.

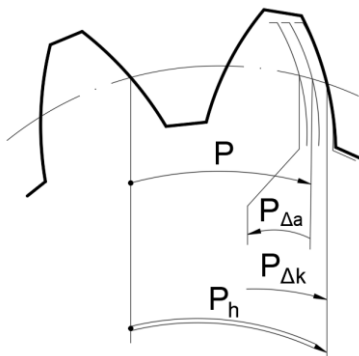
Statik və kinematik texnoloji ölçü zəncirləri, emal rejimləri ilə birbaşa əlaqəli olan dinamiki təşkiledicilərdən azaddır. Bu zəncirlərin əsasında, dinamiki ölçü zənciri formalaşır. Statik və kinematik ölçü zəncirlərinin idarə olunması, emal prosesində statik və kinematik parametrlərin optimallaşdırılmasına imkan verir, amma dinamiki ölçü zəncirinin tətbiqi ilə emalın daha geniş dinamik təsirlərini və onların ölçülərini tənzimləmək mümkün olur.

Dinamiki texnoloji ölçü zəncirləri, ölçü əlaqələrini daha ətraflı şəkildə əhatə edərək, emal prosesində baş verən dinamik təsirləri də nəzərə alır. Lakin statik texnoloji ölçü zəncirləri daha sadə və onların hesabı daha asan olduğu üçün praktiki tətbiq sahəsində daha geniş

istifadə olunur. Xarici və daxili dişlərin dəqiqliyinin araşdırılması, ənənəvi və xüsusi pilləli iskənə ilə dişkəsmə prosesləri əsasında aparılmışdır. Bu araşdırmalarda dəqiqlik meyarı kimi, parametrlərin səpələnmə sahəsi əsas götürülür. Əsasən, dişlərin addımı və dişin qalınlığı üzrə dəqiqlik parametrləri araşdırılaraq, dişli çarxların istehsalında əldə edilən ölçü sapmalarının müəyyənləşdirilməsi və bunların optimallaşdırılması məqsəd qoyulur.

Məlumdur ki, daxili dişiskənələmədə dişlərin addımı sistem ölçüsü ilə formalaşır. Bu zaman, sistem ölçüsü iskənə dişlərinin addımı-alət ölçüsü ilə alətin bucaq hərəkətlərinin uzlaşması-dəzgah ölçüsü ilə təmin edilir. Dəzgah ölçüsü kinematik texnoloji ölçü zəncirini doğurur. Bu isə addım texnoloji ölçü zəncirini formalaşdırır (şək. 5.9.1).

Məlumdur ki, daxili diş iskənələmədə dişlərin addımı sistem ölçüsü ilə formalaşır. Bu proses zamanı sistem ölçüsü, iskənə dişlərinin addım ölçüsü, alət ölçüsü ilə alətin bucaq hərəkətlərinin uzlaşması və dəzgah ölçüsü ilə təmin edilir. Dəzgah ölçüsü, kinematik texnoloji ölçü zəncirini doğurur, və bu, öz növbəsində addım texnoloji ölçü zəncirini formalaşdırır (şək. 5.9.1).



Şəkil 5.9.1. Addımın kinematik ölçü zənciri

İndi isə kinematik texnoloji ölçü zəncirinin formalaşma mexanizmini nəzərdən keçirək. Addımın kinematik texnoloji ölçü zəncirində, pəstahın bir nəzəri addımı P qədər dönməsində, addımı formalaşdırən statik və kinematik ölçülərin qapalı konturu təşkil edilir. Bu kontur, hərəkət və ölçü əlaqələrinin düzgün tənzimlənməsini təmin edərək, dişli çarxın istənilən dəqiqliklə istehsalını təmin edir. Daxili

dişlərin kəsilməsində formalaşan texnoloji ölçü zəncirinə əsasən, kəsən dişin addımı da bu qapalı konturun bir hissəsi olaraq müəyyən olunur.

$$\vec{P}_h = \vec{P} + \vec{P}_{\Delta a} + \vec{P}_{\Delta k} \quad (5.9.1)$$

və ya addım xətaları

$$P_{\Delta h} = P_{\Delta a} + \Delta P_k; \omega_p = \Delta P_a + \Delta P_K \quad (5.9.2)$$

ΔP_a –alət dişlərinin addım xətalının dəyişmə diapazonu;

ΔP_K – ilişkili hərəkətdə pəstahın P-qədər dönməsinə uyğun alətin dönməsində yol verilən addım xətası;

$P_{\Delta h}$ – kəsilmiş dişli səthin bir addımının xətası;

ω_p – kəsilən dişlərdə addım xətası diapazonu;

$P_{\Delta a}$ – alətin bir dişinin addım xətası;

ΔP_k – bütün dişlər üçün kinematik zəncirin yol verdiyi addım xətasının diapazonudur.

Kinematik xəta ΔP_k – kinematik ölçü zəncirinin qapayıcı bəndi olub iki əsas təşkilədicidən ibarətdir (şəkl. 5.9.2).

- ilişkili hərəkətlərin sonuncu ortaqlı bəndindən pəstahın fırlanması kinematik zəncirin k_1 xətası ΔP_{K1} ;

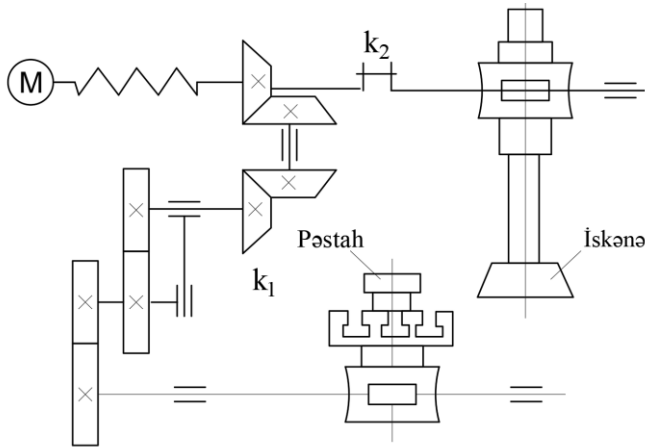
- sonuncu ortaqlı bənddən alətin fırlanması kinematik zəncirin k_2 xətası ΔP_{K2} :

$$\Delta P_K = \Delta P_{k1} + \Delta P_{k2}$$

Onda

$$\omega'_p = \Delta P_a + \Delta P_{k1} + \Delta P_{k2} \quad (5.9.3)$$

Beləliklə ənənəvi dişskənəlmədə yaranan addım xətası (5.9.3) ifadəsindən təyin edilməlidir.



Şəkil 5.9.2. Dişiskənələmədə alət-pəstah ilişkili fırlanma hərəkətinin kinematik sxemi

Pilləli iskənə ilə dişkəsmədə də alətin dişlərinin addımı hədd plçüsü daxilində dəyişsədə onlardan yalnız biri (və yaxud birinin sol, digərinin sağ profili) bütün dişlərin formalaşmasında iştirak etdiyindən

$$\omega_p'' = \Delta P_a + \Delta P_{k1} + \Delta P_{k2} \quad (5.9.4)$$

olur. Aydındır ki,

$$\Delta P_{\Delta a} < \Delta P_a$$

Nəzərə almaq lazımdır ki, bu halda ΔP_a sistematik daimi xətdir və bütün kəsilən dişlər bu xətya malik olur. Odur ki, sazlama zamanı korreksiya etmə ilə ΔP_a xətanı sıfıra yaxınlaşdırmaq mümkündür. Deməli pilləli iskənə ilə dişkəsmədə

$$\omega_p'' = \Delta P_{k1} + \Delta P_{k2} \quad (5.9.5)$$

(5.9.3) və (5.9.5) ifadələrinin müqayisəsi, pilləli iskənə ilə dişkəsmənin nisbətən yüksək addım dəqiqliyini təmin etdiyini göstərir. Addım texnoloji ölçü zəncirinin araşdırılması isə göstərir ki, qeyri-

bərabər lokal addım xətalrı, dişli səthin bölgü çevrəsi üzrə lokal radius xətasının yaranmasına səbəb olur. Addım xətasında, bölgü çevrəsinin radiusunun dəyişmə diapazonu, bu cür xətalrın ölçü parametrlərinə təsirini əks etdirir və nəticədə dişli çarxın formalaşma dəqiqliyinə birbaşa təsir göstərir və

$$\omega_R = 0,5\omega_d = \frac{1}{2\pi} [(P + \Delta\omega_P)Z - PZ] = \frac{\omega_P \cdot Z}{2\pi}$$

ifadəsindən təyin edilir.

Xarici dişlərin kəsilməsində addımın formalaşması mexanizmi, daxili dişlərin iskənələnməsinə analojidir. Buna görə də, bu halda da ənənəvi və pilləli iskənə ilə dişkəsmə prosesində addım xətalrının təyini üçün uyğun nəticələr əldə edilir.

İndi isə dinamik texnoloji ölçü zəncirinin formalaşmasını nəzərdən keçirək. Addımın dinamik texnoloji ölçü zənciri, uyğun kinematik ölçü zənciri bazasında formalaşır. Bu zəncir, emal prosesindəki dinamik təsirləri nəzərə alaraq, dişli çarxların ölçü və formalaşma dəqiqliyini optimallaşdırmaq üçün vacib rol oynayır.

$$\begin{aligned} \vec{P}_h = \vec{P} + \vec{\Delta P}_a + \vec{P}_{k1} + \vec{P}_{k2} + \vec{\tau}_{pp} + \vec{y}_{pp} + \vec{\tau}_{pa} + \vec{y}_{pa} + \\ + \vec{\tau}_{pk1} + \vec{\tau}_{pk2} + \vec{y}_{pk1} + \vec{y}_{pk2} \end{aligned} \quad (5.9.6)$$

Burada τ_{pp} , τ_{pa} , y_{pp} , y_{pa} – uyğun olaraq alət və pəstahın istilik deformasiyalarından yaranan xətalrı,

τ_{pk1} , τ_{pk2} , y_{pk1} , y_{pk2} – uyğun olaraq alət və pəstahın kinematik intiqalının istilik və elastiki deformasiyalarından yaranan xətalərdə.

Dişiskənələmədə addımın formalaşma-sında alət və pəstahın (τ_{pp} , τ_{pa}), onların fırlanma kinematik bəndlərinin bəndinin (τ_{pk1} , τ_{pk2}), istilik deformasiyaları eyni istiqamətli ola bilər və bu halda onlar biri – birini izləyə bilər. Ona görə də addımın xətası təyin edilərkən onlar cüt-cüt sistem halında (τ_p , τ_{pk}), nəzərə alınmalıdır. Beləliklə, (5.9.7) ifadəsinə əsasən addım xətası ənənəvi iskənələmədə

$$\omega'_p = \sqrt{\Delta^2 P_a + \Delta^2 P_{k1} + \Delta^2 P_{k2} + 3\Delta^2 \tau'_p +} \\ + \sqrt{3\Delta^2 \tau_{pk} + \Delta^2 y'_{pp} + \Delta^2 y'_{pa} + \Delta^2 y'_{pk1} + \Delta^2 y'_{pk2}} \quad (5.9.7)$$

Pilləli iskənə ilə diş kəsmədə

$$\omega''_p = \sqrt{\Delta^2 P_{k1} + \Delta^2 P_{k2} + 3\Delta^2 \tau''_p + \Delta^2 \tau''_{pk} +} \\ + \sqrt{\Delta^2 y''_{pp} + \Delta^2 y''_{pa} + \Delta^2 y''_{pk1} + \Delta^2 y''_{pk2}} \quad (5.9.8)$$

Pilləli iskənə ilə dişkəsmədə kəsmə qüvvəsinin, dəyişmə diapazonunun ənənəviyə nisbətən kiçik olmasını

$$3\Delta^2 \tau'_p + 3\Delta^2 \tau'_{pk} + \Delta^2 y'_{pp} + \Delta^2 y'_{pa} + \\ + \Delta^2 y'_{pk1} + \Delta^2 y'_{pk2} > 3\Delta^2 \tau''_p + 3\Delta^2 \tau''_{pk} + \\ + \Delta^2 y''_{pp} + \Delta^2 y''_{pa} + \Delta^2 y''_{pk1} + \Delta^2 y''_{pk2}$$

təmin edir. Bununla yanaşı (5.9.7) və (5.9.8) təşkilədiciləri-nin sayına görə

$$\omega'_p > \omega''_p$$

Beləliklə, addımın dinamik texnoloji ölçü zəncirinin araşdırılması əsasən də, pilləli iskənə ilə dişkəsmədə nisbətən yüksək addım dəqiqliyinin təmin edilməsinə şərait yaradır.

İndi isə dişin qalınlığının texnoloji ölçü zəncirini nəzərdən keçirək. Daxili diş iskənələmədə dişin qalınlığı da sistem ölçüsü ilə formalaşır. Dişin qalınlığının dəqiqliyinin formalaşması və xətlərin yaranma mexanizmi addımın formalaşmasında olduğu kimi oxşardır. Dişin qalınlığının kinematik texnoloji ölçü zənciri isə, ölçü əlaqələrinin

düzgün tənzimlənməsi üçün vacibdir və bu zəncirin idarə edilməsi, dişin qalınlığının yüksək dəqiqliklə formalaşmasına imkan verir (şəkl. 5.9.2).

$$\vec{t}_h = \vec{t} + \vec{t}_a + \vec{t}_{k1} + \vec{t}_{k2} \quad (5.9.9)$$

$$\omega'_t = \Delta t_a + \Delta t_{k1} + \Delta t_{k2} \quad (5.9.10)$$

$$\omega''_t = t_{\Delta a} + \Delta t_{k1} + \Delta t_{k2} \quad (5.9.11)$$

Burada t_h və t – alətin dişlərinin həqiqi və nəzəri qalınlığı;

t_a – alətin bir dişarası novunun eninin sapması;

Δt_a – alətin dişarası novlarının eninin sapması;

t_{k1} və t_{k2} – alət və pəstahın kinematik zəncirlərinin dişlərin nəzəri qalınlıqlarından sapma intervalları;

ω'_t və ω''_t – ənənəvi və pilləli iskənə ilə dişkəsmədə dişlərin qalınlığının səpələnmə intervalıdır.

Dişlərin qalınlığının lokal sapması bölgü çevrəsinin lokal radius xətasını ΔR_t törədir.

$$\Delta R_t = \frac{t_{\Delta a} \cdot z}{4\pi} \quad (5.9.12)$$

Dişin qalınlığının dinamik texnoloji ölçü zənciri (5.9.9) bazasında formalaşır. Dişlərin qalınlığının və addımının formalaşması, texnoloji baxımdan, yalnız miqyas (ölçü) amili ilə fərqlənir. Buna görə də, dişlərin qalınlığının dinamik ölçü zənciri, addımın texnoloji ölçü zəncirinə (5.9.7), (5.9.8) analoji olaraq qurulur. Bu analoji yanaşma, hər iki ölçü parametrlərinin formalaşmasında istifadə olunan texnoloji və kinematik əlaqələrin bənzərliyini göstərir və bu zəncirlərin idarə olunması dişli çarxların istehsalında dəqiqliyi və keyfiyyəti təmin etməyə kömək edir.

Pilləli iskənə ilə dişkəsmədə dişlərin qalınlığının ənənəvi dişiskənələməyə nisbətən yüksək dəqiqliyi təmin edilir. Pilləli iskənə ilə dişkəsmədə yaranan kəsmə qüvvəsi, ənənəvi dişkəsməyə nisbətən kiçik olduğundan, diametral ölçülərin texnoloji ölçü zəncirinin dinamik

təşkiledicilərinin səpələnmə sahəsi kiçik olur və nəticədə dəqiqlik daha yüksək səviyyədə əldə edilir.

Daxili və xarici, pilləli iskənə ilə dişkənələmə ənənəvi dişiskənələməyə nisbətən yüksək ölçü dəqiqliyini təmin edir. Bu isə emal olunan dişli çarxın dəqiqlik parametrlərinin yüksəldilməsinə birbaşa təsir edir.

Maşınqayırma texnologiyasında istifadə olunan texnoloji sistem elementlərinin elastiki və istilik deformasiyası düsturlarının tətbiq etmək və emal aparılan texnoloji sistem elementlərinin həqiqi ölçülərindən istifadə etməklə addım və dişin qalınlığının dəqiqliyinə təsir edən ilkin amillərin səpələnmə diapazonunu təyin etmək mümkündür. Beləliklə, verilmiş düsturlardan istifadə etməklə dişli səthlərin parametrlərinin dəqiqliyini proqnozlaşdırmaq olar.

Daxili və xarici, pilləli iskənə ilə dişkənələmə, ənənəvi dişiskənələməyə nisbətən yüksək ölçü dəqiqliyini təmin edir. Bu isə emal olunan dişli çarxın dəqiqlik parametrlərinin yüksəldilməsinə birbaşa təsir edir. Maşınqayırma texnologiyasında istifadə olunan texnoloji sistem elementlərinin elastik və istilik deformasiyası düsturlarının tətbiq edilməsi və emal aparılan texnoloji sistem elementlərinin həqiqi ölçülərindən istifadə etməklə, addım və dişin qalınlığının dəqiqliyinə təsir edən ilkin amillərin səpələnmə diapazonunu təyin etmək mümkündür. Beləliklə, verilmiş düsturlardan istifadə etməklə, dişli səthlərin parametrlərinin dəqiqliyini proqnozlaşdırmaq və emal prosesində daha yüksək dəqiqlik əldə etmək mümkün olur. Bu yanaşma, məhsulun keyfiyyətini artıraraq istehsal prosesinin səmərəliliyini və hissələrdən yığılmış məmulun istismar göstəricilərini yüksəldir.

VI. TEXNOLOJİ ÖLÇÜ ƏLAQƏLƏRİNİ İDARƏ ETMƏKLƏ EMAL DƏQİQLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ

6.1. Fırlanma yan səthlərində novların burulğan üsulu ilə kəsilməsində ölçü dəqiqliyinin təmin edilməsi

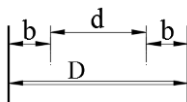
İşlənmiş istənilən texnoloji əməliyyat, o cümlədən də fırlanma səthlərində novların burulğan üsulu ilə kəsilməsi, iqtisadi baxımdan səmərəli olmaqla yanaşı, həm də, ən əsası, tələb olunan istehsal keyfiyyətini və dəqiqliyini təmin etməlidir.

Mexaniki emalla formalaşdırılan səthlərin ölçü dəqiqliyinin proqnozlaşdırılmasında və hissələrin hazırlanma keyfiyyətini təmin etmə məsələlərinin həllində ölçü zəncirləri nəzəriyyəsindən geniş istifadə edilir. Odur ki, mexaniki emal zamanı keyfiyyət parametrlərinin formalaşması məsələlərinin, o cümlədən mürəkkəb profilli səthlərin formalaşdırılmasında ölçü və forma dəqiqlikləri ilə bağlı keyfiyyətin təmin edilməsi məsələlərinin həllində ölçü zəncirləri nəzəriyyəsinin tətbiqinə xüsusi yer verilməlidir. Digər tərəfdən, hibrid metodlarla (məsələn, burulğan üsulu ilə novkəsmə) texnoloji ölçü zəncirlərinin formalaşma mexanizmi ənənəvi üsullarla ölçü zəncirinin formalaşmasından əsaslı şəkildə fərqlənir.

Məlumdur ki, mexaniki emal prosesi zamanı təmin edilən ölçü sonuncu olaraq formalaşır, texnoloji ölçü zəncirinin qapayıcı bəndi olur və ona təsir edən amillərin sayı çoxaldıqca, dəqiqliyi təmin etmək mürəkkəbləşir. Odur ki, burulğan üsulu ilə nov kəsmədə novun təmin edilən ölçüsünün dəqiqliyinin araşdırılması kəsmə prosesində formalaşan texnoloji ölçü zəncirlərinin araşdırılmasına əsaslanmalıdır.

6.2. Novun çevrəvi dəqiqliyinin təmin etməsi əsasları

Novların çevrəvi daxili diametrlərinin dəqiqliyi birbaşa onların cizgilərində verilir, d^{-es} (məsələn, 3PK.004 tip ölçülü kranların içlikləri üçün $\varnothing 63^{+0.8}$). Novların xarici diametrləri D və onların sapmaları isə konstruktiv ölçü zəncirlərindən təyin edilir (şək. 6.2.1, burada b novun enidir). Beləliklə, $D \Rightarrow (d + 2b)^{+(es+2ES)}$, ES - novun eninə verilən yuxarı sapmadır.



Şəkil 6.2.1. Novun xarici diametrinin ölçü zənciri

Qeyd olunan kran içlikləri üçün: $D \Rightarrow 70,6^{+1,8} \text{ mm}$, $T_D = 1,8 \text{ mm}$ kifayət qədər böyük olsa da, tədqiqatlar göstərir ki, onun formalaşmasına kifayət qədər çoxsaylı amillər təsir edir. Novun daxili diametrinin hədd ölçülərinin formalaşması sxematik olaraq şəkil 6.2.2, a - da verilmişdir.

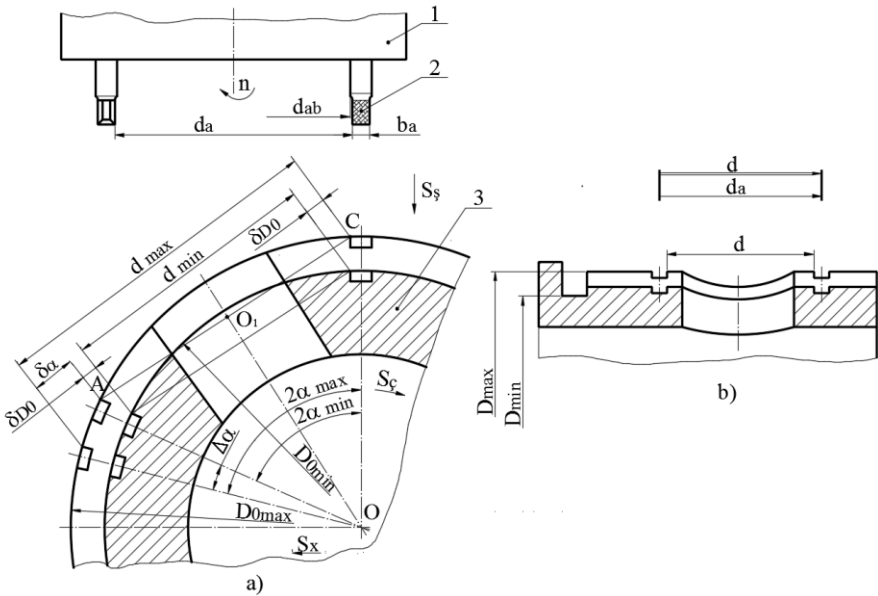
6.2.1. Novun çevrəvi dəqiqliyinin formalaşdırılması özəllikləri

Fırlanma yan səthlərində novun burulğan üsulu ilə kəsilməsi aşağıdakı kimi reallaşdırılır: Novu emal etmək üçün kəsici alət başlığı 1 dəzgahın frez başlığının şpindelində, pəstah 3 isə torna dəzgahının patronunda (və ya ikinci texnologiyada, dəzgahın stolu üzərində yerləşdirilmiş dəzgah tərtibatının sağanağında) yerləşdirilir. Sazlama ilə alət 2 və pəstah 3 emal üçün tələb olunan qarşılıqlı vəziyyətə gətirilir (şək. 6.2.2). Novun kəsilməsi iki gedişə aparılır. İlk gedişdə alətə fırlanma hərəkəti (n) və şaquli istiqamətdə veriş hərəkəti (S_s) verilir. Yüksək tezliklə fırlanan alət-kəsici (kəskilər) (2) özünün hər dövründə pəstahdan fasilələrlə material çıxarır. Alət novun dərinliyi qədər pəstaha daxil olduqda onun şaquli veriş hərəkəti dayandırılır. Pəstaha uzlaşdırılmış çevrəvi (S_c) və içliyin oxuna perpendikulyar istiqamətdə xətti veriş (S_x) hərəkətləri verilir (şək. 6.2.2).

Beləliklə, çevrəvi verişlə pəstahın 2α bucağı qədər dönməsi və müvafiq olaraq, xətti verişlə onun $l_x = d$ qədər yerdəyişməsi başa çatdıqda nov kəsilmiş olur. Bu zaman:

$$\sin \alpha = \frac{d}{D_0} ; \quad \alpha = \arcsin \frac{d}{D_0} \quad (6.2.1)$$

Burada, d - novun daxili çevrəsinin diametri;
 D_0 - novun yerləşdiyi fırlanma səthinin nominal ölçüsü – diametri-
 dir (şək. 6.2.2).



**Şəkil 6.2.2. Novun çevrəvi dəqiqliyinin formalaşmasına a),
 bəzi amillərin təsiri sxemi b)**

Nov kəsməsini həyata keçirmək üçün əsas texnoloji məsələ, çevrəvi və xətti verişlər arasında funksional əlaqənin müəyyən edilməsi və reallaşdırılmasıdır. Fırlanma səthi üzərində əyrixətli — çevrəvi kontura malik novun kəsilməsi üçün pəstahın çevrəvi verişinin riyazi modeli, onun xətti verişlə funksional əlaqəsi, $S_{\text{ç}} = f(S_x)$ çıxarılmışdır. Bu əlaqəni reallaşdırmaq üçün texnoloji təchizat vasitəsinin konstruksiyası işlənmiş, hazırlanmış və tətbiq edilmişdir.

Fırlanma yan səthlərində novların burulğan üsulu ilə kəsilməsi üzrə çox məhdud miqdarda tədqiqat işləri aparılmışdır. Bu istiqamətdə aparılmış işlər əsasən müəllifə məxsusdur. Bununla yanaşı, burulğan üsulu ilə formalaşdırmadan başqa səthlərin (məsələn, yiv və s.) emalında da istifadə olunur. Lakin, novların işlənmiş burulğan üsulu ilə

kəsilməsi digərlərindən həm səthlərin formalaşması, həm də onların keyfiyyətlərinin (dəqiqliyinin) təmin edilməsi mexanizmi baxımından kəskin fərqlənir.

Aparılmış tədqiqat işlərində novların dəqiqlik məsələlərinin həlli ümumiləşdirilmiş şəkildə (təchizat vasitəsinin konstruktiv tələbləri baxımından) araşdırılmış və həll edilmişdir. Lakin novun ölçü dəqiqliklərinin təmin edilməsi, emal zamanı formalaşan texnoloji ölçü zənciri analizinə əsaslanan tədqiqatın nəticələri, emal üsulunun səmərəliliyini yüksəltmə istiqamətini təyin etməyə imkan verərdi. Emal zamanı formalaşan texnoloji ölçü zəncirləri xüsusi sxemə və vektor əlaqələrinin xüsusiyyətlərinə malik olurlar. Burulğan üsulu ilə novların kəsilməsində dəqiqlik məsələləri ölçü zəncirləri və vektorlar nəzəriyyələrinin tətbiqi ilə araşdırılmalıdır. Digər tərəfdən, novların çevrəvi dəqiqlikləri onların kontur üzrə formalaşdırılma mexanizmi ilə sıx əlaqədar olsa da, burulğan üsulu ilə kəsilə biləcək novların kontur üzrə formaları haqqında heç bir məlumat yoxdur. Əslində isə, anoloji konstruksiyaların gələcəkdə texnikada yüksək səmərəliliklə istifadə oluna bilmə imkanını inkar etmək olmaz.

Belə ki, novun diametrini formalaşdırıcı ölçü əlaqələrinin ölçü zənciri araşdırılması ilə müəyyən edilmişdir ki, qapayıcı bəndin bu cür formalaşma mexanizmi heç bir ədəbiyyatda əks olunmamış və bu zaman yaranan ölçü zənciri haqqında məlumat verilməmişdir.

Müəlliflər novların burulğan üsulu ilə kəsilməsində formalaşan ölçü zəncirini xətti-çevrəvi ölçü zənciri adlandırırlar.

Belə ki, novun diametrini formalaşdırıcı ölçü əlaqələrinin ölçü zənciri araşdırılması ilə müəyyən edilmişdir ki, qapayıcı bəndin bu cür formalaşma mexanizmi heç bir ədəbiyyatda əks olunmamış və bu zaman yaranan ölçü zənciri haqqında məlumat verilməmişdir. Müəllif novların burulğan üsulu ilə kəsilməsində formalaşan ölçü zəncirini xətti-çevrəvi ölçü zənciri adlandırır.

6.2.2. Novun çevrəvi diametrlərinin vektor ölçü zəncirləri, onların analizi

Həm texnoloji, həm də istismar baxımından novun emal zamanı ölçüsünün və çevrəvi dəqiqliklərinin xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Odur

ki, novun çevrəvi diametrinin riyazi modelinin çıxarılması və onun araşdırılması aktual məsələdir. Şəkil 6.2.2-də novun daxili çevrəsinin diametrinin formalaşma sxemi göstərilmişdir. Emal sxemindən aydın olur ki, novun daxili çevrəsinin diametri nəzəri baxımdan bir-birinə bərabər olan və üst-üstə düşən üç ölçü (alətin başlıqdakı yerləşmə ölçüsü d_a , pəstahın xətti yerdəyişmə ölçüsü l_x , pəstahın çevrəvi verişlə 2α bucağı qədər dönməsi nəticəsində fırlanma səthi üzrə formalaşan vətərin uzunluğu $B = AC$ və həmçinin pəstahın fırlanma baza səthinin diametri D_0 -dan asılıdır (şək. 6.2.2):

$$d = f(d_a, \alpha, l_x, D_0) \quad (6.2.2)$$

(6.2.2) ifadəsindəki arqumentlər üçün: kəsici alətin alət başlığında yerləşdirilməsində yol verilən xətalara görə $d_{a \min} \leq d_a \leq d_{a \max}$; dəzgahın veriş intiqallarında xətlərin toplanması ilə əlaqədar olaraq $(2\alpha)_{\min} \leq 2\alpha \leq (2\alpha)_{\max}$, $l_{x \min} \leq l_x \leq l_{x \max}$; çoxsaylı pəstahların fırlanma səthlərinə verilmiş müsaidəyə əsasən $D_{0 \min} \leq D \leq D_{\max}$ aralığında olur.

Novun kəsilmə sxemi (şək. 5.4.2) və (5.4.7) asılılığının araşdırılması göstərir ki, d -nin formalaşmasında d_a , $\alpha = f(S\zeta)$ və l_x ölçüləri həm skalyar qiymətləri ilə və həm də istiqamətləri iştirak edir. Odur ki, d ölçüsünün qapayıcı bənd olduğu ölçü zənciri vektor şəklində göstərilir.

$$\vec{d} = \vec{d}_a + \vec{B} + \vec{l}_x \quad (6.2.3)$$

Sonuncu vektor tənliyi kəsmə prosesində formalaşan novun daxili çevrəsinin biri-birinə perpendikulyar iki xarakterik kəsiklərdə (içliyin və onun keçid yuvasının oxundan keçən (bundan sonra oxboyu kəsik) və keçid yuvasının oxundan içliyin oxuna perpendikulyar keçən (bundan sonra oxa perpendikulyar kəsik)) təyin etməyə və araşdırmağa imkan verir. Bu halda (6.2.3) tənliyindəki \vec{B} və \vec{l}_x vektorlarının nominal ölçüləri bərabər, istiqamətləri isə biri-birinin əksinə yönəldiyindən onlar, əsasən biri-birini əvəz edirlər. d ölçüsünün formalaşmasına onların yalnız dəyşən hissələri (xətaləri) təsir

edirlər. Vektor ölçü zəncirinin araşdırılması göstərir ki, oxboyu və oxa perpendikulyar kəsiklərdə d ölçüsünün formalaşma mexanizmləri biri-birindən fərqlənir, lakin ümumi qanunauyğunluğa tabe olurlar. Lakin, ox boyu kəsikdə d ölçüsünə nə çevrəvi, nə də ki, xətti verişlərin ölçüləri təsir etmir. Həqiqətən də bu kəsikdə \vec{B} və \vec{l}_x vektorlarının istiqamətləri d ölçüsünə perpendi-kulyardır. Deməli, $\vec{d} = \vec{d}_a$.

Oxboyu kəsikdə ölçülərin formalaşması yalnız statik olan alət b_i və tərtibat d_t ölçüləri ilə yerinə yetirildiyi halda (şək. 6.2.2, b), ona perpendikulyar kəsikdə ölçülərin dəqiqliyinə həm də texnoloji sistemin kinematik ölçü əlaqələri-xətti və çevrəvi verişləri təsir edirlər. Sonuncular çoxsaylı ölçü əlaqələrinin qapayıcı bəndi olmaqla yanaşı, həm də dinamikdirlər. Odur ki, onların dəyişmə diapazonu genişdir və həm statik, həm kinematik və həm də dinamik ölçü əlaqələri ilə formalaşırlar. Beləliklə, novun oxa perpendikulyar kəsik boyunca formalaşdırılması gedişində, emalın başlanğıcında təsirdə olan çox geniş çeşidli, mürəkkəb xarakterli texnoloji ölçü əlaqələri tədricən dəyişir, onların sayı azalır, texnoloji amillərin təsir mexanizmləri yüngülləşir və pəstahın 90° dönməsində, yəni oxboyu kəsikdə onların sayı minimum olur. Pəstahın sonrakı dönmə gedişlərində isə emal ölçüsünə təsir edən əlaqələr əks istiqamətdə dəyişir, tədricən mürəkkəbləşir və oxa perpendikulyar kəsikdə (yəni pəstah yenidən 90° döndükdə), başlanğıc vəziyyətdə olduğu kimi, sayları çoxalır. Dəqiqliyin təmin edilməsi mürəkkəbləşir.

Beləliklə, (6.2.3) vektor tənliyindən törəmə, yalnız oxboyu kəsik üzrə statik ölçü əlaqələri (şək. 6.2.2, a): $d=d_a$; və

$$D = d_d + b_a + b_i \quad (6.2.4)$$

ilə ifadə olunur. Burada, b_a – alətin enidir (şək. 6.2.2).

İçliyin oxboyu kəsiyində novun diametral ölçü əlaqələrini statik əlaqələr:

- alətlərin en ölçüləri və onların başlığın fırlanma oxundan məsafələri, yəni alət və tərtibat ölçüləri formalaşdırır. Əlbətdə (6.2.4) ölçü zəncirlərində qapayıcı bəndin dəqiqliyinə dinamik əlaqələr: kəsici alətlərin yeyilməsi, onların və pəstahın elastiki və istilik deformasiyaları

təsir edir.

Oxa perpendikulyar kəsikdə novun diametral ölçü əlaqələri alət və pəstahın aşağıdakı nisbi yerdəyişmələri və ölçüləri ilə formalaşırlar:

- alətin fırlanma hərəkəti, onun oxdan məsafəsi və eni, (d_d və b_i);
- pəstahın oxa perpendikulyar istiqamətdə yerdəyişməsi (l_x);
- pəstahın öz oxu ətrafında dönməsi, dönmə bucağı, (B , yəni 2α və D_0).

Bu kəsikdə novun çevrəvi diametri isə qeyd olunan statik ölçü əlaqələri ilə yanaşı, həm də emal prosesi zamanı pəstahın dönməsində iştirak edən kinematik ölçü əlaqələri ilə formalaşır. Deməli, (6.2.4) vektor tənliyindən törəmə, oxa perpendikulyar kəsik üzrə ölçü zəncirləri,

$$d = l_x - D_0 \cdot \sin \alpha + d_a \quad (6.2.5)$$

$$D = l_x - D_0 \cdot \sin \alpha + d_a + 2b_a \quad (6.2.6)$$

olar (şəx. 6.2.2). Oxboyu kəsiyə perpendikulyar kəsikdə isə novun çevrəvi diametri qeyd olunan statik ölçü əlaqələri ilə yanaşı, həm də emal prosesi zamanı pəstahın dönməsində iştirak edən kinematik ölçü əlaqələri ilə formalaşır.

Deməli, oxboyu kəsiyə perpendikulyar kəsik üzrə ölçü zəncirləri (şəx. 6.2.2):

$$d = \bar{l}_x + \bar{D}_0 \cdot \sin \frac{\pi \cdot D_0 \cdot \alpha}{2 \cdot 360} + \bar{d}_a \quad (6.2.7)$$

$$D = \bar{l}_x + \bar{D}_0 \cdot \sin \frac{\pi \cdot D_0 \cdot \alpha}{2 \cdot 360} + \bar{d}_a + \bar{b}_a + \bar{b}_a \quad (6.2.8)$$

olar. Burda, l_x – novu formalaşdırmaq üçün tamasada dişli çarxın bölgü çevrəsi üzrə xətti nisbi hərəkət trayektoriyası – tamasanın (pəstahın) veriş istiqamətində yerdəyişməsi;

D_0 – novun yerləşdiyi fırlanma səthinin nominal ölçüsü - diametri;

α – nov formalaşdırmaq üçün içliyin, tərtibatın dişli çarxının dönmə bucağıdır (şəx. 6.2.2):

$$\alpha = \frac{\pi \cdot D_b \cdot l_x}{360} \quad (6.2.9)$$

Burada, D_b - dişli çarxın bölgü çevrəsinin diametridir. α - nln qiymətlərini (6.2.4) və (6.2.5) ifadələrində nəzərə alsaq:

$$d = \bar{l}_x + \bar{D}_0 \cdot \sin \frac{\pi^2 D_0 \cdot D_b \cdot l_x}{2 \cdot 360^2} + \bar{d}_a \quad (6.2.10)$$

$$\bar{D} = \bar{l}_x + \bar{D}_0 \cdot \sin \frac{\pi^2 D_0 \cdot D_b \cdot l_x}{2 \cdot 360^2} + \bar{d}_a + \bar{b}_a + \bar{b}_a \quad (6.2.11)$$

Sonuncu (6.2.10) və (6.2.11) ifadələrinin araşdırılmasından görünür ki, hər bir ölçü zəncirində nominal ölçüləri eyni olan üç bənd (tamasanın yerdəyişməsi, çevrə vətərinin uzunluğu və alətlərin yerləşmə ölçüsü) vardır. Onlardan ikisi bir-birinin əksinə yönəldiyindən, qapayıcı bəndin nominal ölçüsünə təsir etmirlər. Lakin onların sapmaları və dəyişmə intervalları qapayıcı bəndin dəyişmə intervalına təsir edir.

Oxboyu kəsikdə həm novun daxili (d), həm də xarici (D) diametrləri statik halda tərtibat (d_a) və alət (b_a) ölçüləri ilə formalaşırlar. Dinamik təşkilədicilər nəzərə alınmazsa, onlar iki və üç ölçü əlaqəli zəncirlər təşkil edir, I tərtib həndəsi əlaqələr olduğundan təmin edilməsi nisbətən asan olur.

Oxa perpendikulyar kəsikdə novun daxili (d) və xarici (D) diametrləri, yuxarıda qeyd olunmuş statik əlaqələrlə yanaşı, həm də dəzgahın və tərtibatın kinematik ölçü əlaqələri sazlama və tərtibatı hazırlamanın statik ölçü əlaqələri təsir edir. Yəni:

$$l_x = f(l_{xd}, l_s) \quad (6.2.12)$$

$$\text{və} \quad \alpha = f(l_x, D_b, W, t, t_d) \quad (6.2.13)$$

Burada, l_{xd} – dəzgahın kinematikasının təmin etdiyi, oxa xətti veriş istiqamətində yerdəyişmə;

l_s – sazlama ölçüsü;

t – tamasa dişlərinin addımı;
 t_d – dişli çarxın dişlərinin addımı;
 W – dişli çarxın oxunun tamasanın dişlərinin orta xəttindən məsafəsidir (“mərkəzlərarası məsafə”).

6.3. Çevrəvi ölçülərin dəqiqliyinə təsir edən xətlərin analizi, toplu xətlərin riyazi modelləri

(6.2.10) və (6.2.11) ifadələrinin araşdırılmasından görünür ki, hər bir ölçü zəncirində nominal ölçüləri eyni olan üç təşkiledici bənd (pəstahın xətti yerdəyişməsi, çevrə vətərinin uzunluğu və alətlərin yerləşmə ölçüsü) vardır. Onlardan ikisi bir-birinin əksinə yönəlmişdən, qapayıcı bəndlərin nominal ölçüsünə təsir etmir. Lakin onların sapmaları və dəyişmə intervalları, qapayıcı bəndlərin ölçülərinin (d və D) dəyişmə intervalına təsir edirlər. Şək. 6.2.2- dəki sxemi mürəkkəbləşdirməmək üçün bu parametrlərin dəyişməsinin d ölçüsünə təsiri sxemi göstərilməmişdir. Çevrəvi d diametrinin toplu xətasını formalaşdıran, fırlanma diametrinin müsaidəsi və pəstahın dönmə bucağının kompleks təsirindən yaranan ilkin δ_{D0} xətası:

$$\delta_{D0} = d_{\max} - d_{\min} = \delta_{\alpha} + 2\delta_{D0} = \frac{\pi D_0 \cdot \Delta\alpha}{360} + T_{D0} \cdot \sin \alpha_{\min} \quad (6.3.1)$$

olar. Burada, δ_{α} - pəstahın dönməsindən yaranan, fırlanma səthinin ən böyük diametri üzrə ilkin xəta;

$\Delta\alpha$ - pəstahın bucaq dönməsinin yol verilən müsaidə xətası;

α_{\min} - pəstahın minimum dönmə bucağının yarısı;

T_{D0} - fırlanma səthinin diametrinin müsaidəsidir.

l_x və $S_{\text{ç texnoloji}}$ amillərinin d ölçüsünə təsir mexanizmi eyni olub, ölçünün novdakı bucaq vəziyyətindən asılıdır (şək. 6.3.1, β bucağı). Novun burulğan üsulu ilə formalaşdırılması mexanizminə əsasən, hər bir kəsik üzrə novun d diametrinin formalaşdırılması pəstahın alətə nəzərən iki vəziyyətində, fasiləli yonqar çıxarma ilə həyata keçirilir.

Odur ki, d - ölçüsünün dəqiqliyinin riyazi modelində S_ζ və l_x ölçülərinin yol verilən xətlərinin iki misli nəzərə alınmalıdır (şək. 6.3.1). Yəni:

$$\delta_l = 2\Delta l_x \cdot \sin \beta$$

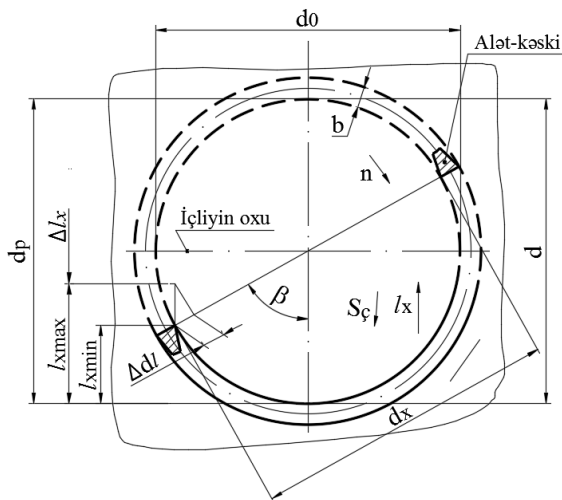
$$\text{və} \quad \delta_s = 2\Delta S_\zeta \cdot \sin \beta \quad (6.3.2)$$

Burada, δ_l novun d daxili diametrində β bucağına uyğun kəsikdə yalnız xətti verişdən yaranan ilkin xətlər;

δ_s novun d daxili diametrində β bucağına uyğun kəsikdə yalnız çevrəvi veriş-dən yaranan ilkin xəta;

Δl_x xətti veriş intiqalı üçün yol verilən xəta;

ΔS_ζ - çevrəvi veriş intiqalı üçün yol verilən xətdir.



Şəkil 6.3.1. Novun formaləşdirilmə sxeminin üstədən görünüşü

Beləliklə, d ölçüsünə təsir edən bütün ilkin xətlərin çoxsaylı amillərin təsirindən yarandıqlarını və onların sayının çox olduğunu nəzərə alaraq, d ölçüsünün toplu xətasının təyini ehtimal üsulu ilə aparılır. Yəni:

$$\delta_d = t \sqrt{\lambda_1 \cdot \delta_{D0}^2 + \lambda_2 \cdot \delta_l^2 + \lambda_3 \cdot \delta_s^2 + \lambda_4 \cdot \delta_{da}^2 + \lambda_5 \cdot \delta_u^2} \quad (6.3.3)$$

olar. Burada, δ_u - alətin yeyilməsindən yaranan xəta;

δ_{da} - alətin tərtibat ölçüsünün yol verilən hədd qiymətlərinin fərqi - ona müsbədsi, $\delta_{da} = T_{da}$;

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5$ uyğun ilkin xətanın dəyişmə qanunauyğunluğunu nəzərə alan əmsallar;

t - zay hissə alınmasında yol verilən riski nəzərə alan əmsaldır. Risk 0,27% olduqda $t = 3$ götürülür.

Bütün ilkin xətaların formalaşma mənbələrinin analizi göstərir ki, onlar təsadüfi xətalar olub Qauss qanununa tabe olurlar. Yəni bu halda $\lambda = \frac{1}{9}$, alətin yeyilməsindən yaranan xəta isə simmetrik qanunauyğun dəyişən xəta olduğundan,

$\lambda = \frac{1}{3}$ götürülür. Onda (6.3.3) ifadəsində əmsalların qiymətlərini nəzərə alsaq

$$\delta_d = \sqrt{\delta_{D0}^2 + \delta_l^2 + \delta_s^2 + \delta_{da}^2 + 3\delta_u^2} \quad (6.3.4)$$

olar. (6.3.1) və (6.3.2) ifadələrini sonuncuda nəzərə alsaq novun RPİ dəzgahında emalı zamanı çevrəvi daxili diametrin xətasının riyazi modelini alaraq:

$$\delta_d = \sqrt{\left(\frac{\pi D_0 \cdot \Delta \alpha}{360} + T_{D0} \cdot \sin \alpha\right)^2 + 2\left((\Delta l_x \sin \beta)^2 + (\Delta S \sin \beta)^2\right) + T_{da}^2 + 3T_u^2} \quad (6.3.5)$$

Burada, T_u - alətin yeyilməsinə verilən müsbəddir. (6.3.1) ifadəsində $\alpha_{\min} \approx \alpha$ qəbul edilmişdir. (6.3.5) ifadəsində $\beta = 0$ (və ya 180°) qəbul etdikdə oxa perpendikulyar kəsikdə, $\beta = 90^\circ$ qəbul edildikdə isə oxboyu kəsikdə çevrəvi diametrin xətalı tapılır. Oxboyu kəsikdə xəta:

$$\delta_{d0} = \sqrt{\left(\frac{\pi D_0 \cdot \Delta \alpha}{360} + T_{D0} \cdot \sin \alpha\right)^2 + T_{da}^2} \quad (6.3.6)$$

Novun xarici çevrəvi diametrinin xətası isə:

$$\delta_D = \sqrt{\delta_{D0}^2 + \delta_l^2 + \delta_s^2 + \delta_{da}^2 + (2\delta_b)^2} \quad (6.3.7)$$

olar. Buarada, δ_b - alətin eninin xətası - ona verilən müsaidə.
 $\delta_b = T_b$ (T_b - alətin eninə verilən müsaidədir). İlk xətlərin qiymətləri nəzərə alınarsa:

$$\delta_D = \sqrt{\left(\frac{\pi D_0 \cdot \Delta \alpha}{360} + T_{D0} \cdot \sin \alpha\right)^2 + 2\left((\Delta l_x \sin \beta)^2 + (\Delta S \sin \beta)^2\right) + T_{da}^2 + 6T_u^2 + 2T_b^2} \quad (6.3.8)$$

(6.3.8) ifadəsi novların RPİ dəzgahında emalı zamanı çevrəvi xarici diametrin xətasının riyazi modelidir.

Novun kəsilməsi içyonuş dəzgahında aparıldıqda, çevrəvi verişin xətti verişlə funksional əlaqəsini $S_\zeta = f(l_x)$ təmin etmək üçün xüsusi tərtibatdan istifadə edilir. Funksional əlaqə dişli çarx - tamasa ötürməsi ilə yaradılır. Dişli çarx tərtibatda pəstahın oxu üzərində yerləşdirilir. Tamasa dəzgahın gövdəsinə bərkidilir. Pəstaha stol vasitəsi ilə xətti veriş hərəkəti verildikdə onun oxu dişliçarx - tamasa ilişməsi ilə təmin edilmiş tələb olunan qanunauyğunluqla dönür. Tərtibatın və onun hissələrinin hazırlanmasında yol verilən xətlər pəstahın dönmə bucağının xətasını yaradır.

Anoloji qayda ilə bu hal üçün də formalaşdırılan novun xarici və daxili diametrlərinin xətlərinin (yerləşdirmə xətasını da nəzərə almaqla) riyazi modelləri çıxarılmışdır. Novların burulğan üsulu ilə tək alətlə kəsilməsi onların uc (barmaq) frezi ilə frezləməsinə nisbətən maşın vaxtının 8 dəfə azalmasını, iki alətlə kəsilməsi isə ən azı daha 1,5 dəfə azalmasını təmin edir, kəsilməş novun səth keyfiyyəti də tələb olunan hədd daxilində alınır.

Novun diametral ölçülərinin içliyin və onun yuvasının oxlarından keçən kəsikdə (bundan sonra oxboyu kəsik) və yuvanın oxundan keçərək içliyin oxuna perpendikulyar kəsikdə (bundan sonra oxa perpendikulyar kəsik) formalaşma mexanizmləri biri-birindən kəskin

fərqlənir. Oxboyu kəsikdə ölçülərin formalaşması yalnız statik olan alət və tərtibat ölçüləri ilə yerinə yetirilir (şək. 6.2.2, b). Oxa perpendikulyar kəsikdə isə ölçülərin dəqiqliyinə həm də texnoloji sistemin kinematik ölçü əlaqələri təsir edir. Sonuncular çoxsaylı olmaqla yanaşı, həm də dinamikdirlər.

Odur ki, onların dəyişmə diapazonu genişdir, həm statik, həm kinematik, həm də dinamik ölçü əlaqələri ilə formalaşırlar. Beləliklə, novun oxa perpendikulyar kəsik boyunca formalaşdırılması gedişində təsirdə olan çox geniş çeşidli və mürəkkəb xarakterli texnoloji ölçü əlaqələri tədricən dəyişir, onların sayı azalır, texnoloji amillərin təsir mexanizmləri yüngülləşir və pəstahın 90° dönməsində, yəni oxboyu kəsikdə, onların sayı minimum olur. Pəstahın sonrakı dönmə gedişlərində isə emal ölçüsünə təsir edən əlaqələr əks istiqamətdə dəyişir, tədricən mürəkkəbləşir və oxa perpendikulyar kəsikdə (yəni, pəstah yenidən 90° döndükdə), başlanğıc vəziyyətdə olduğu kimi, sayları çoxalır. Dəqiqliyin təmin edilməsi çətinləşir.

Şəkil 6.2.2 - də verilmiş statik ölçü zəncirinə əsasən novların daxili çevrələrinin diametr ölçülərinin formalaşma xətası yerləşdirmə xətası nəzərə alınmadan aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$\delta_d = d_{\max} - d_{\min} = \left(l_{x \max} + D_{0 \max} \cdot \sin \frac{\pi D_{0 \max} \cdot \alpha_{\max}}{720} + d_{a \max} \right) - \left(l_{x \min} + D_{0 \min} \cdot \sin \frac{\pi D_{0 \min} \cdot \alpha_{\min}}{720} + d_{a \min} \right) \quad (6.3.9)$$

Novun xarici çevrəsinin diametri üzrə xətalara eyni zamanda həm də alətlərin eninin xətalrı daxil olur. Yəni:

$$\delta_D = D_{\max} - D_{\min} = \left(l_{x \max} + D_{0 \max} \cdot \sin \frac{\pi D_{0 \max} \cdot \alpha_{\max}}{720} + d_{a \max} + 2b_{a \max} \right) - \left(l_{x \min} + D_{0 \min} \cdot \sin \frac{\pi D_{0 \min} \cdot \alpha_{\min}}{720} + d_{a \min} + 2b_{a \min} \right) \quad (6.3.10)$$

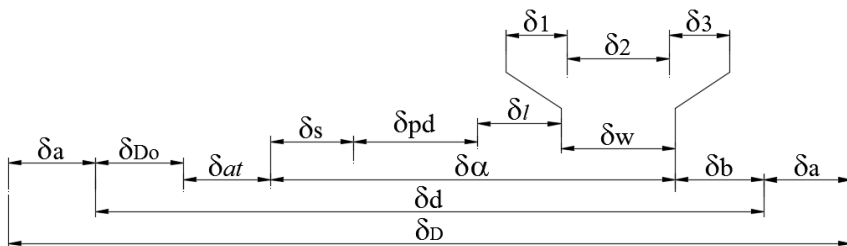
olar. Burada, $D_{0\max}$ və $D_{0\min}$ – fırlanma səthinin ən böyük və ən kiçik diametrləri;

$b_{a\max}$ və $b_{a\min}$ – alətin ən böyük və ən kiçik enləri;

α_{\max} və α_{\min} – pəstahın ən böyük və ən kiçik dönmə bucaqları;

$d_{a\max}$ və $d_{a\min}$ – alət başlığında d_a ölçüsünün ən böyük və ən kiçik qiymətləridir.

Göstərilən statik və kinematik ölçü əlaqələri bazasında novların daxili diametr ölçülərinin dəqiqliklərinin ölçü zənciri formalaşır (şək. 6.3.2).



Şəkil 6.3.2. Novun çevrəvi diametr ölçülərinin xətlərinin ölçü zənciri

Təsir edən bütün amillərin normal qanun üzrə dəyişdiyini qəbul etsək, onda novun çevrəvi daxili diametr xətası

$$\delta_d = \sqrt{\delta_s^2 + \delta_{at}^2 + \delta_{pt}^2 + \delta_{D0}^2 + \delta_{pd}^2 + \delta_l^2 + \delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_b^2} \quad (6.3.11)$$

olar. Burada, δ_{pt} və δ_{pd} – tamaşa və dişli çarxların dişlərinin addım xətləri;

$\delta_{D0} = T_{D0}$ – fırlanma səthinin diametrinə verilən müsaidə;

δ_1, δ_2 və δ_3 – tamsanın əsas bazasından dişlərinin bölgü xəttinə qədər olan məsafə, dişli çarxın bölgü diametrinə və dişli çarx - tamsa ilişməsində araboşluğa verilən müsaidə;

δ_l – tamsanın xətti yerdəyişmə xətası;

δ_s – dişli çarx-tamsa ilişməsinin sazlama xətası;

δ_w – “mərkəzlərarası məsafə” xətası;

δ_b – pəstahın bazalaşdırma xətası;

δ_a və δ_{at} – alətin eninə (b) və yerləşmə diametrinə (d_a) verilən müsaidədir.

Sonuncu ifadənin (6.3.11) araşdırılması ilə novun çevrəvi diametrinin dəqiqliyinin formalaşması haqqında tam məlumat əldə edilir. Maşın istehsalı texnologiyasının nəzəri əsasları baxımından qapayıcı bəndin müsaidəsi (yəni, $\delta = 0,8$ mm) onun təşkilediciləri daxilində paylanmalıdır. Bu baxımdan novun çevrəvi daxili diametrinin dəqiqliyinin təmin edilməsi heç də ilk baxışda gözlənilməli qədər də asan məsələ deyildir. Sabunçu EİB-də içliklərin istehsal prosesinin tədqiqi zamanı müəyyən edilmişdir ki, d ölçüsünün dəqiqliyi yalnız sazlamanın yüksək dəqiqliyində təmin edilir. Bu zaman uyğun işlərə çox vaxt sərf olunur. Deməli sazlama üçün saxlanılan müsaidə çox sərtədir. (6.3.10) və (6.3.11) riyazi modellərindən istifadə etməklə, müəssisədə istifadə edilən texnoloji əməliyyat üçün sazlama prosesini asanlaşdıran, onun səmərəliliyini yüksəldən sazlama ölçüsü təyin edilərək tətbiq edilmişdir. Novkəsmə əməliyyatının səmərəliliyini yüksəltməyə imkan verən tədbirlər işlənilmiş və təklif olunmuşdur.

6.4. Novların dərinliyinin dəqiqlik araşdırılması

İstehsalçı müəssisədə (Sabunçu EİB) aparılmış statistik tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, novun dərinliyinin ölçü dəqiqliyi (əsasən kipləşdiricinin fırlanma səthindən çıxma hündürlüyünü müəyyənləşdirir) hətta kranları sınaqdan keçirmə müddətində belə qovşağın kipliyinə öz təsirini göstərir. Belə ki, sınaq zamanı bəzən kipliyin təmin edilmədiyini hallar müşahidə edilmiş və tənzimləmə ilə kipliyə nail olmaq mümkün olmamışdır. Kran sökülüb araşdırılarkən məlum olmuşdur ki, kiplə tənzimləmə zamanı öz parametrlərini itirmiş, onun işçi səthi yeyilib-kəsilərək yararsız hala düşmüşdür. Fırlanma səthindən kiplənin yerli çıxıntılarının fərqi, yəni onun dəyişmə diapazonu, yalnız novun bütün çevrəsi üzrə dərinlik dəqiqliyindən deyil, həmçinin novun çevrəsi üzrə ölçü və forma dəqiqliyindən asılıdır.

Çünki, yığıma zamanı bu dəqiqlik parametri kiplənin uzanaraq hündürlüyünün azalmasına və ya ölçü (diametr) kiçik olduqda

yığışaraq qırıq yaratmasına, nəticədə kippəcin çıxma hündürlüyünün artmasına səbəb olur. Sınaq zamanı tənzimləmə apararkən kippəcin belə qeyri-stabil vəziyyəti onun təmas səthlərinin sıradan çıxmasına səbəb olur. Çünki, fırlanma səthindən kippəcin ən az çıxıntısı olan bölgəsində kiqliyi təmin etmək üçün elastik deformasiya yaranır. Digər yüksək çıxıntılı və yüksək təzyiq altındakı bölgələrdə isə nisbi sürüşmə və kippəcdə lokal qopmalar baş verir. Belə olduqda, o, sıradan çıxır və təyinatını yerinə yetirə bilmir.

Odur ki, ilk baxışda novun konstruktiv ölçülərinə yüksək dəqiqlik tələbləri qoyulmasa da, onların istismar şəraitinin qoyduğu tələbləri yerinə yetirmək üçün burulğan üsulunda səmərəli və yüksək məhsuldarlığın təmin edilməsi nəzəri cəhətdən əsaslandırılmalıdır. Çünki, novlar çox mürəkkəb konstruksiyaları ilə elementar səthlərdən fərqlənir və onların formalaşdırılmasına təsir edən amillərin sayı da nisbətən çoxdur.

Məlumdur ki, mexaniki emal prosesi zamanı təmin edilən ölçü sonuncu formalaşır, texnoloji ölçü zəncirinin qapayıcı bəndi olur və ona təsir edən amillərin sayı çoxaldıqca dəqiqliyi təmin etmək mürəkkəbləşir. Odur ki, burulğan üsulu ilə nov kəsmədə də novun təmin edilən ölçüsünün dəqiqliyinin araşdırılması kəsmə prosesində formalaşan texnoloji ölçü zəncirlərinin araşdırılmasına əsaslanmalıdır.

Funksional tələbat novun dərinliyinə digər ölçülərinə nisbətən yüksək dəqiqlik tələbatı qoymuşdur, $T=0,1$ mm. Əslində, nominal ölçü nəzərə alındıqda bu yüksək dəqiqlik deyildir ($IT\ 11$). Lakin novun burulğan üsulu ilə formalaşmasını, ona təsir edən amillər, alətin yeyilməsi və sazlama məsələləri nəzərə alındıqda texnoloji əməliyyatın təşkili mürəkkəbləşir. Əməliyyatın səmərəliliyinin təşkilində alətin yol-verilən yeyilmə diapozonu və texnoloji sistemi sazlama müsaidəsi xüsusi rol oynayır.

Odur ki, novun burulğan üsulu ilə emalında bu məsələlərin tədqiqi və novun dərinliyinin dəqiqliyinin optimal həllinin tapılması əhəmiyyətli bir məsələdir. Çünki novun dəqiqliyinin formalaşmasına təsir edən statik, kinematik və dinamik mənşəli ilkin amillər kifayət qədər çoxdur.

Məlumdur ki, yüksək emal dəqiqliyi təmin etmək üçün ölçü bazası ilə texnoloji baza üst-üstə salınmalıdır. Lakin novun fırlanma yan səthi üzərində yerləşməsi, onun mürəkkəb konstruksiyası və texnologiyanın

müasir inkişaf səviyyəsi, taxmanın daxili fırlanma səthindən texnoloji baza kimi istifadə edərək novu emal etməyi daha səmərəli edir. Novun konstruktiv özəllikləri, fırlanma səthinin oxunun texnoloji baza kimi qəbul edilməsi tələbini qoyur. Novların burulğan üsulu ilə kəsilməsinin araşdırılması göstərir ki, novun dərinliyi ilə ona təsir edən amillər arasındakı əlaqə aşağıdakı kimi ifadə oluna bilər.

$$\Delta h = f(\Delta D, \Delta K, \Delta \varepsilon_{bo}, \Delta \varepsilon_{bl}, \Delta l, \Delta U, \Delta S, \Delta Y, \Delta \tau) \quad (6.4.1)$$

Burada, ΔD - xarici fırlanma səthlərinin diametrlərinin müxtəlifliyindən, ona verilən müsaidədən yaranan xəta;

ΔK - fırlanma səthlərinin konusluluq sapmalarından konusluluğa verilən müsaidədən yaranan xəta;

Δl - pəstahın yerləşdirilməsində onun oxboyu bazalaşdırılmasında yol verilən xətdən yaranan xəta;

$\Delta \varepsilon_{bo}$ - pəstahın bazalaşdırılmasında yol verilən qeyri oxluluqdan yaranan xəta;

$\Delta \varepsilon_{bl}$ - pəstahın bazalaşdırılmasında yol verilən eksentrikliyin törətdiyi xəta;

ΔU - alətin yeyilməsindən yaranan xəta;

ΔS - dəzgahın həndəsi xətlərinin törətdiyi xəta, texnoloji sistemi sazlama xətası;

ΔY - alətin və pəstahın elastiki deformasiyalarından yaranan xətlər;

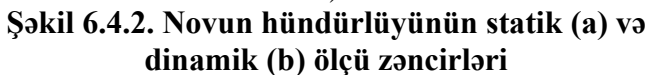
$\Delta \tau$ - alətin və pəstahın istilik deformasiyalarından yaranan xətlərdir.

Novun dərinliyinin formalaşmasına təsir edən ilkin statik amillərin təsiri mexa-nizmi şəkl. 6.4.1-də, ölçü zəncirləri sxemləri isə şəkl. 6.4.2-də göstərilmişdir.

Şəkildə texnoloji sistemin sazlanmasının novun və fırlanma səthinin oxlarından keçən müstəvi üzərində aparıldığı qəbul edilmiş və həmin kəsik üzrə novun dəqiqliyinin ölçü zənciri sxemləri verilmişdir.

Bazalaşdırma xətlərinin ($\Delta l, \varepsilon_{bl}, \varepsilon_{bo}$) araşdırması göstərir ki, onlardan ikisi ε_{bo} və ε_{bl} - biri–birini əvəzetmə qabiliyyətinə malikdir. Hər ikisinin eyni zamanda maksimum qiymət alması mümkün deyildir. Digər tərəfdən, pəstahı bazalaşdırma səthinin, yəni texnoloji bazanın

Həmçinin, dəzgahın həndəsi xətlərinin çox kiçik olduğunu və novun ən böyük ölçüsü - diametri həddində onun kiçik qiymət aldığını nəzərə alaraq nonun dərinliyinin dəqiqliyinin təyin edilməsində onu nəzərə almamaq olar.



Beləliklə, novun dərinlik ölçüsünə təsir edən amillərin çoxsaylılığını və həmçinin, onların əsasən təsadüfi xarakter daşdığını nəzərə alaraq, dərinliyin xətasını ehtimal üsulundan istifadə etməklə təyin edək:

$$\Delta h = t \sqrt{\lambda_1 \Delta^2 D + \lambda_2 \Delta^2 l + \lambda_3 \Delta^2 K + \lambda_4 \Delta^2 \varepsilon_{bl} + \lambda_5 \Delta^2 U + \lambda_6 \Delta^2 S + \lambda_7 \Delta^2 Y + \lambda_8 \Delta^2 \tau} \quad (6.4.2)$$

Sonuncu (6.4.2) ifadəsində λ və t parametrlərinin verilmiş hal üçün uyğun qiymətlərini nəzərə alsaq:

$$\Delta h = \sqrt{\Delta^2 D + \Delta^2 l + \Delta^2 K + \Delta^2 \varepsilon_{bl} + 3\Delta^2 U + \Delta^2 S + \Delta^2 Y + 3\Delta^2 \tau} \quad (6.4.3)$$

alarıq. Novun dərinliyinin dəqiqliyinə ilkin xətalərin təsirinin araşdırılması əsasında və şəkl. 6.3.1-də verilmiş həndəsi ölçü əlaqələrindən istifadə etməklə təyin edilir ki,

$$\Delta l = \delta_l \cdot \sin \varphi; \quad \varepsilon_b = 0,5T_{d0} + \Delta a \quad (6.4.4)$$

$$\Delta k = \frac{0,5T_k \cdot d}{l} \cdot \sin \varphi \quad (6.4.5)$$

Sabunçu EİB-də novların dərinliklərinin dəqiqliyinin tədqiqi ilə bağlı aparılan təcrübələr göstərir ki, 3PK.004 taxmalarının dərinliyi ölçülmüş 125 ədəd təsadüfi götürülmüş taxmadan 33%-nin müsaidəsi yolverilən sərhəddən kənara çıxır və dərinlik dəqiqliyi təmin edilmir. Odur ki, sonuncu ifadədən istifadə edərək, novun dərinlik dəqiqliyi əlaqələrini araşdıraq. Sonuncu ifadə ilə ilkin amillərin şəkil 6.4.1-dəki sxemdən təyin edilmiş qiymətlərini nəzərə alsaq:

$$T_h \leq \sqrt{(0,5T_D)^2 + (\delta_l \sin \varphi)^2 + \left(\frac{0,5T_k d}{l} \sin \varphi\right)^2 + (0,5T_{d0} + \Delta a)^2 + \Delta^2 y + \Delta^2 \tau + 3\Delta^2 U + \Delta^2 S} \quad (6.4.6)$$

alarıq. Burada T_D, T_K və T_{do} - uyğun olaraq xarici fırlanma səthinin diametrinə, konusluluğuna və pəstahın daxili texnoloji baza səthinin diametrinə verilmiş müsaidə, φ - fırlanma konik səthinin malik bucağı, Δ_a - texnoloji baza ilə sağanaq arasındakı təminatlı araboşluğu, δ_l - pəstahın oxboyu bazalaşdırılması xətasıdır.

(6.4.6) qeyri - bərabərliyini təmin edən alətin yeyilməsi və sazlama xətasını təyin etsək.

$$3\Delta^2 U + \Delta^2 S \leq T_h^2 - (0,5T_D)^2 + (\delta_l \sin \varphi)^2 + \left(\frac{0,5T_K d}{l} \sin \varphi \right)^2 + (0,5T_{do} + \Delta_a)^2 + \Delta^2 y + \Delta^2 \tau \quad (6.4.7)$$

olar. Sonuncu ifadələri və xarici fırlanma səthinin diametrinə verilmiş müsaidəni (6.4.3) ifadəsində nəzərə alsaq

$$\Delta h = \sqrt{(0,5T_D)^2 + (\delta_l \sin \varphi)^2 + \left(\frac{0,5T_K d}{l} \sin \varphi \right)^2 + (0,5T_{do} + \Delta_a)^2 + 3\Delta^2 U + \Delta^2 S + \Delta^2 Y + 3\Delta^2 \tau} \quad (6.4.8)$$

alarıq. Burada, T_D - xarici fırlanma səthinin diametrinə verilmiş müsaidə;

T_{do} - pəstahın daxili texnoloji baza səthinin diametrinə verilmiş müsaidə;

φ - fırlanma konik səthinin mailik bucağı;

T_K - xarici fırlanma səthinin konusluluğuna verilmiş müsaidə;

Δ_a - texnoloji baza ilə sağanaq arasındakı təminatlı araboşluğu;

δ_l - pəstahın oxboyu bazalaşdırılması xətasıdır.

(6.4.6) analitik asılılığı novun dərinlik xətasının ümumiləşdirilmiş riyazi modelidir. Nəzərə almaq lazımdır ki, konik səthlərin dəqiqlik tələbatları iki cür verilir: yüksək konusluluq dəqiqliyi tələb olunduqda, ona cizgidə ayrıca – müstəqil olaraq tələbat qoyulur; əks təqdirdə onun müsaidəsi, konusluluq xətası konik səthin nominal diametrinə verilmiş müsaidənin daxilində hesab edilir. Bu halda (6.4.8) ifadəsində konusluluqla bağlı yaranan dərinlik xətası sıfır bərabər qəbul edilir. Yəni,

$$\Delta h = \sqrt{(0,5T_D)^2 + (\delta_l \sin \varphi)^2 + (0,5T_{do} + \Delta_a)^2 + 3\Delta^2 U + \Delta^2 S + \Delta^2 Y + 3\Delta^2 \tau} \quad (6.4.9)$$

olur. Novun dərinlik xətasının riyazi modelindən (6.4.9) istifadə etmək-lə bir sıra texnoloji dəqiqlik məsələlərini həll etmək mümkündür. Novun dərinliyinin dəqiqliyinin təmin edilməsi üçün şərti təmin edilməlidir.

$$T_h \geq \sqrt{(0,5T_D)^2 + (\delta_l \sin \varphi)^2 + \left(\frac{0,5T_k d}{l} \sin \varphi\right)^2 + (0,5T_{do} + \Delta_a)^2 + 3\Delta^2 U + \Delta^2 S + \Delta^2 y + \Delta^2 \tau} \quad (6.4.10)$$

Məlumdur ki, yonqarçıxarma ilə emalda texnoloji sistemin sazlan-masına verilən müsaidə ilə kəsici alətin yeyilməsinə verilən müsaidə, sazlaşmanın nominal ölçüsü texnoloji əməliyyatın səmərəliliyinin təmin edilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edirlər. (6.4.10) qeyri - bərabərliyini təmin edən alətin yeyilməsi və sazlaşma xətasının qiyməti şərtini ödəməlidir.

$$3\Delta^2 U + \Delta^2 S \leq T_h^2 - (0,5T_D)^2 + (\delta_l \sin \varphi)^2 + \left(\frac{0,5T_k d}{l} \sin \varphi\right)^2 + (0,5T_{do} + \Delta_a)^2 + \Delta^2 y + \Delta^2 \tau \quad (6.4.11)$$

Sonuncu ifadədə yalnız konik səthin diametrinə verilmiş müsaidə və bazalaşdırma xətasından yaranan xətalərin nəzərə alınması riyazi əlaqələrin sağ tərəfinin mənfi qiymət almasına səbəb olur. Yəni,

$$T_h^2 - (0,5T_D)^2 + (0,5T_{do} + \Delta_a)^2 < 0 \quad (6.4.12)$$

Çünki, qeyd olunmuş konstruksiyalı taxmalar üçün $T_h = 0,1mm$; $T_D = 0,1mm$ və $(0,5T_{do} + \Delta_a) > 0,1mm$.

Beləliklə, novun dərinlik dəqiqliyini idarə etmənin xüsusi tədbiri işlənilməsə, dəqiqliyi təmin etmək çətin məsələyə çevrilir. Bir sıra təd-birlər müəllif tərəfindən işlənmiş və müəssisədə həyata keçirilmişdir. O, cümlədən:

- texnoloji sistemin sazlanması taxmanın müxtəlif vəziyyətlərində həyata keçirilə bilər. Bunlardan ikisi, sazlamanın novun çevrəsinin bir tərəf ucunda və ya nov çevrəsinin simmetriya müstəvisi üzərində aparılması daha xarakterikdir. Analitik araşdırmaların nəticələrinə əsasən, ikinci variant daha əlverişli olmuş və müəssisədə tətbiq üçün tövsiyə olunmuşdur. (6.4.8) ifadəsində, toplanan novun dərinlik dəqiqliyinə təsirini aradan qaldırmaq üçün tərtibatda yerləşdirilən hər bir pəstahın texnoloji bazasının-daxili silindrik səthin yuxarı doğuranının yerləşdirmə elementinə (barmağa) təmasının təmin edilməsi təklif olunmuşdur. Bu halda, pəstahı yerləşdirərkən onun öz ağırlığının təsiri nəticəsində aşağı mövqe tutmasına şərait yaratmaq lazımdır. Bu halda $\Delta a = 0$ olur və s.

Təklif olunan texnoloji tədbirləri tətbiq etməklə kəsilmiş taxmalarda novun dərinlik dəqiqliyinin təcrübələrlə tədqiqi həm Sabunçu EİB-də, həm də Sərdarov adına Maşınqayırma Zavodunda aparılmışdır. Burulğan üsulu ilə kəsilmiş bütün novların dərinlik dəqiqlikləri cizgi üzrə yol verilən həddə olmuşdur.

Beləliklə, fırlanma səthlərində burulğan üsulu ilə kəsilmiş novların dərinlik dəqiqliyinin riyazi modeli çıxarılmış və o, novun dərinlik dəqiqliyi ilə bağlı bir sıra dəqiqlik məsələlərinin həlli üçün tövsiyə edilmişdir.

Novun dərinlik dəqiqliyinin yüksəldilməsini təmin edən sazlama vəziyyəti və pəstahı yerləşdirmə qaydası təklif edilmişdir.

Novun dərinliyinin dəqiqliyinin təcrübələrlə tədqiqi həm Sabunçu EİB-də, həm də Sərdarov adına Maşınqayırma Zavodunda novları təklif olunan texnologiyalarla kəsilmiş taxmalarda aparılmışdır.

VII. KİNEMATİK SƏTH NAHAMARLIĞI. TEXNOLOJİ ƏLAQƏLƏRİNİ İDARƏ ETMƏKLƏ MÜRƏKKƏB PROFİLLİ SƏTHLƏRİN EMAL KEYFİYYƏTİNİN VƏ SƏMƏRƏLİLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ

7.1. Mexaniki emalla formalaşdırılan səthlərin keyfiyyətlərinin təmin edilməsi əsasları

Hissələrin səthlərinin həndəsi keyfiyyətləri, o cümlədən nahamarlıqları, onların istismar göstəricilərinə təsir edən əsas texnoloji parametrlərdən biridir. Emal keyfiyyətini səciyyələndirən texnoloji çıxış parametrlərindən biri də məhz səthin keyfiyyəti, o cümlədən onun nahamarlığıdır. Səthin nahamarlığı emal üsulundan, kəsmə rejimindən, kəsici alətin konstruksiyasından və keyfiyyətindən, texnoloji sistem elementlərinin sərtliyindən və digər amillərdən asılı olaraq formalaşır.

Mexaniki emal zamanı tətbiq edilən kəsmə mexanizmi, o cümlədən emal prosesində təsirdə olan kinematik əlaqələr, kəsmə rejimlərinin formalaşdırdığı səth keyfiyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Odur ki, texnoloji sistemin qeyd olunan giriş parametrlərini, emal zamanı təsirdə olan kinematik əlaqələri idarə etməklə formalaşdırılan səthlərin keyfiyyət parametrlərini həm keyfiyyətə və həm də istiqamət baxımından idarə etmək maşınqayırmanın əsas məsələlərindəndir.

Emal zamanı istənilən səthin nahamarlıq göstəricilərini idarə etmək üçün texnoloji sistem elementləri arasında təsirdə olan kinematik və digər növ əlaqələr sistemləşdirilərək 2-ci fəsildə təqdim edilmişdir. Hesab edirik ki, yalnız səthin nahamarlığının və üst qatının keyfiyyətlərinin deyil, həm də formalaşdırma məhsuldarlığının artırılması baxımından daha müntəzəqqi kəsmə mexanizminin işlənməsi digər tədbirlərə nisbətən daha əhəmiyyətli bir önəm kəsb edir.

Mövcud, nisbətən aşağı səmərəliliyə malik olan kəsmə mexanizminin yeni və daha müntəzəqqi ilə əvəz olunması, həm kinematik əlaqələri idarə etmək, həm də yeni, daha əlverişli statik əlaqə növlərinin yaranması sayəsində səth keyfiyyətinin yüksəldilməsinə zəmin yaradır. Eyni zamanda, kinematik və statik əlaqələr üzərində formalaşan dinamik əlaqələr, səthin real nahamarlığını formalaşdırır. Bu zaman baza əlaqələri kimi çıxış edən statik və kinematik əlaqələr, yüksək

nahamarlıq göstəriciləri təmin etməyə qadir olduqlarından, formalaşdırılan səth də yüksək keyfiyyətə malik olur. Həqiqətən də, texnoloji sistem elementlərinin elastiki deformasiyaları və kəsməyə sərf olunan güc altında baş verən titrəmələr, sistemin təşkilədici elementlərinin sərtliyindən birbaşa asılıdır. Birincilər (elastiki deformasiyalar və titrəmələr) nahamarlığın formalaşmasında həlledici rol oynayır və ikincilərdən (statik əlaqələrdən) əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır.

Mexaniki emal zamanı nahamarlığın formalaşmasına sırf kinematik xarakterli əlaqələrin təsirini xüsusilə qeyd etmək lazımdır. Alət və pəstahın hərəkət mənbələrinin kinematik parametrlərinin yolverilən diapazonda dəyişməsi, hərəkət ötürmə və çevirmə intiqalı elementlərinin hazırlanmasında yol verilən yerli (məsələn, ilişən dişli çarxların cari addımlarının fərqi və s.) və ümumi (məsələn, dişli çarxların bölgü çevrələrinin diametrləri və s.) xətaları bu qəbildəndir. Onlar əsasən statik xarakter daşısalar da, kinematik halda nahamarlığa birbaşa təsir edirlər.

Kəsici alətin həndəsi parametrləri, kəsmə bölgəsində baş verən elastik və plastik deformasiyalar və s. kəsmə mexanizmi və əməliyyatın təşkilindən asılı olaraq səthin nahamarlığının formalaşmasında iştirak edirlər (şək. 5.4.2). Yonqarçıxarma ilə istənilən emal növündə alətin dal üzünün formalaşdırılmış səthlə təması, təmas uzunluğunun və müddətinin elastik deformasiyalar, alətin dal bucağı və kəsmə sürətindən asılılığı nahamarlıq göstəricilərinin qiymətinə təsir edən texnoloji amillərdəndir.

Kəsici alətin yeyilməsi – səthin nahamarlığı dinamik xarakterli əlaqədir. Bu əlaqə həm statik xarakterli alət və pəstah materialı əlaqələrindən, həm də kinematik xarakterli kəsmə şəraiti, kəsmə rejimləri və kəsmə mexanizmindən asılıdır.

Yonqarçıxarma ilə emalda həm kəsmə bölgəsində yaranan lokal istilik, həm də pəstah və alətin ümumi istilik vəziyyətləri – nahamarlıq əlaqələri, texnoloji sistemin dinamik halında formalaşır və dinamik xarakterə, təsir dairəsinə malik olur. Bununla belə, onların formalaşan səthin nahamarlığına təsir mexanizmi və kəmiyyətə qiyməti alət və pəstahın materialları ilə, həmçinin ölçüləri ilə də əlaqəlidir. Nahamarlıq, alətin tutma uzunluğu kimi statik əlaqələrlə, kəsmə rejimi elementləri ilə müəyyənləşən kinematik əlaqələr və eyni zamanda alətin və pəstahın istilikkeçirmə qabiliyyətləri kimi dinamik əlaqələrlə

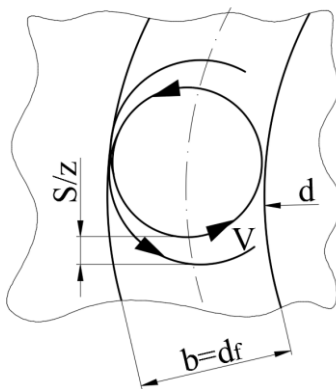
bağlıdır.

Beləliklə, statik və kinematik əlaqələri idarə etməklə eyni zamanda dinamik əlaqələrin idarə edilməsinə nail olunur. Odur ki, işdə statik və kinematik əlaqələrin idarə olunaraq məqsəd funksiyasının tələblərinin təmin edilməsinə üstünlük verilir.

Tiyəli alətlə səthlərin formalaşdırılmasında kinematik əlaqələri idarə etməklə səth keyfiyyətinin emal məhsuldarlığı ilə kompleks şəkildə yüksəldilməsini taxma tipli hissələrdə kipkəc novunun emalı timsalında reallaşdırılması məsələsini araşdıraraq.

Qeyd olunduğu kimi, anoloji novların barmaq frezi ilə kəsilməsinin, ona nisbətən qat-qat məhsuldar olan torna tipli kəşkilərlə burulğan üsulu ilə kəsilmə sxemi müəllifin iştirakı ilə işlənmiş və tətbiq üçün təklif olunmuşdur. Aydınır ki, səthin nahamarlığı, onu formalaşdırarkən təmin edilən statik, kinematik və dinamik əlaqələrin təzahürünün nəticəsidir (şək. 2.2.7).

Novun barmaq frezi ilə formalaşdırılmasında alətin formalaşdırıcı tilinin novda buraxdığı izin trayektoriyası şək. 7.1.1-də, burulğan üsulu ilə novkəsmədə isə şək. 7.2.1-də verilmişdir.



Şəkil 7.1.1. Novun frezlənməsində alətin kəsən tilinin trayektortiyası

Şəkildə d_f ilə barmaq frezinin diametri göstərilmişdir. Barmaq frezi ilə emalda kəsmə rejimi elementləri yüksək səth keyfiyyətinin təmin edilməsi üçün əlverişli olmadığı kimi, alətin səthdə buraxdığı izlər də səthin keyfiyyətini formalaşdırma baxımından əlverişli

deyildir. Belə ki, çox qısa bir emal uzunluğunda, alətin diametrinə ($b = d_f$) bərabər kəsmə məsafəsində materialda həm istiqamət üzrə, həm də əks frezlənmə aparılır. Bu isə, çox qısa emal bölgəsində dinamik tarazılığa mənfi təsir göstərir

Novun burulğan üsulu ilə emalında, səthin formalaşdırılması üçün keçid yuvasının oxundan hissənin oxuna perpendikulyar müstəvidə bir tərəfdə istiqamət üzrə, digər tərəfdə isə əks istiqamətdə kəsmə aparılır. Bu yanaşma, formalaşan bölgələrdə səthin nahamarlığını azaldır və həm alətə təsir edən qüvvənin qiymət və istiqamətinin sabilliyinin, həm də dinamik sistemin sabilliyinin təmin edilməsi ehtimalını artırır. Digər tərəfdən, məlumdur ki, kəsici ilə emal yüksək sürətlə aparılır və formalaşdırılan səthin keyfiyyət göstəriciləri, kiçik sürətlə aparılan barmaq frezi ilə emal prosesinə nisbətən daha yüksək olur. Barmaq frezi ilə frezləmədə alətin kəsən tilinin dəyirmilik radiusu çox kiçik - sıfıra yaxın qiymət alır. Burulğan üsulu ilə novkəsmədə isə, alətin kəsən tilinin dəyirmilik radiusu novun eninin yarısına bərabər olur.

Müxtəlif səthlərin frezləmə yolu ilə emalında, səthin həndəsi keyfiyyətinin və səth qatlarının keyfiyyətinin formalaşmasına dair tədqiqatlar göstərir ki, fırlanma yan səthində nəzərdə tutulan kippəc novunun barmaq frezi ilə frezlənməsi, aşağı məhsuldarlığa malik olmaqla yanaşı, həm də kiçik nahamarlığa malik səthin formalaşdırılması baxımından səmərəli deyildir.

Novların işçi səthlərinin keyfiyyətini müəyyən edən parametrlərdən biri olan nahamarlıq, onların istismar göstəricilərinə təsir edən əsas texnoloji parametrlərdən biridir. Səthin nahamarlığı, emal üsulundan, kəsmə rejimi elementlərindən, kəsici alətin konstruksiyası və keyfiyyətindən, habelə texnoloji sistem elementlərinin sərtliliyindən asılıdır.

Müasir maşınqayırma sahəsindəki inkişaf tendensiyalarından biri, məmul və onların hissələrinin istehsalı mərhələsində istehsal keyfiyyətlərinin idarə olunması yolu ilə istismar göstəricilərinin yüksəldilməsidir. Buna görə də, novların səth keyfiyyətlərinin idarə edilməsi və yüksəldilməsi, onların istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına zəmin yaradır.

Burulğan üsulu ilə kəsilmiş novlar, onların konstruksiyasına qoyulmuş səth keyfiyyəti tələblərini də ödəməlidir. Novun dibində nahamarlığın profilinin orta hesabı sapması $R_a = 1,6mkm$, yan

tərəflərində isə $R_a = 2,5mkm$ həddində təmin edilməlidir. R_a ilə profil nahamarlığının ən böyük hündürlüyü R_z arasındakı əlaqə isə $R_z = (4 \div 5)R_a$ ilə ifadə olunur.

Səthdə nahamarlığın formalaşma mexanizmini şərti olaraq iki hissəyə ayırmaq mümkündür: səthin kinematik nahamarlığı və onun əsasında formalaşan həqiqi (real) nahamarlıq. Səthin kinematik nahamarlığı, kəsmə sxeminin kinematikasına əsaslanaraq analitik şəkildə təyin edilə bilər. Demək olar ki, bütün növ mexaniki emal üsullarında nahamarlığın kinematik toplanması, nəticə olaraq həqiqi nahamarlıq verisdən və kəsici alətin həndəsi parametrlərindən asılıdır. Burulğan üsulu ilə novkəsmədə isə, prosessə xas olan nahamarlığın kinematik toplanması nəticədə novun profilini formalaşdıran səthlərin (yan səthlər və dairəvi dib səthi) nahamarlıqlarının tərkib hissələrinə çevrilir. Buna görə də, bu səthlərin kinematik əlaqələrinin aşkar edilməsi və bu əlaqələri idarə etməklə yüksək səth keyfiyyətli nov emalı problemi gündəmə gəlir.

Burulğan üsulu ilə nov emalında nahamarlığın kinematik toplanmasının formalaşması tədqiq edilmiş və onun ox istiqamətindəki verisdən asılılığının riyazi modeli çıxarılmışdır. Lakin bu prosesdə, həlledici təsirə malik olan çevrəvi verişin nahamarlığa təsiri nəzərə alınmamışdır. Nəzəri hesablamalar göstərir ki, çevrəvi veriş, xətti verişlə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə böyük qiymət alır. Emal zamanı xətti və çevrəvi verişlər bir-biri ilə əlaqəli olaraq yerinə yetirilir. Belə ki, novun kəsilməsində xətti verişlə yerinə yetirilən xətti yerdəyişmə müəyyən bir çevrənin (məsələn, baza səthinin nominal diametrinə uyğun çevrənin) çevrəsi ilə eyni olarsa, çevrəvi verişlə yerinə yetirilən yerdəyişmə həmin çevrə ilə uyğun olan qövs uzunluğuna bərabər olur. Nəticə etibarilə, çevrəvi verişin nəzərə alınmaması, nahamarlığın kinematik toplanmasının təyin edilməsində ikiqat səhvə yol verilməsinə səbəb olur.

Beləliklə, işlənmiş texnoloji proses, təchizat vasitəsi və çoxalətli emalın çıxış parametrlərindən biri olan səth keyfiyyətinin tədqiqi və bu prosesin səth keyfiyyəti, xüsusən də səthin nahamarlığı baxımından qiymətləndirilməsi həm nəzəri, həm də praktiki əhəmiyyət kəsb edir və aktualdır.

Fırlanma yan səthlərində burulğan üsulu ilə novun ikialətli emalın-

da formalaşdırılan səthlərin nahamarlıqlarının kinematik toplananlarının riyazi modellərini çıxarmaq üçün kəsmə rejimi və novun konstruktiv elementlərindən istifadə edilir.

Beləliklə, emal olunan səthin nahamarlığı iki növ nahamarlığın toplamıdır:

- emal prosesinin dinamikasından doğan, nahamarlığın-kələ-kötürlüyün dəyişən hissəsi, R_{zd} ,

- emal prosesinin kinematikasından doğan, səthin formalaşdırılması mexanizminə xas olan, kələ-kötürlüyün sabit qəbul edilən hissəsi, R_{zk} , yəni:

$$R_z = R_{zk} + R_{zd} \quad (7.1.1)$$

Nahamarlıq profilinin hündürlüyünün dinamik toplananı R_{zd} , texnoloji sistem elementlərinin termiki və elastiki deformasiyalarından yaranan titrəmələr, alətin fırlanma və pəstahın veriş hərəkətlərini təmin edən intiqallardakı yerli kinematik xətlər, emal olunan səthlə alətin dal üzünün təmas xarakteri, kəsmə şəraitinin xüsusiyyətləri və digər faktorlar tərəfindən formalaşdırılır. Bu amillərin nahamarlığın formalaşmasına təsiri təsadüfi xarakter daşıyır və onları analitik olaraq təyin etmək və nəzərə almaq hal-hazırda mümkün deyil.

Nahamarlıq profilinin hündürlüyünün kinematik toplananı R_{zk} , kəsmə sxeminin kinematika, texnoloji sistem elementlərinin konkret ölçüləri və kəsmə rejimi elementlərinin ölçü əlaqələri ilə formalaşır. Bu elementlərin qiymətləri sabitdir və ya dəyişmə diapazonları çox kiçik olduğundan, R_{zk} - emal olunan səth boyunca stabil qalır. Nəzəri baxımdan, bu qiymət sabitdir.

Nahamarlığın dinamik toplananı isə, nisbətən böyük qiymət alır və kəsmə rejimi elementləri ilə idarə edilməsi mümkündür. Bu toplanan, nahamarlığın kinematik təşkiledicisinin üzərində, onun bazasında formalaşır. Buna görə də, profil nahamarlığının ən böyük hündürlüyü R_{zk} ilə əlaqəli olan kinematik toplanan R_z - nın riyazi modelinin çıxarılması və araşdırılması daha məqsədəuyğun sayılır.

Novun dibində nahamarlıq, alətin ucu ilə və formalaşdırıcı tiyənin yastı müstəvi üzərindəki fırlanma hərəkəti nəticəsində formalaşır. Novun yan və dib səthlərində profil nahamarlığının formalaşma

mexanizmləri fərqli olduğuna görə, nahamarlıq hündürlüyünün riyazi modeli hər iki səth üçün ayrıca çıxarılır.

Novun dibində nahamarlığın kinematik təşkiledicilərinin parametrləri, məsələn, formalaşma tezlikləri, addım uzunluğu və s., novun yan səthində formalaşan mexanizmə analoji olaraq baş verir. Lakin novun dibindəki nahamarlıqlar, onun simmetriya silindri üzərində üfüqi müstəvi üzərində formalaşır. Alətin novun dibini formalaşdıran kəsici tiyəsi də bu üfüqi müstəvi üzərində fırlanır. Bununla belə, novun dibində alətin pəstahda buraxdığı iz üfüqi müstəvi üzərində deyil, əyri xətt üzrə olur. Çünki kəsmə prosesi zamanı pəstah çevrəvi verişlə dönmə hərəkəti edir.

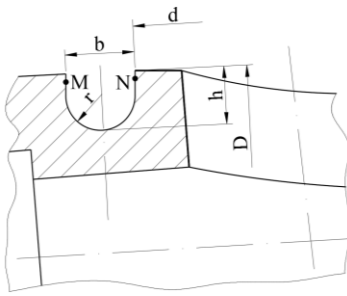
Kəsici alətin sayının artırılması və uzununa xətti verişin azaldılması nahamarlığın hündürlüyünü azaldır. Nəzərə almaq lazımdır ki, çevrəvi veriş S_{ζ} ilə uzununa veriş S_u arasında funksional əlaqə mövcuddur: $S_{\zeta} = f(S_u)$. Buna görə də, uzununa verişin kiçilməsi ilə çevrəvi veriş də müvafiq olaraq azalır.

Novun yan və dib səthlərinin nahamarlığının kinematik hündürlükləri, yerləşmə çevrələrinin diametrlərindən, alətin fırlanma tezliyindən, başlıqdakı alətlərin sayından, kəsici tiyənin nahamarlıq göstəricilərindən və uzununa verişin qiymətindən asılıdır.

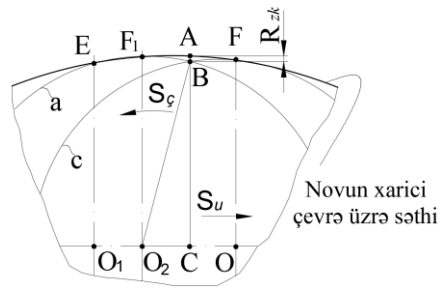
Burulğan üsulu ilə nov kəsmədə alətin pəstahda buraxdığı qonşu izlər (alətin hər 360° dövrəsindən bir) arasındakı müddətdə pəstah fasiləsiz olaraq oxundan keçən üfiqi müstəvi üzərində xətti veriş S_x -ə qədər düz xətti hərəkət edir və ox ətrafında çevrəvi veriş S_{ζ} -ə qədər əks istiqamətdə döner (şəkil 7.1.2).

Səthlərin real (həqiqi) nahamarlıqları, nisbətən böyük qiymət alan və kəsmə rejimi elementləri ilə idarə edilməsi mümkün olan nahamarlığın kinematik təşkiledicisi üzərində və onun bazasında formalaşır. Buna görə də, profil nahamarlığının ən böyük hündürlüyü R_z -in kinematik toplananı R_{zk} -nin riyazi modelinin novun xarici çevrəsi üzrə çıxarılması və araşdırılması məqsədə uyğundur.

Nahamarlığın kinematik toplananı R_{zk} , material çıxaran alətin (və ya alətlərin) kəsmə mexanizmi ilə əlaqədar olaraq pəstahda buraxdığı izlərin formalaşdırılmalı olan nəzəri profildən (səthdən) sapmanın ən böyük hündürlüyünü ifadə edir (şəkil 7.1.2a).



a)



b)

Şəkil 7.1.2. Novun konstruksiyası (a) və xarici çevrəsi üzrə nahamarlığın kinematik toplanmasının formalaşması sxemi (b)

Buradan belə nəticə alınır ki, fırlanma yan səthlərində kippək novlarının çox-alətli burulğan üsulu ilə formalaşdırılması zamanı fasiləsiz fırlanan alətlərin pəstahın emal olunmuş səthində buraxdıqları iki qonşu iz pəstahın uzununa veriş S_u və onunla uzlaşdırılmış öz oxu ətrafında, əks istiqamətdə, dönmə - çevrəvi veriş S_φ hərəkətlərinin nəticəsidir.

Novların çevrə boyunca müntəzəm yerləşmiş iki alətlə kəsil-məsində nahamarlığın çıxıntısının tezliyi, alətin 180° dönməsinə uyğun gəlir. Əgər Z sayda alətlə novu emal edirsinizsə, nahamarlıq çıxıntısının tezliyi, yəni onun addımı, $360^\circ/Z$ olur. Bu nəticələr, səthin nahamarlığının hündürlüyünün kinematik təşkiledicisinin riyazi modelini çıxarmağa əsas yaradır.

Novun iç və xarici çevrələri boyunca (şək. 7.1.2, a; M və N nöqtələri ətrafında, səth boyunca) nahamarlıqlar, alətin fırlanma hərəkəti zamanı onun üzbə-üz olan iki qarşı tiyəsi ilə formalaşır. Nahamarlığın kinematik təşkiledicisinin riyazi modelinin novun xarici səthi üçün çıxarılması və bu modelin novun daxili səthinə tətbiq edilməsi məqsəduyğun sayılır. Çünki burulğan üsulu ilə nov emalında xarici diametrə aid səthdə formalaşan nahamarlıq, daxili diametrə aid səthdə formalaşan nahamarlıqlara nisbətən daha yüksək hündürlüyə malik olur.

Novun dibindəki nahamarlıq isə alətin ucu ilə, formalaşdırıcı tiyənin yastı müstəvi üzərində fırlanma hərəkəti ilə formalaşır.

7.2. Burulğan üsulu ilə kəsilmiş novların nahamarlıqları və kinematik toplananlarının riyazi modelləri

Burulğan üsulu ilə nov kəsmədə xarici diametr üzrə formalaşan nahamarlıq, nisbətən yüksək hündürlüyə malik olduğuna görə, novun xarici çevrəsi üzrə nahamarlıq parametrlinin kinematik toplanmasını təyin edək (Şəkil 7.1.2).

Novun iki alətlə emal sxemini araşdıraraq (şək. 7.1.2). Birinci alətin i saylı dövründə, gediş zamanı o , E nöqtəsindən keçərək a trayektoriyasını cızır və pəstahda onun ətrafında novu formalaşdırır. Bu zaman pəstahın vəziyyəti, özəl oxunun O_1 vəziyyətinə uyğun olur. Pəstah fasiləsiz olaraq xətti yerdəyişmə və onunla uzlaşmış öz oxu ətrafında dönmə hərəkəti etdiyindən, ikinci alətin i saylı gedişində o , $\frac{S_u}{2}$ qədər yerdəyişmə alır və $\frac{S_c}{2}$ qədər dönür. Onun F ilə işarə olunmuş məntəqəsi kəsmə bölgəsinə düşür və F_1 ilə işarə olunmuş mövqeyi tutur.

Beləliklə, 180° dönmüş alət başlığında (şpindeldə) yerləşmiş ikinci alət pəstahın F məntəqəsindən yonqar çıxarır və pəstahda c izini buraxır. Nəticədə, pəstahın F bölgəsi F_1 nöqtəsinə uyğun olan kəsmə bölgəsində olduqda, ikinci alət kəsmə apararaq novda oxdan ən uzaq məsafədə olan səthi formalaşdırır. Deməli a və c izlərinin bir hissəsi olan F_1B və BF əyri profilləri B nöqtəsində görüşürlər. B nöqtəsi, alətlərin ardıcıl olaraq yerinə yetirilmiş iki eyni sırasaylı gedişləri zamanı pəstahda buraxdıqları izlərin kəsişmə nöqtəsidir. Bu nöqtə, təqdim olunan emal şəraitində təmin edilməsi nəzərdə tutulmuş ideal həndəsi çevrədən real profilin ən uzaq nöqtəsi və novun oxuna ən yaxın profil nöqtəsidir. Beləliklə, ikialətli emal aparıldıqda səthdə yaranan nahamarlığın ən böyük kinematik hündürlüyü R_{zk} formalaşır.

Əslində, F_1B və BF əyrilərin profilləri çevrə qövsündən fərqlənir. Lakin uzununa veriş və onunla uzlaşmış çevrəvi verişin qiymətləri, alətin fırlanma tezliyinə nisbətən çox kiçik olduğundan, kifayət qədər dəqiqliklə F_1B və BF konturlarını çevrə qövsü kimi qəbul etmək olar. Beləliklə, pəstahın şəkildə təsvir olunmuş vəziyyətində, onun F məntəqəsi artıq E məntəqəsi artıq nöqtəsinə yerdəyişmiş kəsmə bölgəsinə çatdıqda, ikinci alət pəstahdan material çıxarır.

Başlığın növbəti 180° dönməsi zamanı birinci alət pəstahdan material çıxarır və özünün növbəti izini buraxır. Bu qayda ilə kəsmə prosesi aparılır və səthin nahamarlığı formalaşır. Həndəsi qurma və nahamarlığın formalaşma mexanizmi araşdırıldıqda, iki qonşu çıxıntı və ya çökəklik arasındakı məsafənin-nahamarlığın addımının $\frac{(S_c - S_u)}{z}$ -dən asılı olaraq təyin olunduğu müəyyən edilmişdir. Emal kinematikasına bağlı yaranan nahamarlığın hündürlüyünün riyazi modelinin çıxarılmasında çevrəvi verişlə bağlı qövsün uzunluğunun S_c qövsünün vətərinə bərabər olduğu qəbul edilir. Tədqiqat nəticələrinə görə, onlar arasındakı fərq çox kiçikdir.

Şək. 7.1.2 – dəki sxemə əsasən, kinematik nahamarlığın hündürlüyü aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$R_{zk} = AC - BC \quad (7.2.1)$$

burada, AC - təmin edilmiş novformalaşdırma şəraitində onun təsəvvür edilən (gözlənilən) profilinin oxdan uzaq nöqtəsinin radiusu;

BC - real nov profilinin oxuna ən yaxın məsafəsi, yəni nahamarlıq çıxıntısının təpəsindən oxadək olan məsafədir.

Novun konstruktiv ölçülərini nəzərə alsaq (şək. 7.1.2, b):

$$AC = 0,5 (d + b) \quad (7.2.2)$$

$\angle BCO_2 = 90^\circ$ olduğunu nəzərə alaraq $\triangle CBO_2$ -dən BC parçasının uzunluğunu təyin edək.

$$BC = \sqrt{BO_2^2 - CO_2^2} ; \quad (7.2.3)$$

Yuxarıda qeyd olunmuş şərtə əsasən:

$$BO_2 = AC = 0,5(d + b)$$

Nahamarlığın kinematik hissəsinin formalaşma qanunauyğunluğunun sabilliyini və onların təpələrinin çökəkliklərə nəzərən

simmetrik yerləşməsinə nəzərə alaraq CO_2 - ni təyin edək. Eninə və çevrəvi verişlərlə formalaşan ölçü zəncirindən:

$$CO_2 = 0,5OO_2 = \frac{0,5(S_{\xi} - S_u)}{Z} \quad (7.2.4)$$

alırıq.

(7.2.4) ifadəsini və uzununa - xətti və çevrəvi verişlər arasındakı funksional əlaqəni (7.2.3) - də nəzərə alsaq:

$$\begin{aligned} BC &= 0,5 \sqrt{(d+b)^2 - 0,5 \left(\frac{\pi D S_n \cdot \arcsin \frac{d}{D}}{180 \cdot d} - S_u \right)} = \\ &= 0,5 \sqrt{(d+b)^2 - 0,5 S_u^2 \left(\frac{\pi D \cdot \arcsin \frac{d}{D}}{180 \cdot d} - 1 \right)} \end{aligned} \quad (7.2.5)$$

alırıq. (7.2.2) və (7.2.5) ifadələrini (7.2.1) – də nəzərə almaqla iki alətlə burulğan üsulu ilə novkəsmədə novun xarici yan səthində formalaşan nahamarlığın hündürlüyünün ən böyük kinematik toplananının riyazi modelini alırıq:

Novun iç yan səthinin nahamarlığının kinematik toplananı, onun xarici səthinin nahamarlığı ilə eyni zamanda, eni $B = b$ (burada b novun enidir) olan alətin eyni gedişlərində formalaşır. Fərq yalnız xarici və iç yan səthlərin mövqelərində - onların diametr ölçülərindədir.

$$R_{zk} = 0,5 \left[d + b - \sqrt{(d+b)^2 - 0,5 S_u^2 \left(\frac{\pi D \cdot \arcsin \frac{d}{D}}{180 \cdot d} - 1 \right)^2} \right] \quad (7.2.6)$$

Sonuncu ifadənin çıxarılış üsulunu tətbiq etməklə iç yan səth üçün nahamarlığın kinematik toplananının riyazi modelini alırıq:

$$R_{zkd} = 0,5 \left[d - \sqrt{d^2 - S_u^2 \left(\frac{\pi D \cdot \arcsin \frac{d}{D}}{180 \cdot d} - 1 \right)^2} \right] \quad (7.2.7)$$

(7.2.6) və (7.2.7) ifadələrinin araşdırılması göstərir ki, novun xarici və iç səthlərində formalaşan nahamarlıqların kinematik toplananlarının ən böyük qiymətləri novun ölçülərindən, onun yerləşdiyi fırlanma səthinin diametrindən və uzununa verişdən asılıdır. Nəzərə alınmalıdır ki, xətti veriş həm alətin fırlanma tezliyi ilə, həm də çevrəvi verişlə funksional əlaqəyə malikdir. Buna görə də nahamarlığın hündürlüyü həm alətin fırlanma tezliyindən, həm də çevrəvi verişdən asılıdır. Deməli, başlıqdakı alətlərin sayını artırmaq və xətti verişi azaltmaqla nahamarlığın hündürlüyünü azaltmaq mümkündür.

Xarici və iç yan səthlərin kinematik nahamarlıqlarının riyazi modellərindən, (7.2.6) və (7.2.7) ifadələrindən istifadə etməklə, novun konstruktiv ölçüləri və kəsmə rejimi elementlərindən asılı olaraq nahamarlığın ən yüksək kinematik toplananı təyin edilə bilər.

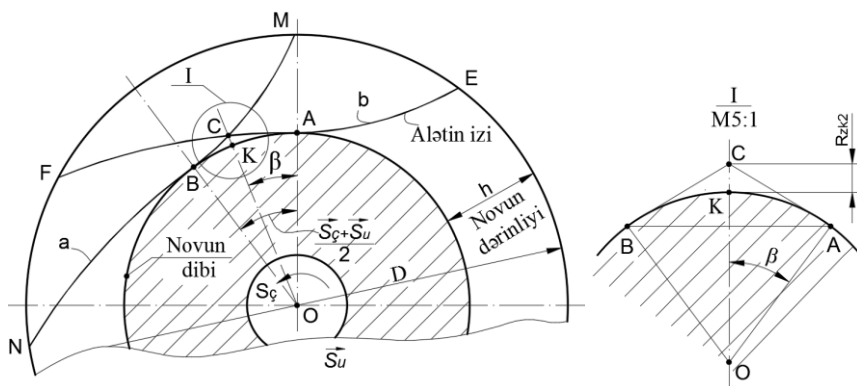
7.2.2. Novun dib səthinin nahamarlığının kinematik toplananının riyazi modeli

Novun dibində nahamarlıq parametrinin kinematik toplananının ən böyük hündürlüyü yan səthdə onların formalaşmasına analojidir. Lakin bu halda nahamarlıq emal olunan şaquli səth üzərində deyil, üfiqi səth üzərində formalaşır (şək. 7.2.1) .

İşlənmiş burulğan üsulu ilə novkəsmədə kəsici alət oxu şaquli yerləşmiş şpindel üzərində bərkidildiyindən onun novun dibinin nahamarlığını formalaşdıran kəsən tiyəsi üfüqi müstəvi üzərində fırlanır. Buna baxmayaraq, pəstahın çevrəvi verişi (fırlanması) alətin fırlanma hərəkəti ilə sinxron yerinə yetirildiyindən, sonuncunun pəstah üzərində buraxdığı iz əyrixətli trayektoriya üzrə olur. Bu zaman çevrəvi verişin alətin fırlanma tezliyinə nisbətən qat - qat kiçik olduğunu və alətin izinin nahamarlıq profilini formalaşdıran hissəsinin uzunluğunun (şək 7.1.2 -də BC və AC) çox kiçik qiymət aldığını nəzərə

alaraq, kələ-kötürlüyün riyazi modelini çıxarmaq üçün alətin pəstahda buraxdığı izin, onun BC və CA hissəsinin müstəvi üzərində olduğu qəbul edilir (şək. 7.2.1).

Novun dibində nahamarlıq parametrinin kinematik toplananının ən böyük hündürlüyü, yan səthdə onların formalaşmasına analoji şəkildə yaranır. Lakin bu halda nahamarlıq, emal olunan şaquli səth üzərində deyil, üfüqi səth üzərində formalaşır (şək. 7.2.1). İşlənmiş burulğan üsulu ilə novkəsmədə, kəsici alət oxu şaquli yerləşmiş şpindel üzərində bərkidildiyindən, onun novun dibinin nahamarlığını formalaşdıran kəsici tiyəsi üfüqi müstəvi üzərində fırlanır. Buna baxmayaraq, pəstahın çevrəvi verişi (fırlanması) alətin fırlanma hərəkəti ilə sinxron yerinə yetirildiyindən, sonuncunun pəstah üzərində buraxdığı iz əyrixətli trayektoriya üzrə yaranır. Bu zaman çevrəvi verişin alətin fırlanma tezliyinə nisbətən qat-qat kiçik olduğu və alətin izinin nahamarlıq profilini formalaşdıran hissəsinin uzunluğunun (şək. 7.1.2-də BC və AC) çox kiçik qiymət aldığı nəzərə alındıqda, kələ-kötürlüyün riyazi modelini çıxarmaq üçün alətin pəstahda buraxdığı izlərin, onun BC və CA hissələrinin müstəvi üzərində olduğu qəbul edilir (şək. 7.2.1).



Şəkil 7.2.1. Novun dibində nahamarlığın formalaşması sxemi

Birinci alət i saylı gedişində fəzada və pəstahda a izini (NM əyrixətli üzrə), ikinci alət isə b izini (FE əyrixətli üzrə) cizir. Alətlərin nisbi izlərinin BM və CE hissələrində pəstahdan material çıxarılır. Onların NB və FC hissələri isə novun kəsilmə hissəsinə təsadüf edir

və bu hissələrdə pəstahdan material çıxarılmır, alətin fəzada boş trayektoriyası yerinə yetirilir.

Aydındır ki, birinci alətin pəstahda B bölgəsini, ikinci alətin isə A bölgəsini formalaşdırdıqları mütləq zaman müddətləri kəsiyində alət başlığı 180° dönür. Pəstah isə $S_u/2$ qədər uzununa yerdəyişmə və eyni zamanda $S_\zeta/2$ qədər dönmə hərəkəti edir. Beləliklə, alətlərin pəstahda buraxdığı BM və CE izlərinin bir-birini qapamayan BC və uyğun olaraq CA hissələri novun dib səthini formalaşdırırlar. Onların və novun nəzəri dibini ifadə edən AB qövsünün formalaşdırdıqları əyri xətti BCA üçbucaq formalı fiquru səthin nahamarlığının kinematik toplananını ifadə edir. Fiqurun nəzəri profildən ən uzaq-ucqar nöqtəsi C nahamarlığın təpəsini, $KC = R_{zk}$ məsafəsi isə onun hündürlüyünü ifadə edir (şək. 7.2.1) Texnoloji sistem elementləri arasındakı həndəsi əlaqələri və deyilənləri nəzəri olaraq R_{zk} – ni təyin edək. Nahamarlığın hündürlüyünün formalaşma mexanizminin araşdırılması göstərir ki, onun zirvəsi AB - qövsünün ortasına uyğun gəlir. Onun uzunluğu isə kifayət dəqiqliklə aşağıdakı kimi təyin edilə bilər.

Alətin bir dövründə pəstah çevrəvi veriş S_ζ qədər döndükdə, həmin müddətdə onun oxu əks istiqamətdə xətti veriş S_u qədər əks istiqamətdə yerdəyişmə alır. Səthin nahamarlığı çevrəyə toxunan istiqamətdə formalaşdığı və çevrəvi verişin qiyməti çox kiçik olduğu üçün, alətin bir dövrünə uyğun olan \overline{AB} qövsünün uzunluğu verişlərin fərqiə əsasən təyin edilir:

$$\overline{AB} = \frac{S_\zeta - S_u}{z} \quad (7.2.1)$$

K nöqtəsi təqribən \overline{AB} qövsünün ortasına düşdüyündən

$$AK = \frac{S_\zeta - S_u}{2z} \quad (7.2.2)$$

qəbul etmək olar. Şək. 7.2.1 - dən nahamarlığın hündürlüyü

$$R_{zk} = CK = CO - KO \quad (7.2.3)$$

olar. Burada KO novun dibinin radiusudur. Onda $KO = 0,5D - h$ olar.

ΔOAC düzbucaqlı üçbucağından CO - nu təyin edək. Şək. 7.2.1-dən, sxemdə göstərildiyi kimi \widehat{AK} -qövsünə uyğun mərkəzi bucaq

$$\beta = \frac{360 \cdot AK}{2\pi \cdot OA} \quad (7.2.4)$$

olar. AK və OA - nın qiymətlərini (7.2.4) – də yazsaq;

$$\beta = \frac{180 \cdot (S_{\zeta} - S_u)}{2Z\pi \cdot (0,5D - h)} = \frac{90 \cdot (S_{\zeta} - S_u)}{Z\pi \cdot (0,5D - h)} \quad (7.2.5)$$

alırıq. $CA \perp AO$ olduğundan, ΔCAO - dan:

$$CO = \frac{AO}{\cos \beta} \quad (7.2.6)$$

Burada $AO = (0,5D - h)$ olduğunu və (7.2.4) ifadəsini (7.2.5) - də nəzərə alsaq:

$$CO = \frac{0,5D - h}{\cos \frac{90 \cdot (S_{\zeta} - S_u)}{\pi Z \cdot (0,5D - h)}} \quad (7.2.7)$$

alırıq. (7.2.7) ifadəsini isə (7.2.3) – də nəzərə alsaq, nahamarlığın ən böyük hündürlüyünü tapırıq:

$$R_{zk2} = \frac{0,5D - h}{\cos \frac{90 \cdot (S_{\zeta} - S_u)}{\pi Z \cdot (0,5D - h)}} - (0,5D - h) \quad (7.2.8)$$

olar. Sonuncu ifadədə çevrəvi verişin xətti verişlə ifadəsini yazsaq:

$$R_{zk2} = \frac{0,5D - h}{\cos \frac{90 \cdot \left(\frac{\pi D \cdot S_u \arcsin \frac{d}{D} - S_u}{180 \cdot d} \right)}{\pi Z \cdot (0,5D - h)}} - (0,5D - h) \quad (7.2.9)$$

alırıq. (7.2.9) ifadəsini sadələşdirsək səthin nahamarlığının ən böyük hündürlüyünün uzununa verişdən asılılığını alırıq:

$$R_{zk2} = \frac{0,5D - h}{\cos \frac{90 \cdot S_u \left(\pi D \sin \frac{d}{D} - 180d \right)}{180\pi Z d \cdot (D - h)}} - (0,5D - h) \quad (7.2.10)$$

Alınmış ifadə proqramlaşdırılmış və müxtəlif tip ölçülü “taxmalar” üçün R_{zk2} -nin uzununa verişdən asılılıqları təyin edilərək cədvəl 7.1 – də verilmişdir. Novun dibində nahamarlığın kinematik hündürlüyünün xətti verişdən asılılığı qrafik 7.2.1 – də göstərilmişdir.

Cədvəl 7.1

**Müxtəlif tip ölçülü “taxmalar” üçün R_{zk2} - nın uzununa
verişdən asılılığı**

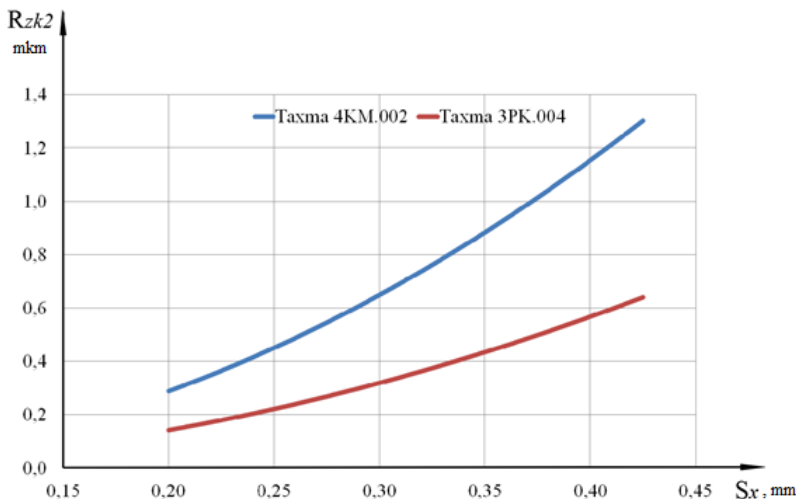
№	Taxma 4KM. 002					Taxma 3PK. 004				
	d	b	S	D	Rzk2	d	b	S	D	Rzk2
1	63	3,8	0,2	112	0,288	34	3,4	0,2	82	0,142
2	63	3,8	0,215	112	0,333	34	3,4	0,215	82	0,164
3	63	3,8	0,23	112	0,381	34	3,4	0,23	82	0,188
4	63	3,8	0,245	112	0,433	34	3,4	0,245	82	0,213
5	63	3,8	0,26	112	0,487	34	3,4	0,26	82	0,240
6	63	3,8	0,275	112	0,545	34	3,4	0,275	82	0,268
7	63	3,8	0,29	112	0,606	34	3,4	0,29	82	0,298
8	63	3,8	0,305	112	0,671	34	3,4	0,305	82	0,330
9	63	3,8	0,32	112	0,738	34	3,4	0,32	82	0,363
10	63	3,8	0,335	112	0,809	34	3,4	0,335	82	0,398
11	63	3,8	0,35	112	0,883	34	3,4	0,35	82	0,434
12	63	3,8	0,365	112	0,961	34	3,4	0,365	82	0,472
13	63	3,8	0,38	112	1,041	34	3,4	0,38	82	0,512
14	63	3,8	0,395	112	1,125	34	3,4	0,395	82	0,553
15	63	3,8	0,41	112	1,212	34	3,4	0,41	82	0,596
16	63	3,8	0,425	112	1,302	34	3,4	0,425	82	0,641

Beləliklə, sonuncu (7.2.10) düsturu novun dibində nahamarlığın kinematik toplananının riyazi modelini ifadə edir. (7.2.10) ifadəsini araşdırmaqla səthin nahamarlılığını azaltmaq, onun idarəetmə istiqamətini müəyyənləşdirmək olar.

İfadədə D və h novun konstruktiv parametrləri olub sabit kəmiyyətlərdir. Deməli, novun dibinin nahamarlığının kinematik toplananının hündürlüyü uzununa və çevrəvi verişlərin funksional fərqiindən və

kəsən alətin sayından asılıdır.

Qeyd olunduğu kimi, nahamarlığın hündürlüyünün azalmasına kəsici alətlərin sayının artırılması və uzununa verişin azaldılması təsir göstərir. Çevrəvi verişlə S_c uzununa veriş S_u arasında funksional əlaqə olduğundan, uzununa veriş kiçildikdə çevrəvi veriş də uyğun olaraq kiçilir.



Qrafik 7.2.1. Novun dibində nahamarlığın kinematik hündürlüyünün xətti verişdən asılılığı

Kəsici alətlərin fırlanma tezliyi ilə nahamarlığın hündürlüyü R_{zk} birbaşa asılı deyildir. Alətin fırlanma tezliyinin R_{zk} təsiri isə veriş vasitəsi ilə dolayı yolla ifadə olunur. Nahamarlığın hündürlüyünü azaltmaq üçün kəsici alətlərin sayının artırılması daha məqsədyönlü bir yanaşmadır, çünki uzununa verişin azaldılması məhsuldarlığın aşağı düşməsinə səbəb ola bilər. Kəsici alətlərin sayının artırılması isə sazlama işlərinin həcmnin artmasına gətirib çıxarır. Buna görə də, bu məsələnin optimal həlli, həmçinin istehsalın həcmi nəzərə alaraq kompleks şəkildə qiymətləndirilməlidir.

Novun səthlərindəki real nahamarlıqlar, onların kinematik nahamarlıqları əsasında formalaşır. Nahamarlığın kinematik toplananı ilə real qiyməti arasındakı əlaqə maraqlı bir araşdırma sahəsi olsa da, bu məsələ hələ də tədqiqatçıların diqqətindən kənarda qalmışdır.

VIII. MAŞINQAYIRMADA YIĞMA DƏQİQLİYİNİN VƏ KEYFİYYƏTİN TƏMİN EDİLMƏSİ

8.1. Yığma dəqiqliyi və maşınların etibarlılığı

Yığma dəqiqliyi, maşınların keyfiyyətinin və istismar göstəricilərinin ən vacib texniki və iqtisadi göstəricilərindən biri hesab olunur. Bu göstərici, həmçinin maşının ümumi strukturunun, o cümlədən onun müxtəlif elementlərinin və hissələrinin dəqiqliyini təyin edən mühüm parametrlərdən biridir. Yığma dəqiqliyi, məmulun istifadə ediləcəyi sahə və texnoloji tələblərə uyğun olaraq müəyyən edilir.

Yığma dəqiqliyi, əsasən material oxlarının, təmas edən səthlərin və digər uyğun hissələrin elementlərinin bir-biri ilə uyğunluq dərəcəsini, onların ümumi qəbul edilmiş modellər və prototiplərlə müqayisədə mövqelərini müəyyən edən bir parametrlə ölçülür. Bu parametrlər, həmçinin texniki tələblərdə göstərilən müvafiq ölçülər və standartlarla üst-üstə düşmə səviyyəsi ilə təyin olunur.

Yığma dəqiqliyinin əsas göstəricilərinə, hərəkət etdirici səthlərin nisbi hərəkət dəqiqliyi, onların həndəsi formalarının uyğunluğu və bu səthlər arasındakı məsafələrin dəqiqliyi daxildir. Maşının ümumi dəqiqliyi, onun tərkib hissəsi olan hissələr, düyümlər və yığım vahidlərinin dəqiqliyindən formalaşır. Bu halda, hər bir struktur və yığma elementi, maşının ümumi istismar göstəricilərinə və funksional xüsusiyyətlərinə birbaşa təsir edən vacib amillərdən biridir.

Yığma xətası, əsasən ölçü, forma və səthlərin qarşılıqlı təmasındakı uyğunsuzluqlardan yaranan xətalara ifadə edir. Yığma prosesində istifadə olunan hissələrdən hər hansı birinin hazırlanmasında və ya yığılmasında baş verən xətalər, ümumi yığım xətasını formalaşdırır. Əgər yığma xətası müəyyən edilmiş hədlərdən (intervaldan) kənara çıxarsa, bu, yığma keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olur və nəticə etibarilə məhsulun ümumi keyfiyyətinə də mənfi şəkildə təsir edir.

Yığma prosesində təmasda olan hissələr arasında yaranan xətalər, onların hərəkətsiz və ya hərəkətli olmasına əsasən iki əsas kateqoriyaya ayrılır. Hərəkətsiz təmaslar, ümumiyyətlə statik vəziyyətdə olan hissələrin yığılmasında meydana çıxan uyğunsuzluqları əks etdirir, hərəkətli təmaslar isə hissələrin qarşılıqlı hərəkət etdiyi vəziyyətlərdə

yaranan xətaları göstərir. Bu cür xətalər, həmçinin yığma prosesinin dəqiqliyini və məhsulun funksional xüsusiyyətlərini birbaşa təsir edən amillərdən biridir.

Bu halda, hərəkətilik dərəcəsi, yığma zamanı yaranan boşluqların ölçüsünə və ya digər sözlə desək, uyğun hissələrin ölçü dəqiqliyinə əsaslanır. Hərəkətilik, hissələrin bir-birinə uyğunluq səviyyəsini və onların əlaqə nöqtələrindəki təmas dəqiqliyini göstərən mühüm göstəricidir. Yığılma prosesində bu boşluqların ölçüləri, hissələrin düzgün yığılmasına və tələb olunan göstəricinin təmin olunmasını birbaşa təsir edir. Həmçinin, uyğun hissələrin ölçü dəqiqliyi, hərəkət edən hissələrin qarşılıqlı əlaqəsini və onların funksional göstəricilərini müəyyən edən əsas amillərdən biridir.

Beləliklə, yığma dəqiqliyi, məhsulun konstruktiv layihələndirilməsi mərhələsində müəyyənləşdirilir və bu mərhələdə tətbiq olunan texnoloji tələblər, həm hissələrin istehsalı, həm də yığılma proseslərinin dəqiqlik səviyyəsini təmin etmək məqsədilə nəzərə alınır. Yığma dəqiqliyinin təmin edilməsi, yalnız layihələndirmənin uyğunluğu ilə deyil, eyni zamanda istehsal və yığma proseslərində tətbiq olunan texnoloji prosedurların və standartların düzgün yerinə yetirilməsi ilə əlaqəlidir.

Məlumdur ki, yığma daxil olan hər bir komponent əvvəlcədən layihələndirilir və onun işçi cizimi hazırlanır. Nəticədə, konstruktör tərəfindən tərtib edilmiş yığım çertyoju əsasında yığılma prosesi həyata keçirilir. Yığım cizimi, hissələrin yığılma sırasını, əlaqə nöqtələrini və dəqiqlik tələblərini əks etdirərək, yığma prosesinin düzgün həyata keçirilməsini təmin edir.

Beləliklə, yığma prosesində keyfiyyətin təmin edilməsi, layihələndirmə mərhələsindən başlanır. Layihə keyfiyyəti, məmulun ümumi keyfiyyətinin formalaşmasında təməl rolunu oynayır. Bu kontekstdə, məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin düzgün müəyyənləşdirilməsi və həyata keçirilməsi layihəçinin intellektual səviyyəsi, nəzəri bilikləri və praktiki bacarıqları ilə birbaşa əlaqəlidir. Yığma prosesinin layihələndirilməsi zamanı əsasən ilkin məlumatlar nəzərə alınmalı və bu məlumatlar əsasında ən optimal texnoloji və struktur həllər müəyyən edilməlidir. Bu mərhələdə, həmçinin, məhsulun istismar şərtləri, istifadə sahəsi və tələb olunan funksional xüsusiyyətlər də nəzərə

alınaraq, layihə keyfiyyətinin təmin edilməsi üçün əsaslı addımlar atılmalıdır.

Göründüyü kimi, məmulun istehsal keyfiyyətinin formalaşmasının əsas təməlini layihə keyfiyyəti təşkil edir. Müasir CAD/CAM/CAE sistemlərinin tətbiqi, qeyd olunan parametrlərin və yığım ciziminin yüksək keyfiyyətlə tərtib edilməsində mühüm rol oynayır. Bu cür proqram təminatları, layihələndirmə və istehsal proseslərinin optimallaşdırılmasına, həmçinin məhsulun dəqiqliyini və funksional xüsusiyyətlərini təmin etməyə imkan verir. İstehsalatda geniş istifadə olunan bu tip proqram təminatlarından biri, “SolidWorks” proqramıdır, hansı ki, məmulun üçölçülü modelləşdirilməsi və simulyasiyası, həmçinin yığılma proseslərinin optimallaşdırılması üçün geniş imkanlar təqdim edir.

Müasir dövrdə belə sistemlərin tətbiqi, yalnız layihələndirmə mərhələsində deyil, həm də real istehsal şəraitində yığma keyfiyyətinin təmin olunmasına imkan verir. Proqram təminatları, yığım vahidində daxil olan hər bir detalın istehsalına başlamazdan əvvəl, onların ayrılıqda üçölçülü modellərini qurmağa şərait yaradır. Bu modellər, konstruktor tərəfindən verilmiş ölçü və tələblərə uyğun olaraq, hissələrin bütün həndəsi xüsusiyyətlərini və funksional parametrlərini əks etdirir. Beləliklə, istehsal prosesinə keçid etmədən əvvəl hissələrin uyğunluğu və yığımın dəqiqliyi əvvəlcədən təhlil edilir, bu da həm vaxtın, həm də resursların effektiv istifadəsinə imkan verir.

Yığma daxil olan hissələrin hər biri tamamlandıqdan sonra, proqram təminatının köməyi ilə işçi cizimləri çıxarılır və eyni zamanda üçölçülü model əsasında yığım vahidi qurulur. Yığılmış yığım vahidinin hissələrinin qarşılıqlı hərəkətləri, proqram vasitəsilə real şəraitdəki hərəkətlərə uyğun olaraq diqqətlə nəzarət edilir. Bu, hissələr arasındakı əlaqələrin və hərəkətlərin uyğunluğunu təmin etməyə və yığma prosesində mümkün olan xəta və uyğunsuzluqları əvvəlcədən aşkar etməyə imkan verir. Nəticədə, həm məhsulun keyfiyyəti, həm də istehsalın dəqiqliyi təmin edilmiş olur.

Ögər ölçü, yerləşim, yönüm və ya forma xətalari aşkar edilərsə, proqram bunu xəbərdar edir və həmin xətalı hissələrin rəngi orijinal rəngdən fərqli olaraq işarələnir. Bu üsul, yığım vahidinin hansı hissəsində xətanın mövcud olduğunu dəqiq müəyyən etməyə imkan

verir. Beləliklə, proqram, istifadəçiyə yığma prosesindəki potensial uyğunsuzluqları vizual şəkildə təqdim edir və bu, düzəlişlərin vaxtında aparılmasına şərait yaradır.

Bütün xətlər bu üsulla aradan qaldırıldıqdan sonra, yığım vahidinin hər bir hissəsinin işçi cizimləri hazırlanır və hissənin istehsalı üçün göndərilir. Hazırda, əksər istehsal sahələrində rəqəmli proqramla idarə olunan dəzgahların geniş istifadə edildiyi məlumdur. Bu tip avadanlıqlar, istehsal proseslərinin yüksək dəqiqliklə idarə edilməsinə, eyni zamanda məhsulun keyfiyyətinin təmin olunmasına imkan verir. Rəqəmli idarəetmə sistemləri (CNC) vasitəsilə, komponentlərin istehsalı daha sürətli və sərfəli şəkildə həyata keçirilir, bu da ümumilikdə istehsalın effektivliyini artırır. Bu üsulla hazırlanmış hissələrdən yığılmış yığım vahidlərinin etibarlılıq göstəriciləri yüksək olur.

Qeyd olunan proqram təminatı, proqramla idarə olunan dəzgahlarla birbaşa sinxron işləyə bilər. Beləliklə, kompüter ekranında hər hansı bir hissənin üçölçümlü modelini yaratdıqda, həmin model birbaşa proqramla idarə olunan dəzgaha göndərilə bilər. Bu integrasiya, istehsal prosesinin daha sürətli və dəqiq həyata keçirilməsini təmin edir, çünki modelin hər hansı bir dəyişiklik və ya təkmilləşdirməsi dərhal istehsal avadanlığında tətbiq oluna bilər. Bu üsul həm də insan səhvlərinin minimuma endirilməsinə və istehsalın optimallaşdırılmasına kömək edir.

Bu halda, modelin uyğun kodları çevricinin vasitəsilə proqramla idarə olunan dəzgahın başa düşəcəyi formata (koda) çevrilir. Həmçinin, uyğun olaraq əməliyyat ardıcılığı, kəsmə rejimi, alət seçimi və digər əməliyyat parametrləri sistemə daxil edilir. Bu addımlar, emal prosesinin düzgün və səmərəli şəkildə həyata keçirilməsini təmin edir və istehsalın dəqiqliyini təmin etmiş olur.

Bu cür emal edilmiş hissələr, yığma prosesində potensial problemlərin minimuma endirilməsini təmin edir. Nəticədə, yığma dəqiqliyi yüksək olur və məmulun istismar göstəriciləri müəyyən edilmiş texniki tələbləri tam şəkildə ödəyir. Bu yanaşma, həm də məhsulun ümumi keyfiyyətini artıraraq, onun uzunmüddətli etibarlılığını və funksional məhsuldarlığını təmin edir.

Bununla yanaşı yığma texnoloji prosesinin layihələndirilməsi istehsal ediləcək məmulun keyfiyyətini və etibarlılığını təmin etmiş olacaqdır.

Bundan əlavə, yığma texnoloji prosesinin düzgün layihələndirilməsi, istehsal ediləcək məmulun keyfiyyətini və etibarlılığını təmin etməyə imkan verəcəkdir.

Yığma texnoloji prosesinin layihələndirilməsi zamanı əsas başlanğıc məlumatlar aşağıdakı parametrlər əsasında müəyyənləşdirilir:

- Məmulun yığım cizimi;
- Məmul üçün qəbul edilmiş texniki şərtlər;
- Məmulun illik istehsal həcmi (ədəd/il);
- İl ərzində məmulun istehsal müddəti;
- İstehsalçı müəssisəsinin iş rejimi.

Bu məlumatlar, yığma prosesinin dəqiqliyini və effektivliyini təmin etmək üçün vacibdir və istehsalın keyfiyyətinə təsir edən əsas amilləri müəyyən edir. Hər bir parametrlə əlaqədar məlumatların düzgün və dəqiq seçilməsi, yığma prosesinin uğurlu həyata keçirilməsi üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Yüksək keyfiyyətə malik yığım vahidi, maşının istismar müddəti ərzində etibarlılıq göstəricilərinin yüksək olmasına zəmin yaradır. Bu, həmçinin maşının mexaniki və funksional komponentlərinin uzunmüddətli istifadədə stabil və fasiləsiz işləməsini təmin edir. Keyfiyyətli yığım vahidinin tərkib hissələri arasındakı düzgün uyğunluq və dəqiqlik, nasazlıqların və iş dayanmalarının azalmasına, nəticədə isə ümumi etibarlılığın artmasına gətirib çıxarır.

Maşınların əsas xüsusiyyətlərindən biri onların etibarlılığıdır.

Etibarlılıq - məmulun müəyyən vaxt ərzində iş qabiliyyətini saxlama xüsusiyyətidir. Etibarlılığın əsas göstəricisi, imtinaya qədərki iş vaxtıdır. İmtinaya qədərki iş vaxtı - məmulun imtinaya qədər keçirdiyi vaxtdır, saatla ölçülür. Xidmət müddəti - məmulun sərf olunan müddətə qədər işə davam etməsidir.

İmtinasızlıq - məhsulun müəyyən bir vaxt dövrü və ya müəyyən bir iş vaxtı ərzində fasiləsiz olaraq iş qabiliyyətini saxlayabilmə xüsusiyyətidir. Bu, məhsulun tənzimləmə və təmir olmadan fasiləsiz işləməsi deməkdir.

Davamlılıq - məhsulun müəyyən bir xidmət müddəti ərzində, müəyyən bir texniki xidmət və təmir sistemi ilə iş qabiliyyətini saxlayabilmə xüsusiyyətidir.

Qeyd edilənlər məmulun ümumi istismar dövründəki keyfiyyət

parametrləridir. Maşınların etibarlılığı, onların müəyyən şəraitdə uzunmüddətli və dayanıqlı fəaliyyətini təmin edən xüsusiyyətdir və bu xüsusiyyət, maşının istismar müddəti ərzində qəza və nasazlıqların minimuma endirilməsi ilə bağlıdır. Etibarlılıq, maşının hər bir komponentinin, o cümlədən mexaniki, elektrik və elektron sistemlərinin optimallaşdırılmış layihələndirilməsinə, yüksək keyfiyyətli materiallardan istifadəsinə və düzgün istehsal texnologiyalarının tətbiqinə əsaslanır. Həmçinin, etibarlılığın təmin edilməsi, maşının mütəmadi olaraq texniki xidmət və baxımdan keçirilməsi ilə də əlaqəlidir.

Etibarlılıq göstəriciləri, maşının təkrarlana bilən iş proseslərini fasiləsiz şəkildə yerinə yetirməsini və mümkün olan nasazlıqların vaxtında aradan qaldırılmasını nəzərdə tutur. Bu, həm istehsalın effektivliyini artırmağa, həm də məhsulun keyfiyyətini və ümumi istismar müddətini uzatmağa kömək edir. Maşınların etibarlılığını təmin edən mühüm amillər arasında düzgün layihələndirmə, hissələrin dəqiqliklə seçilməsi, istehsal proseslərində keyfiyyətə nəzarət, avtomatlaşdırılmış test sistemləri və optimallaşdırılmış əməliyyat şərtləri mövcuddur. Etibarlılığın artırılması həmçinin maşınların daha az təmir tələb etməsi, nasazlıqların az olması və resurslardan daha səmərəli istifadə olunması ilə əlaqəlidir. Nəticədə, etibarlılıq maşınların fəaliyyətində fasiləsizliyi təmin edir, istehsal xərclərini azaldır və işçi qüvvəsinin effektivliyini artırır. Maşının etibarlılığı ilə bağlı aparılan araşdırmalar və optimallaşdırma işləri, həmçinin yeni texnologiyaların tətbiqi, istehsal proseslərində keyfiyyətin yüksəldilməsi və əməliyyat xərclərinin azaldılmasına yönəlmişdir.

8.2. Yığma dəqiqliyinin təmin edilməsi üsulları

Maşınqayırma məmulatlarının istehsalının son mərhələsi olan yığma prosesi, ümumi istehsal prosesinin keyfiyyətini müəyyən edən əsas addımlardan biridir. Emal edilmiş hissələrin yüksək keyfiyyətdə hazırlanması, avtomatik olaraq məmulun da yüksək keyfiyyətdə olacağını təmin etmir. Yığma prosesi, bu hissələrin düzgün və dəqiq şəkildə birləşdirilməsi, komponentlərin uyğunluğu və sistemin funksional məhsuldarlığının qorunması baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Hissələrin düzgün yığılmaması, hətta yüksək keyfiyyətli emal

edilmiş detalların belə istismar zamanı problemlər yaratmasına səbəb ola bilər. Hətta hissələrin yüksək dəqiqliklə emalı belə, yığma prosesində dəqiqlik təmin edilmədikdə, məhsulun ümumi keyfiyyəti müəyyən edilmiş standartlara uyğun olmaya bilər. Bu səbəbdən, hissələrin yüksək keyfiyyətlə hazırlanması vacib olsa da, onların düzgün və dəqiq şəkildə yığılması da eyni dərəcədə mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Hər bir yığım vahidinə daxil olan hissələrin keyfiyyəti, məhsulun ümumi funksional və struktur etibarlılığını müəyyən edən əsas amillərdən biridir. Yığma prosesində hər hansı bir uyğunsuzluq, məhsulun məhsuldarlığına və uzunmüddətli istismarına mənfi təsir göstərə bilər.

Yığma daxil olan hissələrdən birinin keyfiyyətinin aşağı olması, digər hissələrin yüksək keyfiyyətinin resurslarının səmərəli istifadəsinə maneə törədir və nəticədə məmulun nəzərdə tutulan funksional tələbləri yerinə yetirə bilməməsi ilə nəticələnir. Buna görə də, yığım vahidinə daxil olan hər bir hissə, müvafiq normativ keyfiyyət göstəricilərinə uyğun şəkildə hazırlanmalı və yığılmalıdır. Son mərhələdə, yığma dəqiqliyi əsas rol oynayır, çünki bu, bütün hissələrin düzgün və dəqiq şəkildə birləşdirilməsini təmin edərək məhsulun ümumi keyfiyyətini və istismar etibarlılığını müəyyən edir. Yığma dəqiqliyi, həmçinin məhsulun uzunmüddətli məhsuldarlığını və funksional effektivliyini təmin edən mühüm amildir.

Yığmanın dəqiqliyi, maşının keyfiyyətinə təsir edir. Keyfiyyət dedikdə, məhsulun müəyyən tələbləri ödəməyə və təyinatına uyğun olaraq istifadə olunmağa uyğun olan xüsusiyyətlər cəmiyyəti nəzərdə tutulur. Maşının keyfiyyəti, onun təyinatını nəzərə alan və standartlarla tənzimlənən müəyyən göstərici sistemləri ilə xarakterizə olunur. Bu zaman maşının mükəmməllik dərəcəsi, onun gücü, səmərəliliyi, məhsuldarlığı və iqtisadi səmərəliliyi, avtomatlaşdırma səviyyəsi, iş dəqiqliyi və digər göstəricilər ümumi texniki səviyyəsini müəyyən edir.

Yığmanın dəqiqliyi, ölçü zəncirinin sonuncu bəndinin formalaşdırılması prosesi kimi başa düşülür və ümumilikdə istehsal prosesinin yekununu təşkil edir. Bu yanaşma, məhsul istehsalının keyfiyyətini yaxşılaşdırma imkanlarını araşdırarkən, ölçü analizi nəzəriyyəsinin əsas metodlarından və anlayışlarından istifadə etməyə imkan verir. Beləliklə, "ölçü" və "müsaidə" anlayışları keyfiyyətin hər hansı bir cəmiyyət

göstəricisinə aid edilə bilər və bu səbəbdən bu anlayışlar ümumi xarakter daşıyır. Əlavə olaraq, məmul istehsalının keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq məqsədilə ölçü dəyişməsinin, yəni sonuncu qapayıcı bəndin ölçü səpələnməsini (intervalını) azaltmaq önəmli bir məqsəd kimi ortaya çıxır. Bu məsələnin həlli üçün müxtəlif metod və yanaşmalar mövcuddur, bunlar həm nəzəri, həm də praktik cəhətdən məhsulun keyfiyyətini artırmaq məqsədini daşıyır. Qeyd edilən məsələ aşağıdakı üsullarla həll edilir.

Ənənəvi üsul. "Ənənəvi" üsuldən istifadə edildikdə, yığma prosesində hissələr təsadüfi seçilir və birləşdirilir. Nəticədə əldə olunan keyfiyyət parametri yalnız yığım prosesi tamamlandıqdan sonra, qapayıcı bəndin ölçüsünə əsasən qiymətləndirilir. Beləliklə, hissələrin yığılması zamanı yaranan xətalərin cəmi idarəolunmaz hala gəlir. Bu yanaşma, keyfiyyətə nəzarəti çətinləşdirir və xətalərin əvvəlcədən aşkarlanması və qarşısının alınması mümkün olmur. Qapayıcı bəndin ölçüsünü maksimum-minimum üzrə hesablanması mövcud formulalardan istifadə etməklə hesablamaq mümkündür.

Texnoloji proseslərdən istifadə üsulu. Mexaniki emal prosesinin düzgün təşkil edilməsinin əsas göstəricilərindən biri, istehsal edilmiş hissələrin ölçülərinin normal paylanma qanununa uyğun gəlməsidir. Yığılma prosesinin kompüter modelləşdirilməsi vasitəsilə əldə edilən məlumatların təhlili, ölçüləri həm bərabər, həm də normal paylanma qanununa uyğun olan tərkib hissələrinin ölçüləri ilə bağlı belə bir nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, ölçülərin normal paylanmaya keçməsi, hissələrin eyni tələbləri qoruyarkən (hər iki halda təşkil edici bəndlərin buraxıla bilən ölçü həddi dəyişməz qalır) yığılan məhsulun keyfiyyətini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırmağa imkan verir. Praktikada, bu yanaşmanın üstünlüklərindən yararlanmaq üçün texnoloji prosesin statistik idarəedilməsi təmin edilməlidir.

Hissələrin fərdi seçilməsi metodundan istifadə üsulu. Yuxarıda göstəriləyi kimi, ənənəvi yığma üsullarından istifadə edərkən, yığmanın yekun xətaləri idarə edilmir. Lakin, hissələrin fərdi seçilməsi üsulu bu çatışmazlığı müəyyən dərəcədə aradan qaldırır. Hissələrin seçimi, onların təyinatına əsaslanaraq müxtəlif alqoritmlərdən istifadə etməklə həyata keçirilə bilər. Bu üsulun əsas üstünlüyü, istehsal edilən məhsulun keyfiyyətinin əhəmiyyətli dərəcədə artırılmasıdır. Hissələrə

olan tələbləri artırmadan və yığma prosesinin fiziki həyata keçirilməsi zamanı qüsurlu məhsulun meydana gəlməsi riskini aradan qaldırmadan, istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinin kəskin şəkildə yüksəldilməsi mümkündür. Bunun səbəbi, yığma prosesinin kompüter modelləşdirilməsi ilə virtual həyata keçirilməsidir. Həmçinin, ölçülü zəncirdəki bəndlərin sayı artdıqca, bu metodun faydaları da artır. Bu metodun çatışmazlıqları arasında əlavə nəzarət xərcləri və hissələrin kompüterləşdirilmiş təchizatı üzrə sərf olunan əlavə resurslar yer alır. Öldə edilmiş keyfiyyətin yığımdakı hissələrin sayından asılı olmasına baxmayaraq, yığılmış hissələr bir-birinə nisbətən müxtəlif nisbi mövqələr tuta bilsə, nəzərdən keçirilən üsul hətta fərdi istehsalda da istifadə edilə bilər. Bu cür texnologiyanın tətbiqi, yığılmış hissələrin və onların nisbi mövqələrinin seçilməsini maksimum dərəcədə optimallaşdırmağa imkan verir. Bu, daha yüksək dəqiqliklə və istənilən ölçüdə məhsul istehsalını təmin edir, çünki hər bir hissə əvvəlcədən müəyyən edilmiş mövqeyə uyğun olaraq yerləşdirilir. Nəticədə, istehsal prosesində daha az xəta olur və bu halda ümumi keyfiyyətin artırılması mümkün olur.

Ümumi maşın keyfiyyətini qiymətləndirərkən, onun iş qabiliyyəti mühüm rol oynayır ki, bu da məhsulun müəyyən edilmiş funksiyaları yerinə yetirə bilməsi və texniki sənədlərlə müəyyən edilmiş parametrlərlərini saxlayaraq işləməsi vəziyyətidir.

Yığma dəqiqliyini təmin etmə metodları:

1. Yüksək dəqiqlikli alətlər və avadanlıqlardan istifadə: Yığma dəqiqliyini təmin etmək üçün ixtisaslaşdırılmış alətlər və ölçmə vasitələrindən istifadə olunur. Bu alətlər arasında koordinatlı ölçmə maşınları, lazer və ultrasonik ölçmə sistemləri xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu cihazlar, komponentlərin dəqiq ölçülməsini və uyğunluğunu təmin edərək, yığma prosesində meydana gələn xətalara qarşısını alır və dəqiqliyi artırır.
2. Hissələrin hazırlanması və kalibrənməsi: Yığma prosesinə başlamazdan əvvəl, bütün hissələr yüksək dəqiqliklə hazırlanmalı və onların ölçüləri ilə buraxıla bilən hədlərin uyğunluğu diqqətlə yoxlanılmalıdır. Bu prosesdə istifadə olunan kalibrəlmə alətləri və texnologiyaları, hissələrin hər hansı bir ölçü və ya həndəsi forma xətası olmadan istehsal edilməsini təmin edir. Kalibrəlmə, həmçinin komponentlərin uyğunluğunu və düzgün yerinə yetirilməsini təmin

edərək, yığma zamanı yaranacaq xətlərin qarşısını alır. Bu yanaşma, yığma prosesində mümkün olan hər hansı bir xətin erkən aşkar olunmasına və düzəldilməsinə imkan verir, nəticədə yığımın dəqiqliyini və məhsulun ümumi keyfiyyətini artırır.

3. Kondaktorlar və şablonlardan istifadə: Yığma dəqiqliyini təmin etmək üçün tez-tez xüsusi qurğular, məsələn, kondaktorlar və şablonlardan istifadə olunur. Bu qurğular, hissələrin düzgün yerləşdirilməsini və dəqiq birləşdirilməsini təmin edən mühüm vasitələrdir. Kondaktorlar və şablonlar, hissələrin mövqeyini müəyyənəndirərək, onların istənilən ölçü və forma dəqiqliyinə uyğun yığılmasını təmin edir. Bu vasitələr həmçinin hissələrin hərəkət etməsinin qarşısını alır və düzgün istiqamətləndirilməməsinə təmin edir. Nəticədə, yığma prosesində hər hansı bir səhv və ya uyğunsuzluq minimuma endirilir və məhsulun ümumi keyfiyyəti artır.

4. Yığılma prosesi zamanı nəzarət və ölçmələr: Yığılma dəqiqliyini təmin etmək üçün iş prosesində müntəzəm olaraq ölçmə alətlərindən istifadə olunur. Bu alətlər, istehsal prosesində meydana gələn kənarlaşmaları erkən mərhələdə aşkar etməyə və düzəltməyə imkan verir. Yığılma prosesində əsasən mikrometrlər, ştanqensirkulyarlar və lazer ölçmə cihazları kimi yüksək dəqiqlikli ölçmə alətləri istifadə edilir. Bu vasitələr, hissələrin həndəsi ölçülərinin düzgünlüyünü və uyğunluğunu yoxlayaraq, hər hansı bir səhv və ya uyğunsuzluğun qarşısını alır. Beləliklə, yığılma zamanı həndəsi dəqiqlik təmin edilir və istehsal prosesindəki hər hansı bir ölçü xətası minimuma endirilir, nəticədə ümumi məhsulun keyfiyyəti artır.

5. Avtomatlaşdırılmış sistemlər və texnologiyalar ilə dəqiqliyin təmin edilməsi: Bəzi hallarda yığılma dəqiqliyini təmin etmək üçün robotlar, sensorlar və proqramlardan istifadə edən avtomatlaşdırılmış sistemlər tətbiq edilir. Bu sistemlər, insan faktoru və potensial səhvləri minimuma endirərək, yüksək dəqiqliklə işlərin icra edilməsini təmin edir. Robotlar, hissələrin düzgün və dəqiq şəkildə yerləşdirilməsini və birləşdirilməsini təmin edir, sensorlar isə komponentlərin ölçüləri və mövqeyini real vaxtda monitorinq edir. Proqram təminatı isə yığılma prosesini idarə edir və əməliyyat ardıcılığını optimallaşdırır. Bu yanaşma, məhsulun yüksək keyfiyyətini təmin edərək, istehsal prosesinin sürətini artırır və xətlərin qarşısını alır.

6. Texnoloji proseslərə riayət etmək: Yığılma dəqiqliyini təmin etmək üçün texnoloji proseslərin düzgün şəkildə həyata keçirilməsi əsas elementlərdən biridir. Bu, yalnız yığılma əməliyyatlarının icrası ilə məhdudlaşmır, həm də iş yerinin düzgün hazırlanmasını, keyfiyyətli materialların istifadəsini və əməkdaşların işinin düzgün təşkilini əhatə edir. İş yerinin düzgün hazırlanması, avadanlıqların və alətlərin düzgün quraşdırılması və yığılma sahəsinin təmizliyi, istehsal prosesində potensial xətlərin qarşısını alır. Keyfiyyətli materialların istifadəsi, məhsulun son keyfiyyətini birbaşa təsir edir, çünki aşağı keyfiyyətli materiallar yığılma zamanı nasazlıqlara və uyğunsuzluqlara səbəb ola bilər. Əməkdaşların işinin düzgün təşkil olunması isə prosesin hər mərhələsində dəqiqlik və səmərəlilik təmin edir, hər bir işçinin öz vəzifələrini düzgün şəkildə yerinə yetirməsi yığılma dəqiqliyinin təmin olunmasında mühüm rol oynayır.

7. Kalibrlənmiş və sertifikatlaşdırılmış komponentlərin istifadəsi: Yığma dəqiqliyini təmin etmək üçün kalibrlənmiş və sertifikatlaşdırılmış komponentlərin istifadəsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu komponentlər, əvvəlcədən bir sıra yoxlama və testlərdən keçmiş, keyfiyyət standartlarına uyğun olaraq təsdiq edilmiş hissələrdir. Sertifikatlaşdırılmış hissələr, hər hansı bir potensial uyğunsuzluğun qarşısını alır, çünki onların ölçü və xüsusiyyətləri artıq dəqiq müəyyən edilmişdir. Bu yanaşma, səhv etmə ehtimalını minimuma endirir və yığılma prosesində meydana gələ biləcək xətləri azaltmağa kömək edir. Həmçinin, kalibrlənmiş komponentlər, yığılma zamanı digər hissələrlə uyğunluğu qorumağa və məhsulun ümumi keyfiyyətini artırmağa kömək edir.

8. Yığma rejimləri: Müxtəlif yığılma rejimləri mövcuddur - məsələn, "gərilmə ilə" və ya "uyğunluq üzrə", hansının ki, seçilməsi məhsulun növündən və tələb olunan dəqiqlikdən asılıdır. Yığma prosesində müxtəlif rejimlər mövcuddur, və bu rejimlərin seçilməsi, əsasən, məhsulun növündən, strukturların tələblərindən və tələb olunan dəqiqlikdən asılıdır. Ən geniş yığma rejimlər "gərilmə ilə" və ya "uyğunluq üzrə" rejimləridir.

- "Gərilmə ilə" yığma: Bu rejimdə, komponentlər bir-birinə müəyyən bir qüvvə tətbiq edərək yığılır. Bu üsul, komponentlərin bir-birinə sıx bağlanmasını təmin etmək üçün istifadə edilir. Gərilmə ilə yığılma

rejimi, daha yüksək dəqiqlik və möhkəmlik tələb edən tətbiqlərdə istifadə olunur.

- "Uyğunluq üzrə" yığma: Bu rejimdə, hissələr bir-birinə uyğun ölçü və formalarla yığılır. Hissələrin kənarları bir-birinə mükəmməl uyğun olmalıdır ki, bu da yığma prosesində yüksək dəqiqlik və uyğunluq tələb edir. Uyğunluq üzrə yığma rejimi, daha aşağı yığılma gərginliklərinə imkan verən və uyğunluğa əsaslanan yüksək dəqiqlik tələb edən məhsullar üçün uygundur.

Hər iki rejim, yığma prosesinin tələb olunan dəqiqlik səviyyəsinə və komponentlərin xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq seçilir. Dəqiqlik tələbləri və məhsulun strukturu nəzərə alındığında, doğru yığma rejiminin seçilməsi məhsulun keyfiyyətini və etibarlılığını təmin etmək üçün əhəmiyyətli hesab edilir.

9. Layihələndirmənin dəqiqliklə təyin edilməsi: Konstruktorlar tərəfindən detallara verilən ölçülər və formalar, yığma prosesinin dəqiqliyini birbaşa təsir edir. Bu mərhələdə, komponentlərin uyğunluğu və mövqeyinin dəqiqliklə müəyyən edilməsi təmin edilir.

10. Yüksək keyfiyyətli materialların seçilməsi: Yığma prosesinin dəqiqliyini təmin etmək üçün, istifadə edilən materialların keyfiyyəti və uyğunluğu mühüm rol oynayır. Yüksək keyfiyyətli və stabil materialların seçilməsi, komponentlərin ölçü dəqiqliyini qorumağa və uzunmüddətli istismarda daha az uyğunsuzluq yaratmağa kömək edir.

11. Müasir texnologiyaların tətbiqi (CNC və CAD/CAM Sistemi): Bu sistemlər, komponentlərin dəqiq istehsalını təmin edir, eyni zamanda yığılacaq hissələrin modelini təhlil etməyə və mümkün səhvləri əvvəlcədən aşkar etməyə imkan verir.

12. Yığma prosesində standartlara uyğunluq: Yığma prosesinin dəqiqliyini təmin etmək üçün beynəlxalq və yerli istehsal standartlarına riayət etmək vacibdir. Yığma prosesi üçün müəyyən edilmiş texniki tələblər və ölçü intervalları, hissələrin düzgün şəkildə birləşdirilməsi üçün əsas vəzifəni yerinə yetirir.

13. Qəbul testləri və keyfiyyət nəzarəti: Yığma prosesi bitdikdən sonra, komponentlərin və yığım vahidinin hərtərəfli yoxlanması tələb olunur. Müxtəlif ölçü və forma yoxlamaları, həmçinin funksional testlər, yığma dəqiqliyini təmin etmək üçün tətbiq edilən əsas metodlardır. Keyfiyyət nəzarətində optik ölçmə alətləri və lazer skanerlərdən istifadə

dəqiqliyi artırır.

14. İstehsalçıların təlimi və texniki bacarıqların inkişafı: Yığma prosesində iştirak edən işçilərin yüksək səviyyədə təlim və təcrübəyə sahib olması da dəqiqliyi təmin edən mühüm amillərdəndir. Yüksək ixtisaslı işçi qüvvəsi, daha düzgün yığma və istismar zamanı meydana gələn potensial səhvlərin aradan qaldırılmasına kömək edir.

15. Yığma texnologiyalarının optimallaşdırılması: Yığma prosesində təmas nöqtələrində uyğunluğun artırılması, alətlərin dəqiqliklə seçilməsi və tətbiqi, komponentlərin düzgün yerləşdirilməsi məsələləri dəqiqliyi təmin edən mühüm texnoloji metodlardandır.

8.3. Yığma dəqiqliyində ölçü əlaqələri modelləri

Maşınqayırmada istehsal olunan məmulatların müxtəlif keyfiyyət parametrlərini analiz edərkən, belə bir nəticəyə gəlmək mümkündür ki, yığma prosesi zamanı keyfiyyətin təmin edilməsinin ümumiləşdirilmiş həlli, məmulatın istehsalı prosesində mövcud olan mərhələlərin hər birini nəzərdən keçirmək lazımdır. Hər bir mərhələdə keyfiyyətin formalaşdırılması məsələlərini izləmək və həmin mərhələləri yerinə yetirən müxtəlif icraçılar tərəfindən istifadə olunan həll vasitələrini araşdırmaq olduqca vacibdir. Bu cür ümumiləşdirilmiş yanaşma, məmulatın istehsal prosesini informasiya axını kimi başa düşməyə imkan verir. İnformasiya modeli, məmulatın tələb olunan keyfiyyətinin mühəndis xidmətləri (konstruktiv, texnoloji, metrologiya) tərəfindən dolayısıyla təmin edildiyini göstərir. Bu, maşının konstruksiyasının yaradılması zamanı onun məkan ölçülü informasiya modelinin (hissələrin forması, materialı, ölçüləri) və onun istehsal edilməsi və ölçülməsi prosesindən, həmçinin yoxlama zamanı həmin modelin materiallaşmasından keçir.

Məmulat istehsalındakı bütün iştirakçılar üçün ortaq olan əsas məsələ, maşının konstruktiv formaları və ölçü əlaqələri ilə işləməkdir. Bu, konstruktiv-texnoloji təminatın təməlini təşkil edir. Buna görə də, bütün mühəndis xidmətlərinin ölçü əlaqələri ilə işləməsi üçün ümumi qaydalara malik olması olduqca vacibdir. Belə qaydalar mövcuddur və biz onları "ölçü əlaqələrinin modelləri" olaraq adlandırırıq. Bu ümumi termin, onların istifadəsinin vahid məqsədini vurğulayır: bu modellər,

istehsal ediləcək maşının tələb olunan keyfiyyətinin təmin edilməsi üçün müxtəlif məsələlərin həlli məqsədilə alətlərin kompleksini təşkil edir. Onlar, məhsul partiyasındakı ölçülərlə baş verən dəyişiklikləri və ya potensial dəyişiklikləri miqyasla təsvir etməyə imkan verir.

Ölçü əlaqələrinin modelləri, ətraf mühitin əsas xüsusiyyətlərini nəzərə alır. Hər hansı bir prosesin nəticəsi təkrarlanaraq sabit olmur; əksinə, probabilistik nəzəriyyə baxımından yayılma müşahidə edilir.

Bir məhsulun yığılma texnoloji prosesi iki tip texnoloji keçiddən ibarətdir və bu keçidlər həll edilən tapşırıqlara görə fərqlənir. Birinci tip keçid, hissənin düzgün quraşdırılmasını təmin etməyə yönəlmişdir, ikinci tip keçid isə məhsulun tələb olunan dəqiqlik göstəricilərinə çatdırılmasına hədəflənir. Hər iki tipin tapşırıqları ölçü ilə təsvir olunur və hər biri öz ölçü əlaqələri modeli ilə ifadə edilir. Bu modellər, ölçülən obyektə görə dəyişir.

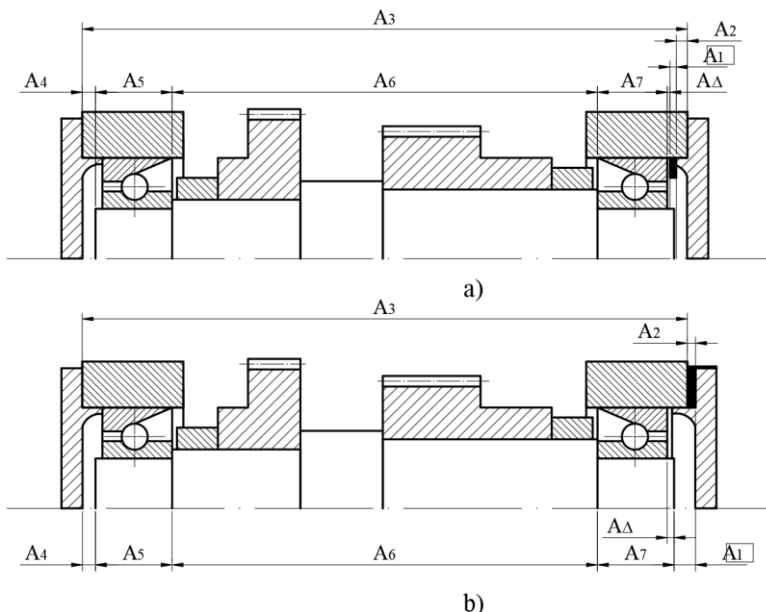
Birinci model, məhsul partiyasında hər hansı bir ölçünün buraxıla bilən hədd daxilində dəyişikliklərini müəyyən edir. Bu model, həmçinin məhsul partiyasındakı ölçü sabitliyini xarakterizə edir. O, standartlaşdırılmışdır və ölçünün nominal qiyməti ilə keyfiyyət göstəricisinin funksiyası olaraq icazə verilən səpələnmə sahəsini (toleransları) tənzimləyir.

İkinci model, bir-birinə birləşdirilmiş iki hissənin qarşılıqlı təsirini təsvir edir və "oturtma" adlanır. Oturtma və səthlərin keyfiyyət kəmərinin seçilməsi ilə, konstruktorun tələbinə uyğun dəqiqliklə detalın müəyyən koordinat istiqamətlərində yerləşdirilməsi müəyyən edilir. Bu, yığımdakı texnoloji keçidlərdə həyata keçirilir və beləliklə, birləşdirilən detalların qarşılıqlı sabilliyini təmin edir.

Üçüncü model, bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olmayan iki detalın səthlərinin ölçü əlaqələrinin qarşılıqlı təsirini təsvir edir və bu, maşın konstruksiyasında və ya texnoloji sistemdə müəyyən bir tapşırığın həllini təmin edir. Bu cür səthlər yığımda şərti olaraq icraçı səthlər adlanır. Bu model, ikinci tip texnoloji keçidlərin məzmununu təsvir edir və ölçü zənciri adlanır. Belə bir modelin nümunəsi şəkil 8.1-də verilmişdir.

Şəkil 8.1-də sağ yastığın xarici halqasının yan və aralıq halqasının yan üzü (şək. 8.1a) və ya yastıq qapağın yan üzü icraedici səthlər hesab edilirlər (şək. 8.1b). Yığıma zamanı yastığın xarici həlqələri ilə şarlar

arasında radial boşluğu təmin etmək üçün xarici həlqənin oxboyu qüvvənin təsiri altında hərəkət etməsinə imkan verən A_{Δ} ara boşluğunu təmin etmək lazımdır. Bu ölçü konstruksiyanın keyfiyyət göstəricilərindən biri hesab edilir. Onun ölçüsü və dəqiqliyi hər bir yastıq üçün standartla müəyyən edilir.



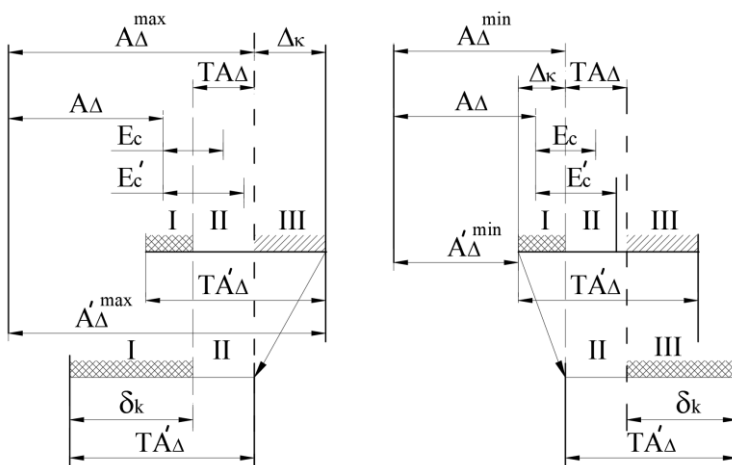
Şəkil 8.1. Valın oturduğu radial yastıq dayaqları üzərində normal iş şəraitini təmin edən ölçü zəncirləri

Bir çox müəssisələrin konstruktiv və texnoloji sənədlərinin təhlili göstərir ki, ölçü zəncirlərindən istifadə edərək məhsulun dəqiqliyinin tələb olunan göstəricilərini təmin edilməsində qeyd edilən üsuldən istifadə edilmir və ölçü zənciri doğru tərtib edilmir, nəticədə hesablamalar düzgün aparılmır. Bəzi hallarda konstruktorlar hissələrin ölçülərinə verilən müsaidələri təyin etmək üçün sənaye normativ sənədlərindən istifadə edirlər. Adətən, dəqiqlik göstəricisinə nail olmaq üçün metod seçimi barədə düşünmürlər və məhsulun dəqiqlik göstəricisinin tam qarşılıqlı əvəzolunma üsulu ilə "avtomatik olaraq əldə edildiyinə" inanırlar. Texnoloqlar belə sənədləri yalnız texnoloji proses üçün qəbul edirlər. Nəticədə, müəyyən bir dəqiqlik göstərici-

sinə nail olmaq üçün digər alternativ variantlardan istifadə edirlər ki, bu da əmək tutumunun artmasına səbəb olur.

Konstruktor keyfiyyət göstəricisinə çatma metodlarını göstərsə də, texnoloq həmişə onun istehsalda həyata keçirilməsini təmin edən qərarlar qəbul etmir. Məsələn, şəkildə göstərilənə oxşar konstruksiyalarda (şək. 8.1), texniki tələblər yastığın işini normal təmin edilməsi ya boşluq halqasının quraşdırılması ilə (şək. 8.1, a) və ya kiplik seçilməsi ilə təmin edilir (şək.8.1, b). Bu vəziyyətdə, boşluq halqasının ölçüsü lazımi material qatının təmin edilməsi çatdırma ilə həll edilir və ya çatdırma üçün tələb olunan kipliklərin ölçüləri göstərilir. Bunun üçün müvafiq ölçü zəncirində lazımi hesablamaları aparmaq və onların nəticələrini layihə sənədlərində əks etdirmək lazımdır.

Məsələn, şəkil 8.1-də çatdırmada ölçü zəncirində qoyma halqası üçün A_1 (və ya kiplik A_2) ölçüsünün hesablanması lazımdır. Bu halda boşluğun ölçüsü, ölçü zəncirinin bütün bəndlərinin dəqiqliyi ilə yanaşı tənzimləyici bənddənə də asılıdır. Əgər çatdırma ilə yığmada boşluq halqası seçsək (şək. 8.1, a), onda A_1 ölçüsü ölçü zəncirinin azalan bəndi olacaq və yığmada məmul partiyasının qapayıcı bəndi (dəqiqlik göstəricisi) şəkil 8.2, a -da göstərilən kimi alacaqdır $TA'_\Delta \gg TA_\Delta$.



Şəkil 8.2. Çatdırma zamanı əvəzləyicinin ölçüsünə düzəlişlərin hesablanması üçün sxem: a) azaldan bəndin A_1 əvəzləyicisi; b) artıran bəndin A_2 əvəzləyicisi

Bu halda konstruksiya üçün dəqiqlik göstəricisi A_{Δ} müəyyən edilmiş həddlər daxilində olacaq (II zona) və heç bir çatdırma tələb olunmayacaqdır. I zonada ara boşluğu buraxıla bilən həddən kiçikdir və şəkildə göstərilən ştrixlənmiş əvəzləyici metal təbəqəni çıxarmaqla verilmiş müsaidə sahəsinə düşmək olar. III zonada ara boşluğu icazə verilən həddən daha böyükdür və əvəzləyici metal yoxdur. Bunun təmin etmək üçün TA'_{Δ} sahəsinə çatdırma qiymətinə uyğun Δ_k -ni müsaidənin yuxarı hədd qiymətinə qədər sürüşdürülməlidir. Şəkil 8.2, a - da görüldüyü kimi:

$$\Delta_k = EC'_{\Delta} - EC_{\Delta} + \frac{1}{2} \delta_k \quad (8.1)$$

Burada, $\delta_k = TA'_{\Delta} - TA_{\Delta}$ toplanmış xətlərin düzəliş əmsalının qiymətidir.

Bu düzəliş əvəzləyici zəncirinin müsaidə sahəsinin ortasının koordinatına əlavə edilməli, əvəzləyicinin yeni ölçüsü hesablamalı və aralıq halqasının çiziminə əlavə edilməlidir. Əgər əvəzləyici bəndin ölçüsünü kiçikləşdirən ölçüsü götürsək (şək. 8.1, a), onda o, artan bənd olacaq və yığımda qapayıcı bənd (dəqiqlik göstəricisi) şəkil 8.2, b - də göstərilən vəziyyətdə formalaşacaq. Bu halda yığımda dəqiqlik göstəricisi (oxboyu boşluq) eyni sahəyə səpələnmiş olacaq TA'_{Δ} . I və III zonada əvəzləyicidə tələb olunan metal təbəqəni təmin etmək üçün bu sahəni hərəkət etdirməklə, onun aşağı sərhədini buraxıla bilən sərhədə uyğunlaşdırmaq lazəmdər. Şəkil 8.2, b -dən düzəliş əmsalı Δ_k aşağıdakı kimi olacaqdır.

$$\Delta_k = EC_{\Delta} - EC'_{\Delta} + \frac{1}{2} \delta_k \quad (8.2)$$

Bu düzəliş, kiçikləşdirən müsaidə sahəsinin ortasına əvəzləyicinin yeni ölçüsünü hesablamaq lazım gəlir. Əgər bunlar konstruktor tərəfindən cizgidə öncədən verilmiş olarsa yığıma zamanı yığıma keyfiyyəti təmin ediləcəkdir. Ölçü zəncirinin tətbiqi nəticəsində yığılmış məmulatların keyfiyyət göstəriciləri əhəmiyyətli dərəcədə artır və bu, məmulatın istehsal prosesinin ilkin mərhələlərində müəyyən edilmiş istismar xüsusiyyətlərinin dəqiq və etibarlı şəkildə təmin olunmasına imkan yaradır. Bu yanaşma, həmçinin istehsal prosesində mövcud olan müx-

təlif mərhələlərdə keyfiyyətin optimallaşdırılmasına və nəzərdə tutulan texnoloji standartların tam olaraq yerinə yetirilməsinə şərait yaradır.

8.4. Keyfiyyətin yaxşılaşdırılması mərhələləri və keyfiyyətin idarə edilməsinin təkmilləşdirilməsi

İstehsal prosesində keyfiyyətin artırılması üçün tətbiq olunan sisteməlik yanaşmaların təhlili və bu yanaşmaların inkişaf etdirilməsi, həmçinin keyfiyyətin idarə olunmasında müasir metod və alətlərin tətbiqi ilə əlaqədar bir çox mühüm məsələlərin həlli prosesini əhatə edir. Bu proseslər, təşkilatın ümumi fəaliyyətinə inteqrasiya edilərək, keyfiyyətin davamlı yaxşılaşdırılmasına və istehsalın səmərəliliyinin artırılmasına yönəldilir. Sənaye məhsulunun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istehsalın səmərəliliyinin artırılmasında əsas amillərdən biridir. Bu, həmçinin məhsulun rəqabət qabiliyyətinin yüksəlməsinə və müəssisənin mənfəətinin artmasına kömək edir. Kollektivin bütün təbəqələrinin fəaliyyətinə təsərrüfat subyektiində istehsal proseslərinin idarə edilməsinə analogi olaraq yanaşmaq olar. Müəssisədə konstruktor-layihələndirmə işləri, məhsulun realizasiyası, kadr məsələləri və sənədlərlə iş, mürəkkəbliyi və dəyəri baxımından istehsal proseslərindən fərqlənir.

Məhsulun keyfiyyətinin idarə edilməsi məqsədyönlü bir proses olduğundan, bu prosesin reallaşdırılması və səmərəliliyi təşkilati layihələndirmə, sertifikatlaşdırma, sənədləşdirmə, informasiya təminatı və kadr tələbatı kimi müxtəlif təminat növlərindən istifadə etməklə həyata keçirilir. Məhsulun keyfiyyəti uyğunluq sertifikatları ilə təsdiqlənir. Bu sertifikatlar, məhsulun, prosesin və ya xidmətin müəyyən edilmiş standartlara və ya digər normativ sənədlərə uyğunluğunu göstərir. Sertifikatlaşdırmanın əsas məqsədləri arasında istehlakçının həyatını, sağlamlığını və əmlakını qorumaq, təhlükəli məhsullardan imtina etmək, məhsulun ixracını asanlaşdırmaq və müəssisənin rəqabət qabiliyyətini artırmaq da yer alır.

Kollektivin keyfiyyətlə bağlı məsələlərə nüfuz etməsi, müəssisədə keyfiyyət sahəsindəki müvəffəqiyyətin təmin edilməsi ilə sıx əlaqəlidir. Sırası işçilərin kollektiv idarəetmə prosesində fəal iştirakı, onları müəssisə və təşkilatın qarşısında qoyulmuş məqsədlərə çatma prosesində birbaşa iştirakçılara çevirir. Bu cür yanaşma, işçilərin məsuliyyətini

artırır və ümumi keyfiyyət mədəniyyətinin inkişafına töhfə verir.

Sənaye məhsulunun keyfiyyətinin artırılmasının iqtisadi nəticələri olduqca mühümdür. Keyfiyyətin yüksəldilməsi məhsulun etibarlılığını artırır və xidmət müddətini uzadır, bu da öz növbəsində məhsulun daha uzun müddət ərzində istismarını təmin edir. İstismar xərclərinin azaldılması ilə yanaşı, yüksək keyfiyyətli məhsulların sayı da kəmiyyətə artır. Məsələn, əgər mühərrikin təmirə dayandırılmadan istismar müddəti üç min saatdan altı min saata qədər artırılırsa, bu, həmin mühərrikin dolayısı ilə kəmiyyətə iki dəfə artması deməkdir. Bu nümunə göstərir ki, məhsulun keyfiyyətinin etibarlılıq xassələrinin yaxşılaşdırılması, əksər hallarda məhsulun kəmiyyətə artmasına səbəb olur.

Sənaye məhsulunun keyfiyyətinin idarəedilməsi hökmən keyfiyyət sahəsində bütün fəaliyyətin yoxlanılmasının şəffaflığı və reallığını nəzərə alınır. Məhsulun keyfiyyətin idarəedilməsi daim təkmilləşdirmək və fasiləsiz olaraq inkişaf etdirmək lazımdır. Məhsulun keyfiyyətinin idarəedilməsinin tələblərinin səmərəli reallaşdırılması imkanını müəssisədə işləyən hər bir işçinin bütün proseslərin mahiyyətini araşdırmalıdır. Bu sahədə personalın təhsilinin əhəmiyyəti çox mühümdür. Məhsulun keyfiyyətin idarəedilməsi müasir sistemlərinin yaradılması, inkişafı və təkmilləşdirilməsin zamanı böyük rol oynayır. Yuxarıda qeyd olunanlar keyfiyyətin idarəedilməsinin müasir prinsipləri əsasında yerinə yetirmək olar.

Keyfiyyətin proqnozlaşdırılması, keçmiş dövrə aid məlumatların təhlilinə əsaslanaraq gələcək dövr üçün keyfiyyət göstəricilərinin ehtimal olunan qiymətlərinin müəyyən edilməsidir. Başqa sözlə, istehsalın keyfiyyətinin əvvəlcədən təyin edilməsi, ümumi keyfiyyət göstəricilərinin vaxta görə dinamikasının və proqnoz qiymətlərinin analizinə əsaslanır. Bu sahədə əsas metodikalar tədqiqat və normativ proqnozlaşdırma üsullarından ibarətdir.

Tədqiqat proqnozlaşdırılması, mövcud potensial imkanlara əsaslanaraq həyata keçirilir. Burada eynitipli məhsulun keyfiyyət göstəricilərinin vaxtla necə dəyişdiyini araşdıran metodların təhlili vacibdir. Bu proqnozun məqsədi, əldə olunan məlumatlara əsaslanaraq keyfiyyətin alternativ qiymətlərini müəyyən etməkdir.

Normativ proqnozlaşdırma işə hazırda və gələcəkdə ortaya çıxacaq məsələləri öncədən həll etməyi hədəfləyir. Bu metod, problemlərin

məqsəd və təyinatını formalaşdırmağa kömək edir. Normativ proqnozlaşdırmada, keyfiyyət elementlərinin normativ baza ilə uyğun olması mühüm rol oynayır. Göstəricilər, standartlara, texniki tələblərə və digər normativ-texniki sənədlərə uyğun olmalıdır. İrəlidə gözlənilən keyfiyyət səviyyəsini təxmin etməyə imkan verən elmi-texniki inkişaf əsasında normativlər qəbul edilir və istehsal imkanları nəzərə alınır.

Normativ və tədqiqat proqnozlaşdırmasının həyata keçirilməsinin aşağıdakı əsas metodları mövcuddur:

- statistik təhlil metodu: Bu metod keçmiş məlumatların toplanması və təhlili əsasında gələcəkdəki inkişafı proqnozlaşdırmağa kömək edir. Bu yanaşma, keyfiyyətin vaxtla necə dəyişdiyini izləyərək müəyyən nümunələri və tendensiyaları müəyyən etməyə əsaslanır.

- ekspert qiymətləndirmə metodu: Ən çox təcrübəli mütəxəssislərin, ekspertlərin və analitiklərin rəylərinə əsaslanaraq gələcəkdəki keyfiyyət göstəricilərini təyin etməyə kömək edir. Bu metod, bəzi qeyri-müəyyən və mürəkkəb vəziyyətlərdə istifadə edilir.

- model qurma metodu: Müxtəlif parametrlərin və faktorların təsirini əks etdirən riyazi və ya statistik modellərin qurulması ilə gələcək keyfiyyətin proqnozlaşdırılması. Bu yanaşma, proseslərin və dəyişənlərin qarşılıqlı əlaqələrini modelləşdirərək nəticələrə yaxınlaşmağa imkan verir.

- simulyasiya metodu: Gerçək həyatda baş verə biləcək hadisələrin müxtəlif senarilərdə təkrarlanması və nəticələrin qiymətləndirilməsi. Bu metod, xüsusilə mürəkkəb proseslərin və sistemlərin idarə edilməsi üçün effektivdir.

- təcrübə və tarixi məlumatlara əsaslanma metodu: Əvvəlki illərdə toplanmış məlumatların və təcrübələrin araşdırılması və gələcək proqnozların bu məlumatlar üzərində qurulması. Bu yanaşma, müəyyən bir sahədə təcrübə qazanan təşkilatlarda effektiv şəkildə istifadə olunur.

- normativ tələblərə uyğunlaşdırma metodu: Bu metod, sənaye və texniki standartlara uyğun olaraq keyfiyyətin müəyyən edilən tələblərə cavab verməsini təmin etmək məqsədilə həyata keçirilir. Əsasən normativ sənədlərə əsaslanır və bu sənədlər çərçivəsində proqnozlar aparılır.

Beləliklə, istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinin idarə edilməsi əsasən istehsalın təşkilindən asılıdır. İstehsal prosesi nə qədər səmərəli

və düzgün təşkil olunarsa, məhsulun keyfiyyətini təmin etmək və davamlı olaraq yaxşılaşdırmaq da o qədər asan olur. Keyfiyyətin idarə olunması, yalnız məhsulun son nəticəsi ilə bağlı deyil, həm də istehsalın hər bir mərhələsində izlənilən prosedurlar, tətbiq edilən standartlar, resursların düzgün istifadəsi və işçi qüvvəsinin peşəkarlığı ilə sıx bağlıdır. İstehsal prosesinin hər bir aspekti - material seçimi, avadanlığın vəziyyəti, texnologiyanın tətbiqi, işçi heyətinin təlimi və monitorinq sistemləri - məhsulun keyfiyyətinə birbaşa təsir göstərir. İstehsalın yaxşı təşkil olunması, eyni zamanda keyfiyyətin daim izlənməsi və ölçülməsi deməkdir. Bu da, nöqsanların və problemlərin erkən aşkar edilməsi və onları aradan qaldırmaq üçün vaxtında tədbir görülməsini təmin edir. Keyfiyyətin idarə edilməsində effektiv metodların tətbiqi, müvafiq proseslərin optimallaşdırılması və davamlı təkmilləşdirmə strategiyalarının həyata keçirilməsi bu baxımdan mühüm rol oynayır. Bundan əlavə, keyfiyyətin idarə edilməsinin müvəffəqiyyəti, yalnız texniki tərəflərlə deyil, həm də istehsalın ümumi idarəetmə sistemləri ilə sıx bağlıdır. Yaxşı təşkil olunmuş bir istehsal sistemi həm məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsinə, həm də əməliyyat xərclərinin azaldılmasına və istehsal proseslərinin daha çevik və effektiv olmasına kömək edir.

8.5. Keyfiyyətin idarə edilməsi ISO 9000

Keyfiyyətin idarə edilməsi sahəsində statistik metodların tətbiqi, o cümlədən onların maşınqayırma texnologiyasında istifadəsi, müasir dövrdə artıq məhsul keyfiyyəti, istehsal keyfiyyəti və təşkilati idarəetmə keyfiyyəti ilə bağlı dünya miqyasında qəbul edilmiş ümumi yanaşma və nəzəriyyə sisteminin ayrılmaz hissəsinə çevrilmişdir.

Dünya təcrübəsi aydın şəkildə göstərir ki, məhsul keyfiyyəti, fəaliyyət keyfiyyəti və ümumilikdə təşkilatın keyfiyyəti, müasir müəssisələrin rəqabət qabiliyyətini, mövqelərinin sabitliyini və gəlirliliyini təmin edən əsas amillərdir. Keyfiyyət və fəaliyyətin davamlı olaraq yaxşılaşdırılması nəticəsində xərclərin azalması, işçi qüvvəsinin məhsuldarlığının artması və rifahın yüksəlməsi baş verir. Bu proses, təşkilatların keyfiyyətin təmin edilməsi və fəaliyyətlərinin optimallaşdırılması məqsədilə keyfiyyət idarəetmə sistemləri qurmasını zəruri edir. Hazırda, dünya səviyyəsində ən geniş şəkildə tətbiq olunan

və qəbul edilmiş keyfiyyət idarəetmə sistemi ISO 9000 seriyası beynəlxalq standartları modelidir. Bu standartların ilkin versiyası 1987-ci ildə nəşr edilmişdir və 2015-ci ildə növbəti yeni versiyası qəbul olunmuşdur. 2000-ci ildən etibarən isə bu standartların əsasını təşkil edən keyfiyyət idarəetmə prinsipləri, 2015-ci il versiyasına əsaslanaraq müəyyən edilmişdir.

ISO 9000 seriyasına daxil olan bəzi əsas standartlar:

1. ISO 9001 – Keyfiyyət idarəetmə sistemləri. Tələblər. Bu, təşkilatın keyfiyyət idarəetmə sistemi qurarkən əməl etməli olduğu əsas prinsipləri və tələbləri müəyyənləşdirən ən məşhur standartdır.

2. ISO 9000 – Keyfiyyət idarəetmə sistemləri. Əsas prinsiplər və sözlük. Bu standart, keyfiyyət idarəetməsi sahəsində istifadə olunan əsas anlayışları və prinsipləri izah edir.

3. ISO 9004 – Keyfiyyət idarəetmə sistemləri. Təşkilatın davamlı inkişafı üçün rəhbərlik. Bu, təşkilatın inkişafını təmin edən və keyfiyyət idarəetmə sistemlərini optimallaşdıran təlimatlar təqdim edir.

4. ISO 19011 – Keyfiyyət və ətraf mühitin idarə edilməsi sistemlərinin auditinə dair təlimatlar. Bu standart təşkilatlara daxili və xarici auditlər keçirmək üçün prosedurları və təlimatları verir.

ISO 9000 standartları təşkilatlara öz keyfiyyət idarəetmə sistemlərini qurmağa və bu sistemləri daim təkmilləşdirməyə kömək edir. Bu standartlar eyni zamanda təşkilatların müştəri məmnuniyyətini artırmaq, məhsul və xidmətlərin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq və iş proseslərini daha səmərəli etmək üçün bir çərçivə təmin edir.

Standartın tələblərinə uyğun olaraq:

1. Keyfiyyət idarəetməsi, əsasən istifadəçi tələblərinin yerinə yetirilməsi və bu tələblərin ödənilməsindən əlavə, istifadəçilərin gözləntilərini müəyyən edilməsinə yönəlmişdir. Dayanıqlı uğur yalnız o halda təmin olunur ki, təşkilat, istifadəçilərin və digər maraqlı tərəflərin etibarını qazansın və bu etibar davamlı olaraq qoruyur. Hər bir qarşılıqlı əlaqə, istifadəçi üçün əlavə dəyər yaradılması imkanını təqdim edir. İstifadəçilərin və digər maraqlı tərəflərin mövcud və gələcək ehtiyaclarının dəqiq şəkildə anlaşılması, təşkilatın dayanıqlı uğurunun əldə olunmasına mühüm töhfə verir. Bu yanaşma, təşkilatın bazar şəraitində uzunmüddətli stabilliyini və rəqabət üstünlüyünü təmin etmək üçün əsas şərt sayılır. Keyfiyyətin idarə edilməsində liderlikdə mühüm rol

oynayır.

2. Təşkilatın bütün səviyyələrində liderlər, təşkilatın məqsəd və fəaliyyət istiqamətində vahidlik təmin edərək işçilərin təşkilatın keyfiyyət sahəsində müəyyən olunmuş məqsədlərə çatması üçün qarşılıqlı əlaqələrini istiqamətləndirirlər. Məqsəd, fəaliyyət istiqaməti və işçilər arasında qarşılıqlı əlaqə birliyinin formalaşması, təşkilatın öz strateji məqsədlərinə nail olmasına xidmət edən strategiyalarının, siyasətlərinin, proseslərinin və resurslarının uyğunluğunu təmin etməyə kömək edir. Bu yanaşma, təşkilatın həm daxili fəaliyyətlərinin həm də xarici mühitə uyğunluğunun optimallaşdırılmasına şərait yaradır, nəticə etibarilə təşkilatın məqsədinə doğru irəliləməsini dəstəkləyir.

3. İstehsal prosesi zamanı işçilərin qarşılıqlı əlaqəsi təşkilat üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Təşkilatın müvəffəqiyyəti üçün bütün işçilərin bacarıqlı, səlahiyyətləndirilmiş və dəyər yaratmağa cəlb olunması vacibdir. Beləliklə, onlar təşkilatın bütün səviyyələrində dəyər yaratma qabiliyyətini artıraraq ümumi nəticələrin yaxşılaşdırılmasına töhfə verirlər. Müəssisəni effektiv və məhsuldar şəkildə idarə etmək üçün işçilərin hər birini hörmətlə qarşılayıb, onları təşkilatın bütün səviyyələrinə inteqrasiya etmək lazımdır. Tanınma, səlahiyyətləndirmə və bilik və bacarıqların təşviqi işçilərin qarşılıqlı əlaqəsini dəstəkləyir və təşkilatın məqsədlərinə nail olmasına şərait yaradır. Bu yanaşma həm işçilərin motivasiyasını artırır, həm də təşkilatın uzunmüddətli uğurunu təmin etmək üçün əsas rol oynayır.

4. Eyni zamanda sistemli yanaşma, növbəli və proqnozlaşdırıla bilən nəticələrin əldə edilməsi üçün fəaliyyətin dərinədən başa düşülməsi və qarşılıqlı əlaqəli proseslərin idarə edilməsi ilə daha effektiv və məhsuldar nəticələrin təmin olunmasına şərait yaradır. Keyfiyyət idarəetmə sistemi, qarşılıqlı əlaqəli proseslərdən təşkil olunan bir quruluşdur. Bu sistemin necə nəticələr yaratdığını anlamaq, təşkilatın həm ümumi strukturunu, həm də fəaliyyət nəticələrini optimallaşdırmaq üçün vacib məlumatlar təqdim edir. Proseslərin idarə edilməsi, resursların daha səmərəli istifadəsini təmin edir və nəticə etibarilə fəaliyyətlərin daha yüksək keyfiyyətlə həyata keçirilməsinə imkan verir. Bu yanaşma, təşkilatın ümumi fəaliyyətinin daha uyğun və ahəngdar olmasına kömək edir, bu da uzunmüddətli dayanıqlı inkişafı təmin edir.

5. Uğurlu təşkilatlar daim inkişaf etməyə istiqamətlənirlər. İnkişaf, təşkilat üçün son dərəcə vacibdir, çünki bu, mövcud fəaliyyət səviyyələrinin qorunub saxlanmasına, həm daxili, həm də xarici şəraitdə baş verən dəyişikliklərə çevik reaksiya verməyə və yeni imkanların yaranmasına şərait yaradır. İnkişaf prosesi, təşkilatın adaptasiya qabiliyyətini artırmaqla yanaşı, rəqabət üstünlüyünü möhkəmləndirir və onun uzunmüddətli dayanıqlı inkişafını təmin edir. Bu yanaşma, təşkilatın qarşısına çıxan çətinlikləri effektiv şəkildə idarə etməsinə və yeni fərsətlərdən yararlanmasına imkan verir.

6. Qərarların sübutlara əsaslanması, verilənlər və məlumatların təhlili və qiymətləndirilməsi əsasında qəbul edilən qərarların istənilən nəticələrin əldə olunma ehtimalını artırır. Qərar qəbul etmək mürəkkəb bir proses ola bilər və hər zaman müəyyən dərəcədə qeyri-müəyyənliklə əlaqəlidir. Bu proses, müxtəlif başlanğıc məlumat növlərinin və mənbələrinin nəzərə alınmasını, həmçinin onların şərhinin subyektiv ola biləcəyini ehtiva edir. Səbəb-nəticə əlaqələrini və mümkün olan nəticələri dəqiq anlamaq vacibdir. Faktların, sübutların və məlumatların təhlili, qəbul edilən qərarlarda obyektivliyi və etibarlılığı təmin edərək daha yüksək səviyyədə doğruluq və inam yaradır. Bu yanaşma, təşkilatın qərar qəbul etmə prosesində riskləri minimuma endirir və nəticə etibarilə daha etibarlı və düzgün qərarların alınmasını təmin edir.

7. Əlaqələrin idarə edilməsi, təşkilatın davamlı uğura nail olmaq üçün əsas strateji amillərdən biridir. Təşkilat, maraqlı tərəflərlə, məsələn, təchizatçılarla və digər tərəfdaşlarla olan əlaqələrini effektiv şəkildə idarə edərək, onların fəaliyyət nəticələrinə olan təsirini optimallaşdırmağa çalışır. Maraqlı tərəflər, təşkilatın ümumi fəaliyyətinə və nəticələrinə birbaşa təsir göstərdiyi üçün bu əlaqələrin düzgün idarə edilməsi, təşkilatın uzunmüddətli müvəffəqiyyətini təmin etmək üçün vacibdir. Davamlı uğurun əldə edilməsi daha çox mümkün olur, əgər təşkilat bütün maraqlı tərəfləri ilə qarşılıqlı faydalı əlaqələr qurur və bu əlaqələri müntəzəm olaraq idarə edərək, qarşılıqlı təsirlərin müsbət yönlərini gücləndirir.

Keyfiyyət idarəetməsi, təşkilatın keyfiyyətinin təmin edilməsi və davamlı inkişafının təşviqinə yönəlmiş, müəyyən edilmiş prinsiplər əsasında həyata keçirilən və təşkilatın keyfiyyətə dair rəhbərlik və idarəetmə fəaliyyətlərini koordinasiya edən bir sistemdir. Keyfiyyət

idarəetməsi, təşkilatın fəaliyyətlərinin bütün səviyyələrində keyfiyyətin təşviq edilməsini və müvafiq standartlara uyğunluğunu təmin etmək məqsədini güdür.

İdarəetmə prinsiplərinin yeddi əsas prinsipi, keyfiyyət idarəetməsi fəlsəfəsinin və əsas dəyərlər sisteminin təməlini təşkil edir. Bu prinsiplər ümumbəşəri xarakterə malikdir və təşkilatın bütün maraqlı tərəflərinin, qurucular, işçilər və cəmiyyətin maraqlarını birləşdirməyə kömək edir. Məmulun keyfiyyəti dörd əsas elementin idarə edilməsi ilə xarakterizə olunur. Keyfiyyətin planlaşdırılması, keyfiyyətin təmin edilməsi, keyfiyyətin təkmilləşdirilməsi və keyfiyyətin idarə edilməsi.

Keyfiyyətin planlaşdırılması – Keyfiyyət idarəetməsinin vacib bir hissəsi olaraq, bu mərhələ keyfiyyət sahəsində konkret məqsədlərin müəyyənləşdirilməsi, hədəflərə çatmaq üçün tələb olunan əməliyyat proseslərinin və müvafiq resursların təyin olunmasını nəzərdə tutur.

Keyfiyyətin təmin edilməsi – Keyfiyyət idarəetməsinin başqa bir mühüm hissəsi olaraq, bu mərhələ keyfiyyət tələblərinin yerinə yetirilməsinə dair əminliyin yaradılmasına yönəlir. Burada məqsəd, məmul və xidmətlərin müəyyən edilmiş keyfiyyət standartlarına uyğunluğunu təmin etməkdir.

Keyfiyyətin təkmilləşdirilməsi – Keyfiyyət idarəetməsinin davamlı inkişafına yönələn bu mərhələ, mövcud keyfiyyət tələblərini yerinə yetirmə qabiliyyətinin artırılması məqsədini güdür.

Keyfiyyətin idarə edilməsi – Keyfiyyət idarəetməsinin bu hissəsi, keyfiyyət tələblərinin yerinə yetirilməsini effektiv şəkildə təmin etməyə yönəlir. Burada əsas məqsəd, keyfiyyətin izlənməsi, qiymətləndirilməsi və lazım gəldikdə düzəlişlərin edilməsi ilə keyfiyyətin daimi olaraq təmin edilməsidir.

Əgər keyfiyyətin obyektin xüsusiyyətlərinin cəmiyyətin tələblərə uyğunluq dərəcəsi olduğu nəzərə alnarsa, keyfiyyət idarəetməsi, təşkilatın fəaliyyətinin xüsusiyyətlərinin müəyyən edilmiş tələblərə uyğunluğunu təmin etmək məqsədilə rəhbərlik və idarəetməni koordinasiya edən bir fəaliyyətlər toplusudur. Keyfiyyət idarəetməsi, təşkilatın məqsədlərinə nail olmaq üçün proseslərin, resursların və fəaliyyətlərin düzgün şəkildə yönləndirilməsi və izlənməsi vasitəsilə, cəmiyyətin və müştərilərin gözləntilərini qarşılamağa və onlardan üstün olmağa imkan verir.

Keyfiyyət idarəetmə sistemi , təşkilatın siyasətləri, məqsədləri və proseslərinin keyfiyyətə uyğunluğunu təmin etmək məqsədilə qarşılıqlı əlaqədə olan və ya qarşılıqlı təsir göstərən təşkilat elementlərinin cəmidir. Başqa sözlə, bu sistem, təşkilatın fəaliyyətinin xüsusiyyətlərinin müəyyən tələblərə uyğun olmasını təmin etmək üçün qurulmuş struktur və metodlardan ibarətdir.

Tələbin nə olduğunu anlamaq vacibdir, çünki bu, adətən müəyyən edilmiş, gözlənilən və ya məcburi olan ehtiyac və ya gözləntidir. Tələblər, təşkilatın məhsul, xidmət və ya fəaliyyətlərinə dair müxtəlif maraqlı tərəflər tərəfindən irəli sürülə bilər. Təyin edilmiş tələblər isə, müəyyən bir sənəddə və ya standartda aydın şəkildə qeyd edilmiş, təşkilatın əməl etməli olduğu ehtiyaclardır. Hər hansı bir fəaliyyət, proses və ya iş, istehlakçılar və ya digər maraqlı tərəflərin tələblərini yerinə yetirmək məqsədilə həyata keçirilir. Bu səbəbdən, keyfiyyət fəaliyyət və onun nəticələrindən ayrılmazdır. Hər bir işin yerinə yetirildiyi yerdə, onun keyfiyyəti mövcuddur: pis, yaxşı, və ya mükəmməl. Bu müəyyənləşdirici sözlər, tələblərin yerinə yetirilmə dərəcəsini ifadə edir və nəticənin nə qədər keyfiyyətli olduğunu göstərir.

Keyfiyyətin qiymətləndirilməsi, işin və ya prosesin icra olunma səviyyəsini müəyyən etməyə kömək edir və təşkilatın fəaliyyətinin uyğunluğunu ölçmək üçün əsasdır.

Tələblərin yerinə yetirilmə dərəcəsini qiymətləndirmək üçün bu tələblər ölçülə bilən xüsusiyyətlər şəklində təqdim edilməlidir – yəni, sübutlar və məlumatlar, müəyyən edilmiş tələblərin mövcudluğunu və ya olmamasını təsdiqləyir. Beləliklə, xüsusiyyətlərin qiymətləndirilməsi və ya ölçülməsi, ölçülmüş faktiki xüsusiyyətlərin tələblərə uyğunluğunu qiymətləndirməyə imkan verir. Bu proses, uyğunluq dərəcəsini müəyyən etməyə və nəticə olaraq tələblərin yerinə yetirilmə səviyyəsi haqqında məlumat əldə etməyə kömək edir.

Texniki komitə ISO/TC 176 keyfiyyət idarəetmə sistemləri ilə əlaqəli ISO 10000 seriyasının standartlarını hazırlamışdır. Bu beynəlxalq standartlar, təşkilatlara keyfiyyət idarəetmə sistemlərini, proseslərini və ya fəaliyyətlərini yaratmaq və təkmilləşdirmək məqsədilə kömək edir. Bu standartlar, təşkilatların keyfiyyətə dair beynəlxalq tələblərə uyğunluğunu təmin etməyə və nəticə etibarilə məhsul və

xidmətlərin keyfiyyətini yüksəltməyə kömək edir.

Bu standartlardan biri, ISO/TR 10017:2003 «Statistik metodlar üzrə rəhbərlik» standartıdır. Bu standart, proseslərin və onların nəticələrinin gedişində mövcud olan dəyişkənliyi (variabilite) öyrənmək üçün tətbiq olunan statistik metodları təsvir edir. Statistik metodlar, məlumatların təhlilini və qiymətləndirilməsini asanlaşdırır. Bu yanaşma, qərar qəbul etmə prosesində bu məlumatların tətbiqinə kömək edir, beləliklə, məhsul və proseslərin keyfiyyətinin davamlı olaraq təkmilləşdirilməsinə və nəticədə istehlakçı məmnuniyyətinin əldə olunmasına xidmət edir. Statistik metodların istifadəsi, keyfiyyətin idarə edilməsi və təkmilləşdirilməsi üçün mühüm bir alət olmaqla, təşkilatların rəqabət qabiliyyətini artırır.

Maşınqayırma məmullarının keyfiyyəti və istismar göstəricilərinin idarə edilməsində ISO/TR 10017:2003 standartının tələbləri təmin edilməlidir. Bu standart, statistik metodların tətbiqini və proseslərin izlənməsi vasitəsilə, məhsul və xidmətlərin keyfiyyətinin idarə edilməsini və təkmilləşdirilməsini nəzərdə tutur. Maşınqayırma sənayesində bu standartın tələbləri, proseslərin və məhsulların dəyişkənliyinin ölçülməsi, analiz edilməsi və optimallaşdırılması üçün statistik alətlərin istifadəsini təşviq edir.

Keyfiyyətin təmin edilməsi və istismar göstəricilərinin yüksək səviyyədə saxlanması məqsədilə, maşınqayırma məmurlarının istehsal və istifadə proseslərində bu statistik metodların tətbiqi vacibdir. Bu, istehsalın daha səmərəli və keyfiyyətli olmasını təmin edir, eyni zamanda məmurun istismar dövründəki texniki göstəricilərini yaxşılaşdırır.

Bildiyimiz kimi, istismar göstəricisi hissənin mexaniki emalı zamanı formalaşır və bu göstəricilər məhsulun uzunmüddətli istifadə dövründə məhsuldarlığını müəyyən edir. Bu baxımdan, istehsal və istismar göstəriciləri arasındakı korelyasiya əlaqələrinin müəyyən edilməsi və bu əlaqələrin düzgün idarə edilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu əlaqələrin düzgün qurulması, məhsulun istismar müddətindəki keyfiyyətini və etibarlılığını artırmağa, həmçinin əməliyyat proseslərini optimallaşdırmağa kömək edir.

Standarta uyğun olaraq, bu korelyasiya əlaqələri ISO/TR 10017:2003 kimi müvafiq beynəlxalq standartlara əsaslanaraq idarə

edilməlidir. Statistik metodlar və proseslərin təhlili, istehsal zamanı əldə edilən məlumatları istismar mərhələsindəki texniki göstəricilərlə əlaqələndirməyə imkan verir. Bu əlaqələrin düzgün izlənməsi və qiymətləndirilməsi, istehsal və istismar keyfiyyətinin təmin edilməsini və optimallaşdırılmasını təmin edir, həmçinin məhsulun həyat dövrü boyunca daha yüksək performansın qorunmasına şərait yaradır.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

1. Abbasov, V.A. Metalkəsən alətlərin istehsal texnologiyası. Dərslik / V.A. Abbasov, R.C. Bəşirov. – Bakı: AzTU, – 2018. – 380 s.
2. Abdullayev, A.H. Maşın detalları və konsruksiya etmənin əsaları. Dərs vəsaiti / A.H. Abdullayev, R.K.Məmmədov, M.H.Güməyev. – Bakı: Elm, –2003. – 461 s.
3. Babayev, S.H. Maşınların təmir və bərpa texnologiyası. Dərslik / S.H. Babayev, S.M. Mustafayev, İ.Ə. Həbibov. –Bakı: ADNA, – 2003. – 314 s.
4. Canəhmədov, Ə.X. Tətbiqi mexanika. Dərs vəsaiti / Ə.X. Canəhmədov, M.Y.Cavadov, N.C.Pənahova. – Bakı: Apostrof, –2012. – 276 s.
5. Əmirov, F.Q. Çoxçeşidli iri seriyalı istehsalda texnoloji proseslərin optimallaşdırılması. Monaqrafiya / F.Q. Əmirov. – Bakı: Çəşioğlu, – 2013. – 242s.
6. Hüseynov, Ə. G. Maşınların etibarlılığı. Dərslik / Ə.G. Hüseynov. – Bakı: Çəşioğlu, – 2017. – 314s.
7. Hüseynov, H. Ə. Maşınqayırma və cihazqayırmada texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri. Dərslik / H. Ə. Hüseynov. –Bakı: Çəşioğlu, – 2013. –336 s.
8. Xəlilov, İ.Ə. Maşın etibarlılığı. Dərs vəsaiti /İ.Ə. Xəlilov, Ə.S. Hüseynov, Ş.T.Yusubov – Bakı: AzTU, – 2009. – 189s.
9. Qafarov, A. M. Metrologiya, standartlaşdırma, sertifikatlaşdırma. Dərslik / A. M. Qafarov – Bakı: Çəşioğlu, – 2012. – 523 s.
10. Mehdiyev, M.İ. Keyfiyyətin idarə edilməsi. Dərslik. /M.İ. Mehdiyev. –Bakı: Çəşioğlu, – 2008. – 208 s.
11. Məmmədov, N.R. Kvalimetriya və keyfiyyətin idarə edilməsi. Dərslik / N.R. Məmmədov [və b.] – Bakı: “Çəşioğlu”, – 2007. – 310 s.
12. Mövlazadə, V.Z. Maşınqayırma texnologiyası. II hissə. “Maşınqayırma texnoloji proseslərinin layihələndirilməsi”: Ali texniki məktəblər üçün dərslik. / V. Z. Mövlazadə.–Bakı: Elm, – 2008. – 566 s.
13. Nadirov, U.M., Rəsulov, N.M., Məmmədov, K.S. Firlanma yan səthlərində yerləşən novların burulğan üsulu ilə emal keyfiyyətinin əsasları // – Bakı: Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – 2014. Cild 6, № 3, – s. 41–48.

14. Nadirov, U.M. Burulğan üsulu ilə fırlanma yan səthlərində kəsilmiş novların səth keyfiyyətinə təsir edən amillər // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş “Gənclər və elmi-texniki tərəqqi” mövzusunda respublika elmi-texniki konfransın materialları, – Bakı: AzTU, –5 may – 8 may, – 2015, – s. 372–374.

15. Nadirov, U.M., Rəsulov, N.M., Hacıyeva, X.Ə. Burulğan üsulu ilə fırlanma yan səthlərində kəsilmiş novların həndəsi səth keyfiyyətlərinin təmin edilməsi əsasları // – Bakı: Journal of Qafqaz University “Mexanikal and Industrial Engineering” – 2015. Volume 3, Number 2, – s. 94– 101.

16. Nadirov, U.M. Fırlanma yan səthlərində burulğan üsulu ilə kəsilmiş novların nahamarlıqlarının kinematik toplananlarının riyazi modelləri // – Bakı: Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, – 2015. Cild 7, №4, – s. 67–74.

17. Nadirov, U.M. Fırlanma yan səthlərində novların burulğan üsulu ilə formalaşdırılması özəllikləri // Baloniya təhsil prosesində universitet-sənaye əlaqələrinin müasir problemləri. Beynəlxalq simpoziumun materialları, – Gəncə: – 30 aprel –01 may, – 2016, – s. 212–214.

18. Nadirov, U.M. Fırlanma yan səthlərində novların burulğan üsulu ilə emal texnologiyasının istehsalatda sınaqdan keçirilməsi və tətbiqi // – Bakı: Maşınşünaslıq, –2017. № 3, – s. 53–59.

19. Nadirov, U.M. Fırlanma yan səthlərində yerləşən novların burulğan üsulu ilə kəsilməsi xüsusiyyətləri // «Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar» beynəlxalq elmi - texniki konfrans, – Bakı: – 28 – 30 sentyabr, – 2016, – s. 228–231.

20. Nadirov, U.M. Xarici dişiskənəlmədə bölgü çevrəsinin diametrinin formalaşması haqqında //– Bakı: Journal of Qafqaz University-Mechanical and Industrial Engineering, – 2014. Volume 2, Number 1, – s. 75–80.

21. Nadirov, U.M. Xarici dişiskənəlmədə konstruktiv-texnoloji amillərin kəsmə qüvvəsinə təsirinin qrafiki analizi // – Bakı: Journal of Qafqaz University-Mechanical and Industrial Engineering, – 2012. Number 34, – s. 22–25.

22. Nadirov, U.M. Maşınqayırmada məmulun keyfiyyətinin formalaşdırılması prinsipləri // Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Texniki Universiteti və Baku Steel Company MMC. “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri” mövzusunda 2-ci Beynəlxalq Elmi-texniki konfransın materialları. – Bakı: – 28 noyabr – 01 dekabr, – 2017, – s. 362–365.

23. Nadirov, U.M. Mexaniki emalla formalaşdırmada səthlərin həndəsi forma və yönüm - texnoloji əlaqələr sistemləri // “Azərbaycan və Türkiyə Universitetləri: təhsil, elm, texnologiya” I Beynəlxalq elmi-praktiki konfrans, – Bakı: – 18-20 dekabr, – 2019, – s. 408–512.

24. Nadirov, U.M., Rasulov, N.M. Burulğan üsulu ilə kəsilmiş novların dərinliyinin dəqiqlik araşdırılması // Azərbaycan Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Texniki Universiteti və Rusiya Federasiyası Metroloji Xidmət Elmi - Tədqiqat İnstitutu “Ölçmə və keyfiyyət: problemlər və perspektivlər” mövzusunda beynəlxalq elmi-texniki konfransın materialları, – Bakı: –21–23 noyabr, – 2015, –s. 177–180.

25. Namazov, S.N., Qəhrəmanov, V.F., Tağıyev T.Ə. Dəmir əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarının sementitləmədən və borlamadan sonra mexaniki xassələrinin yaxşılaşdırılması // – Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti, Elmi əsərlər, – 2017, –s. 11–16.

26. Rasulov, N.M., Nadirov, U.M. Sənaye məmulatlarının keyfiyyətlərini idarə etməklə istehsal və istismar səmərəliliklərinin yüksəldilməsi // – Bakı: AzTU. Dövlət büdcəli, elmi tədqiqat işi Dövlət qeydiyyatı, – № 0111AZ 1028.– 2015. – 171 s.

27. Rasulov, N.M., Nadirov, U.M. Firlanma səthində burulğan üsulu ilə kəsilən novların dəqiqliyi və üsulun texnoloji imkanları haqqında // – Bakı: Milli Aviasiya Akademiyası, Elmi Əsərləri, – 2018. Cild 20. № 3, – s. 12–19.

28. Rəsulov, N.M. İstehsal prosesində məmul keyfiyyətinin idarə olunması / – Bakı: Mexanika, – Maşınqayırma, – 2011. №2, – s. 9–14.

29. Rəsulov, N.M., Məmmədov, Ə.S., Hüseynov, H.R. Maşınqayırma məmulunun istehsalı və istismar keyfiyyəti əlaqələri // – Bakı: Maşınşünaslıq, – 2013. №1, – s. 15–19.

30. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M., Hüseynov, H.R. Dışiskənəlmədə dəqiqliyin araşdırılması // – Bakı: Mexanika maşınqayırma, – 2003. №4, – s. 55–57.

31. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M, Məmmədov, K.S. Fırlanma yan səthlərində nəzərdə tutulmuş novların emalı üçün burulğan üsulunun işlənməsi // – Bakı: Milli Aviasiya Akademiyası, Elmi məcmuələr, – 2013. Cild 5. № 2, – s. 50–56.

32. Rəsulov, N.M. Qarşılıqlı əvəzlənmənin əsasları. Dərslik / N.M.Rəsulov. - Bakı: AzTU, – 2015. – 381 s.

33. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M., Hüseynov, H.R. Dışışkənəlmədə diametral ölçülərin dəqiqliyinin araşdırılması //– Bakı: Texnika, – 2004. № 2, – s. 43–49.

34. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M. Fırlanma yan səthlərində burulğan üsulu ilə kəsilmiş novların çevrəvi diametrlərinin dəqiqliklərinin təmin edilməsi əsasları //– Bakı: Journal of Baku Engineering University “Mexanikal and İndustrial Engineering” – 2017, Volume 1, Number 2, – s. 75–83.

35. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M., Şəbiyev, E.T. Hissələrin ölçü dəqiqliyinin riyazi modeli və ondan istifadə //– Bakı: Maşınşünaslıq, – 2013. № 3, – s. 13–18.

36. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M., İstehsal keyfiyyətinin yeni üsul və vasitələrlə qiymətləndirilməsi // – Bakı: Journal of Qafqaz University-Mechanical and Industrial Engineering,– 2013, Volume 1, Number 2, – s. 95–102.

37. Rəsulov, N.M. İstehsal prosesində məmulun keyfiyyətinin idarə olunması // Azərbaycan Texniki Universiteti, Maşınşünaslıq, – Bakı: – 2011. № 2, – s. 9–13.

38. Rəsulov, N.M. Maşın istehsalı texnologiyası. Dərslik / N.M. Rəsulov, I hissə. – Bakı: Təhsil, – 2010. – 431 s.

39. Rəsulov, N.M. Maşınqayırma texnologiyası (Ölçü əlaqələri və bazalaşdırma) Dərs vəsaiti / N.M.Rəsulov, V.Z.Mövla-zadə, C.B. Mirzəcanov. – Bakı: AzTU, –1995. – 105 s.

40. Rəsulov, N.M. Nadirov, U.M. Hüseynov, H.R. Məmulaların istehsal keyfiyyəti və etibarlılığı // – Bakı: Journal of Qafqaz University-Mechanical and Industrial Engineering,– 2013. Volume 1, Number 1, – s. 45–50.

41. Rəsulov, N.M. Nadirov, U.M. Hüseynov, H.R. Texniki vasitələrin hazırlanma dəqiqliyi və xidmət müddətləri haqqında // Azərbaycan Texniki Universiteti, “Metallurgiya və metalşünaslığın problemləri” I

Beynəlxalq konfransının materialları, – Bakı: – 28–30 noyabr, – 2013, № 3, – s. 176–179.

42. Rəsulov, N.M. Nadirov, U.M. Mexaniki emalla formalaşdırmada səth keyfiyyəti-texnoloji əlaqələr sistemləri // “Azərbaycan və Türkiyə Universitetləri: təhsil, elm, texnologiya” I Beynəlxalq elmi-praktiki konfrans, – Bakı: – 18–20 dekabr, – 2019, – s. 499–502.

43. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M. Pilləli iskanənin bəzi həndəsi parametrlərinin riyazi modelləri / Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi. "Təhsil" Cəmiyyətinin Texnika dərgisi, – Bakı: – 2002. №3, –s. 45–51.

44. Rəsulov, N.M. Texnoloji proseslərin ölçü araşdırılması. Dərslik /N.M. Rəsulov – Bakı: Elm, – 2005. – 223 s.

45. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M. Burulğan üsulu ilə fırlanma yan səthlərində kəsilmiş novların çevrəvi ölçü dəqiqliklərinin təmin etməsinin bəzi məsələləri // Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Azərbaycan Texniki Universiteti və Baku Steel Company MMC. “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri” mövzusunda II Beynəlxalq Elmi-texniki konfransın materialları. – Bakı: – 28 noyabr – 01 dekabr, – 2017, – s. 358–361.

46. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M. Fırlanma yan səthlərində yerləşən novların burulğan üsulu ilə formalaşdırılmasında kəsmə sxemləri // Baloniya təhsil prosesində universitet-sənaye əlaqələrinin müasir problemləri. Beynəlxalq simpoziumun materialları, – Gəncə: – 30 aprel – 01 may, – 2016, – s. 200–202.

47. Rəsulov, N.M., Nadirov, U.M. Məmul və onun hissələrinin istehsal və istismar keyfiyyətlərinin qiymətləndirilməsi, keyfiyyət resursu // «Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar» beynəlxalq elmi-texniki konfransın materialları, – Bakı:– 28–30 sentyabr, – 2016, – s. 234–238.

48. Rəsulov, Q.N. Nadirov, U.M. İşgil birləşməsi və işgil // Azərbaycan Respublikasının Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə nişanlarının Ekspertizası Mərkəzi. İddia sənədi № a 2018 0031; İddia sənədinin daxil olma tarixi 05.02.2018; Bakı: – 2020.

49. Yusubov, N.D. Texnoloji proseslərin ölçü araşdırılması. Dərslik / N.D.Yusubov. – Bakı: AzTU, – 2015. – 612 s.

50. Rasulov, N.M., Nadirov, U.M. Yapi elemanlarının üretim kalitesi ve güvenilirliği // Niğde Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, – Türkiye: –2017. Cilt 6, Sayı 2, – s. 523–534.

51. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения. / Б.М. Базров – М.: Машиностроение, – 2007. – 736 с.

52. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения / В.Ф. Безъязычный // – учебник для вузов. М.: Машиностроение, – 2013. – 508 с.

53. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров – Москва: –Высшая школа, – 2000. – 480 с.

54. Виноградов, Л. В. Средства и методы управления качеством / Л.В. Виноградов, В.П. Семенов, С. А, Бурылов – М.: Дрофа, – 2017. – 224 с.

55. Гиссин, В.И. Управление качеством продукции / В.И.Гиссин. –Р.-на-Дону: Изд. «Феникс». –2000. –255с.

56. ГОСТ 25346-89 (ISO 286-1-88). Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. Введ. 01.01.1990. – М.: Изд-во стандартов, – 1990.–25 с.

57. ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения. -М.: Издательство Стандартов, – 1982, –15 с.

58. ГОСТ Р 51901.3-2007 (IEC 60300-2:2004). Национальный стандарт РФ. Менеджмент риска. Руководство по менеджменту надежности. Введ. 2008-09-01. Москва, Стандартинформ, – 2008. – 44 с.

59. ГОСТ Р 53442-2009 (ISO 1101:2004) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения. Введ. 01.01.2012. – М.: Изд-во стандартов, – 2012. –58с.

60. ГОСТ Р 53480–2009. Надежность в технике. Термины и определения. М.: Стандартинформ, –2010. –27 с.

61. ГОСТ Р ИСО 21747-2010 Статистические методы. Статистики пригодности и воспроизводимости процесса для количественных характеристик качества. М.: Изд-во стандартов, –2012. –28 с.

62. Джордж, С., Ваймерскирх А. Всеобщее управление качеством // – М.: Виктория плюс, 2017. – 256 с.
63. Дроздов, Ю.Н., Юдин Е.Г, Белов А.И. Прикладная трибология (трение, износ, смазка) //–Москва: Эко-Пресс,–2010.–604 с.
64. Жарский, И.М., Технологические методы обеспечения надежности деталей машин / И.М. Жарский, И.Л.Баршай, Н.А. Свидуневич, [и др.] // Вышэйшая школа, – Минск: –2005. –299 с.
65. Калашников, А.С. Технология изготовления зубчатых колес /А.С.Калашников // – М.: Машиностроение, – 2004. – 480 с.
66. Кане, М.М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества / Б.В. Иванов, В.Н. Корешков [и др.] // – Санкт-Петербург: – 2008. – 560 с.
67. Магомедов, Ш.Ш. Управление качеством продукции / Ш.Ш. Магомедов, Г.Е.Беспалова. Учебник. // – М.: Дашков и К, – 2013. – 336 с.
68. Маталин, А.А. Технология машиностроения / А.А. Маталин // – Санкт-Петербург, Лань, – 2010. – 512 с.
69. Надиров, У.М. Исследование процесса формообразования зубьев зубчатых колес косозубым долбяком // Автореферат дисс. На соиск. учен. степ. кан. тех. наук. – Баку:– 1998. – 28 с.
70. Надиров, У.М., Расулов, Н.М. Технологические размерные цепи диаметров канавки, нарезанных на боковых поверхностях вращения вихревым методом. «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» Сб. науч. тр. Кн.2. Технология и оборудование мех. и физко-тех. обработки. Минск: ФТИ НАН Беларуси, – 2018,– с. 177– 185.
71. Надиров, У. М. Расулов, Н.М. Основы обеспечения качества канавки на боковых поверхностях вращения при их вихревой обработке // Известия высших учебных заведений. Машиностроение «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана». – Москва: – 2016. № 3, – с. 65– 73.
72. Надиров, У.М. Апробирование и внедрение процесса нарезания канавки на детали «Вкладыш» вихревым методом // Известия высших учебных заведений. Машиностроение «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана». – Москва: – 2017. № 1, – с. 79 – 85.

73. Надиров, У.М. Исследование качества поверхностей зубчатых колес методом зубодолбления специальным долбяком // Материалы конференции 48-я юбилейная учебно-методическая и научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета – Баку: – 2001. – с. 105–107.

74. Надиров, У.М. Исследование схемы резания зубчатых колес специальным долбяком // – Баку: Ученые записки, – 1995. № 2. – с.17–19.

75. Надиров, У.М. Нарезание вихревым методом фасонных кольцевых канавок, на боковых поверхностях вращения // «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» Сб. науч. тр. Кн.2. Технология и оборудование мех. и физикотех. обработки. Минск: ФТИ НАН Беларуси: –16 –18 сентября – 2015. – с. 238-244.

76. Надиров, У.М., Расулов, Н.М., Гусейнов, Г.Р. Некоторые основные параметры косозубого ступенчатого долбяка // Вестник Восточно - Сибирского государственного университета технологий и управления: научный журнал. –Улан –Удэ: ВСГТУ. – 2014. №2. – с. 33–39.

77. Надиров, У.М., Расулов, Н.М. Об оценке качества изготовления деталей // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. Международной сборник научн. Трудов. Дон ГТУ. –Донецк: –2014. №2 (48)–с. 82–87.

78. Надиров, У.М., Расулов, Н.М. Особенности технологических размерных цепей, формирующие при вихревом нарезании канавки на боковых поверхностях вращения // Вестник машиностроения. – Москва: –2019, № 8, – с. 51–55.

79. Надиров, У.М. Оценка качества поверхностей деталей, обработанных специальным долбяком // Матер. докладов 47-й юбилейной учебно-методической и научно технической конференции. – Баку: –2000. –с. 34 – 38.

80. Плуталов, В.Н. Метрология и техническое регулирование. / В.Н. Плуталов - МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2011. –415 с.

81. Расулов, Н.М. Алекберов, М.З., Надиров, У.М. Обобщенная система технологических связей при механической обработке и ее

применение // Вестник машиностроения, – Москва, – 2020, № 7. – с. 38–41.

82. Расулов, Н.М., Надиров, У.М. О вихревом методе нарезания фасонных профилей расположенных на боковых поверхностях вращения // «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» Сб. науч. тр. Кн.3. Обработка металлов давлением. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, –2017, – с. 86-92.

83. Расулов, Н.М., Надиров, У.М. Вихревой метод обработки кольцевых канавок, на боковых поверхностях вращения // «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» Сб. науч. тр. Кн.2. Технология и оборудование мех. и физико-тех. обработки. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, –2015, –с. 288–295.

84. Расулов, Н.М., Надиров, У.М. Качества изготовления и ее значения в формировании эксплуатационных показателей изделий // «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» Сб. науч. тр. Кн. 2., Технология и оборудование мех. и физико-тех. обработки. –Минск: ФТИ НАН Беларуси, –2016, –с. 178–185.

85. Расулов, Н.М., Надиров, У.М., Гусейнов, Г. Р. О качестве изготовления изделий и их долговечности // «Современные методы и технологии создания и обработки материалов» Сб. науч. тр. Кн.2. Технология и оборудование мех. и физико-тех. обработки. –Минск: ФТИ НАН Беларуси, – 2013, – с. 434–443 .

86. Расулов, Н.М., Надиров, У.М., Шабиев, Е.Т. Новый метод оценки качества изготовления деталей // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: Сб. научных трудов. В 3 кн. Кн. 2. Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, – 2014, – с. 291-302.

87. Расулов, Н.М. Управления технологическими размерными связями и эффективность обработки деталей машин / Н.М Расулов // Техника машиностроения. – 2003. № 3. – с. 18–22.

88. Расулов, Н.М., Надиров, У.М., Мамедов, К.С. Вихревой метод обработки профилей, предусмотренных на боковых поверхностях // Национальная авиационная академия, Научные труды, - Баку: –2013. Том 15. № 2, - с. 3–8.

89. Расулов, Н.М., Надиров, У.М. Исследование точности формирования диаметральных размеров при зубодолблении ступенчатым долбяком // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – Санкт-Петербург: – 2015. Том 15, № 5, – с.893–899.

90. Расулов, Н.М., Надиров, У.М. Некоторые вопросы обеспечения качества обработки цилиндрических зубчатых поверхностей образованных скоростным зубодолблением // Министерство Образования Азербайджанской Республики. Журнал "Машиностроение". – Баку: – 2002. №2-3. – с 53-57.

91. Расулов, Н.М., Надиров, У.М. Математическая модель сроков службы партии машиностроительных изделий и ее анализ // Proceedings of the Institute of Applied mathematics. Baku state University. Baku: –2017. Vol. 6, № 1 – pp. 46 –53.

92. Расулов, Н.М., Надиров, У.М. Особенности обработки вихревым методом кольцевых профилей на боковых поверхностях вращения // Известия ВУЗ-ов Машиностроения, «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана». Москва: – 2015, № 12, – с. 45– 50.

93. Расулов, Н.М. Надиров, У.М., Гусейнов, Г.Р. Особенности формирования геометрических параметров косозубого ступенчатого долбяка // Journal of Qafqaz University-Mechanical and Industrial Engineering. – Bakı: –2012, Number 34, – s. 43– 48.

94. Расулов, Н.М. Надиров, У.М., Гусейнов, Г.Р. Особенности формирования прямых зубьев цилиндрических колес ступенчатым долбяком // Научно технический информационных технологий, механики и оптики. Санкт – Пет: –2014. – №1 (89). – с. 170-176.

95. Расулов, Н.М. Надиров, У.М. Подход к оценке качества изготовления деталей в приборостроении// Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. Санкт-Петербург: –2019. Т. 19. № 4, – с. 747–755.

96. Расулов, Н.М. Надиров, У.М. Маммадов, К.С. Разработка вихревого метода обработки профилей, предусмотренных на боковых поверхностях вращения // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, Международный научно - технический журнал Баку: – 2013, Том 5, № 3, - с. 50-56.

97. Расулов, Н.М. Надиров, У.М., Гусейнов, Г.Р. Связи производственных и эксплуатационных показателей качества изделий // Вестник машиностроения, Москва: – 2014, № 11, – с. 85-88.

98. Расулов, Н.М. Технология машиностроения. Повышение эффективности обработки сложных поверхностей вращения // Баку: Элм, –1997. –134с.

99. Расулов, Н.М. Управление качеством изделия в процессе его изготовления // Вестник машиностроения, –2013, № 2– с. 83-86.

100. Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством / сост. В. В. Ефимов. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 194 с.

101. Семь инструментов качества. Справочник по инструментам контроля, применяемых в менеджмента качества. М. 2014. - 31 с.

102. Сулов, А. Г. Научные основы технологии машиностроения / А. Г. Сулов, А. М. Дальский // М.: Машиностроение, –2002. – 640 с.

103. Юсубов, Н.Д. Обработке теории точности многоинструментальной токарной обработки. Учебник / Н.Д. Юсубов - Баку: Элм , - 2007. - 362 с.

104. Granino, A. Korn. Mathematical Handbook for Scientists and Engineers: Definitions, Theorems, and Formulas for Reference and Review. (Dover Civil and Mechanical Engineering). NY. Dover Publications; 2 Revised Edition. –2013. –1152 p.

105. Hans, B. Kief, Helmut A. Roschiwal. CNC-Handbuch 2009/2010. Carl Hanser Verlag, Munchen. –2009. –551 p.

106. ISO 9000:2005 (E) Quality management systems — Fundamentals and vocabulary. –2012-01-16, –30 p.

107. ISO 9001:2008 Quality management systems — Requirement (ITD). Standard published by ISO. –2008–11–15, –36 p.

108. Nadirov, U.M. Research of Accuracy of Processing of Gear Surfaces Special Gear- Shaper. Second International Symposium on Mathematical &computational applications. Baku, Azerbaijan, September 1–3, –1999, pp. 55 – 57.

109. Nadirov, U.M. Optimization of the groove cutting condition by the vortex methods on the rotational surface // Proceedings of the 6th International Conference on Control and Optimization with Industrial

Applications Baku, Azerbaijan, July 11–13, –2018, Volume 1, –pp. 291–293.

110. Nadirov, U.M., Rasulov, N.M. Analysis and mathematical model of the circumferential accuracy of the groove cut on the surface of rotation // Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering–2019, 41:384.

111. Nadirov, U.M. Rasulov, N.M. Optimization of parameters and implementation of the process of cutting grooves by vortex method on the surface of rotation // Proceedings of the 7th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications Baku, Azerbaijan, August 26–28, –2020, Volume 1, – pp. 296 – 299.

112. Paul, DeGarmo E, Black, J.T., Ronald, A. Kohser Materials and Processes in Manufacturing // University of Michigan, –2011, – 1130 p.

113. Rasulov, N.M., Nadirov, U.M. On the regularity of the service life scattering of a batch of engineering products // International journal of engineering sciences & research technology, India: –2018, Vol. 7, Issue 7 - July, –pp. 279 - 283.

114. Rasulov, N.M. Nadirov, U.M. Optimization of material removal at of cutting grooves with a hybrid - vortex method on the surface of rotation // Proceedings of the 7th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications Baku, Azerbaijan, August 26–28, –2020, Volume 2, –pp. 317 – 320.

115. Rasulov, N.M., Nadirov, U.M., Alekberov M.Z. Generalized Assessment of Machined Surface Quality //, ISSN 1068-798X, Russian Engineering Research, –2020, – Vol. 40, No. 10, –pp. 822–825.

İXTISARLARIN VƏ ŞƏRTİ İŞARƏLƏRİN SIYAHISI

- a – səpələnmə, qruplaşma mərkəzi, riyazi gözləmə;
 α və 2α – novun profilinin simmetriya çevrəsi üzrə əhatə bucağı;
 α_{min} – pəstahın minimum dönmə bucağının yarısı;
 b – novun eni;
 β – alətin kəsən tilinin kəsmə prosesindəki vəziyyət bucağı;
 D_0 – novun yerləşdiyi fırlanma səthinin nominal ölçüsü – diametri;
 D_o – dişli çarxın bölgü çevrəsinin diametri;
 D_b – tamasa ilə ilişən dişli çarxın bölgü çevrəsinin diametri;
 d_a – dişli çarxın əsas çevrəsini diametri;
 d_d – dişli çarxın daxili çevrəsini diametri;
 d_x – dişli çarxın xarici çevrəsinin diametri;
 d_b – dişli çarxın bölgü çevrəsini diametri;
 d_a – alət başlığında alətlərin uyğun kəsən tilləri arasındakı məsafə, diametri;
 d – novun profilinin simmetriya oxu üzrə əhatə çevrəsinin diametri;
 es_i – i saylı ölçüyə yuxarı hədd sapması;
 es_j – j saylı formaya yuxarı hədd sapması;
 es_y – y saylı səthin kələ-kötürlüyünün yuxarı hədd sapması;
 ei və EI – val və yuva üçün aşağı hədd sapmaları;
 es və ES – val və yuva üçün yuxarı hədd sapmaları;
 e_1 – pəstahın oxunun stolun fırlanma oxuna nəzərən ekssentrikliyi;
 e_2 – iskənənin yerləşdirildiyi boyuncuğun oxunun şpindel
fırlanma oxuna nəzərən ekssentrikliyi;
 e_3 – iskənənin baza yuvasının oxunun boyuncuğun oxuna nəzərən
ekscentrikliyi;
 e_4 – alətin bölgü çevrəsinin oxunun onun baza yuvasının oxuna
nəzərən ekscentrikliyi;
 ϕ – fırlanma konik səthinin maillik bucağı;
 ϕ_2 – köməkçi plan bucağı;
 F_e hissənin keyfiyyətinin təmin etdiyi, ehtimal olunan - fərdi
normativ xidmət müddəti;
 F_n – onun həqiqi xidmət müddətidir;

P – dişin addımı;
 Δy – elastiki deformasiyalardan yaranan xəta;
 ΔT – texnoloji sistem elementlərinin istilik deformasiyalardan yaranan xətlər;
 ΔD – dəzgahın həndəsi xətləri;
 Δa – alətin hazırlanması və yeyilməsindən yaranan xətlər;
 $\Delta \alpha$ – pəstahın bucaq dönməsinin yol verilən müsaidə xətası;
 ΔS – sazlamada yol verilən xətası;
 ΔS_1 - bir dəst pəstahda dişkəsmədə sazlama həndəsi forma xətası;
 ΔS_2 - ayrı - ayrı pəstahda dişkəsmədə sazlama həndəsi forma xətası;
 ΔS_3 - pəstah vahidində dişkəsərkən alətin hər ikiqat gedişinə sazlanmasında yaranan həndəsi forma xətası;
 Δl - pəstahın yerləşdirilməsində onun oxboyu bazalaşdırılmasında yol verilən xətdən yaranan xəta;
 $\Delta \varepsilon_{bo}$ - pəstahın bazalaşdırılmasında yol verilən qeyri oxluluqdan yaranan xəta;
 $\Delta \varepsilon_{be}$ - pəstahın bazalaşdırılmasında yol verilən eksentrikliyin törətdiyi xəta;
 ΔU - alətin yeyilməsindən yaranan xəta;
 ΔY - alətin və pəstahın elastiki deformasiyalarından yaranan xətlər;
 $\Delta \tau$ - alətin və pəstahın istilik deformasiyalarından yaranan xətlərdir.
 ΔD - xarici fırlanma səthlərinin diametrlərinin müxtəlifliyindən, ona verilən müsaidədən yaranan xəta;
 ΔK - fırlanma səthlərinin konusluluq sapmalarından konusluluğa verilən müsaidədən yaranan xəta;
 Δr - alətin bögü diametrinin hazırlanma xətası;
 Δa - texnoloji baza ilə sağanaq arasındakı təminatlı araboşluğu;
 σ – orta kvadratik sapma OKS;
 r_{∂} – əsas çevrənin radiusu;
 r_d – daxili çevrənin radiusu;
 r – bölgü çevrəsinin radiusu;
 r_x – xarici çevrənin radiusu;

R_{zd} – nahamarlıq profilinin hündürlüyünün dəyişən -
dinamik hissəsi;

R_{zk} – nahamarlıq profilinin hündürlüyünün sabit -
kinematik hissəsi;

S – veriş;

S_l – tamasanın (pəstahın) veriş istiqamətində yerdəyişməsi;

H – dişisgənələmədə sazlama ölçüsü;

h – novun dərinliyi;

V – kəsmə sürəti;

IT – ölçü üçün təyin olunmuş oturtma üzrə standart müsaidə;

T – müsaidə;

t – kəsmə dərinliyi;

t_l – novun çevrə üzrə formalaşdırılmasının maşın vaxtı;

t_t – tamasa dişlərinin addımı;

t_d – tərtibatın dişli çarxın dişlərinin addımı;

T_{Do} – fırlanma səthinin diametrinə verilən müsaidə;

t_d – dişli çarxın dişlərinin addımı;

T_{do} – pəstahın daxili texnoloji baza səthinin diametrinə verilmiş
müsaidə;

T_{Do} – fırlanma səthinin diametrinin müsaidəsidir.

T_u – alətin yeyilməsinə verilən müsaidə;

T_K – xarici fırlanma səthinin konusluluğuna verilmiş müsaidə;

x_i , – i saylı ölçünün müsaidə daxilində cari qiyməti;

x_j – j saylı formanın müsaidə daxilində cari qiyməti;

x_y – y səthin kələ-kötürlüyünün müsaidə daxilində cari qiyməti;

IT_i , – i saylı ölçüyə verilən müsaidə;

IT_j – formaya verilən müsaidə;

IT_y – səthin kələ-kötürlüyünə verilən müsaidə;

i – gedişlərin sayı;

K_{kB} , K_{kA} və K_{kC} – istehsal keyfiyyəti oxu üzərində uyğun olaraq
B, A və C nöqtələrinə uyğun olan istehsal keyfiyyəti əmsalları;

Z_e – emal payı;

Z – alət başlığında alətlərin sayı;

z – dişli çarxın dişlərinin sayı;

m – modul;

δ_{pt} – tamaşa dişlərinin addım xətası;

- δ_{pd} – dişli çarxların dişlərinin addım xətası;
- δ_1 – tamasanın əsas bazasından dişlərinin bölgü xəttinə qədər olan məsafə;
- δ_2 – dişli çarxın bölgü diametrinə verilən müsaidə;
- δ_3 – dişli çarx–tamasa ilişməsində araboşluğa verilən müsaidə;
- δ_l – tamasanın xətti yerdəyişmə xətası;
- δ_s – dişli çarx–tamasa ilişməsinin sazlama xətası;
- δ_w – “mərkəzlərarası məsafə” xətası;
- δ_b – pəstahı bazalaşdırma xətası;
- δ_a – alətin eninə (b) verilən müsaidə;
- δ_{at} – alətin yerləşmə diametrinə verilən müsaidə;
- δ_u – alətin yeyilməsindən yaranan xəta;
- δ_{da} – alətin tərtibat ölçüsünün yol verilən hədd qiymətlərinin fərqi
- ona müsaidəsi;
- l – xətti veriş uzunluğu;
- l_{xd} –dəzgahın kinematikasının təmin etdiyi, xətti veriş istiqamətində yerdəyişmə;
- l_s – sazlama ölçüsü;
- l_x – novu formalaşdırmaq üçün tamasada dişli çarxın bölgü çevrəsi üzrə xətti nisbi hərəkət trayektoriyası;
- W – dişli çarxın oxunun tamasanın dişlərinin orta xəttindən məsafəsidir (“mərkəzlər-arası məsafə”);
- $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_5$ uyğun ilkin xətanın dəyişmə qanunauyğunluğunu nəzərə alan əmsallar;
- $\sum f_\Delta$ – ön əməliyyatda formalaşmış xətalardan doğan xətalər.

MÜNDƏRİCAT

	GİRİŞ	3
I.	MAŞINQAYIRMADA KEYFİYYƏTİN FORMALAŞMASI	7
1.1.	Keyfiyyəti idarə etməklə səmərəliliyin yüksəldilməsi	9
1.2.	Maşınqayırmada istehsal və istismar keyfiyyətlərinin formalaşması	19
1.3.	Məmulaların istehsal keyfiyyəti meyarları və onların qiymətləndirilməsi vasitələri	29
1.4.	İstehsal və istismar keyfiyyətləri arasındakı əlaqələr, onların qiymətləndirilməsi və idarə olunması	33
II.	MAŞINQAYIRMADAMƏMULUN KEYFİYYƏTİNİN FORMALAŞDIRILMASI PRİNSİPLƏRİ	46
2.1.	İstehsal keyfiyyətinin formalaşdırılması	47
2.1.1.	Məmulun keyfiyyətinin təmin edilməsi	52
2.2.	Keyfiyyəti formalaşdırma əlaqələri	54
2.2.1.	Texnoloji əlaqələr sistemi	59
2.2.2.	Mexaniki emalın keyfiyyət göstəricilərinin texnoloji əlaqələri	64
2.3.	İstehsal keyfiyyəti meyarlarının istismar göstəriciləri baxımından analizi	82
III.	İSTEHSAL VƏ İSTİSMAR KEYFİYYƏTLƏRİNİ QIYMƏTLƏNDİRMƏNİN YENİ ÜSUL VƏ VASİTƏLƏRİ	91
3.1.	İstehsal keyfiyyətini qiymətləndirmənin yeni üsul və vasitələri	91
3.1.1.	Keyfiyyət meyarını qəbul etmə əsasları və onun mahiyyəti	92
3.1.2.	İstehsal keyfiyyəti göstəricisi: keyfiyyət əmsalı	95
3.1.3.	Bir keyfiyyət parametrinin qiymətləndirilməsi	98
3.1.4.	Bir neçə keyfiyyət parametrinin qiymətləndirilməsi	103
3.2.	Keyfiyyət oxu	108
3.3.	Məmulun və onun istismarının keyfiyyət resursunun qiymətləndirilməsi	111

IV.	MƏMULLARIN İSTEHSAL VƏ İSTİSMAR KEYFİYYƏTLƏRİ ƏLAQƏLƏRİ VƏ ONLARIN İDARƏ EDİLMƏSİ	117
4.1.	Məmulaların istehsal və istismar keyfiyyətləri əlaqələrinin formalaşması xüsusiyyətləri	117
4.2.	İstehsal keyfiyyəti, istismar şəraiti və istismar göstəriciləri əlaqələri	119
4.3.	Məmul dəstinin istismar göstəricilərinin istehsal keyfiyyətindən asılılığının riyazi modeli	122
4.4.	Məmul dəstinin istehsal keyfiyyətini qiymətləndirmə meyarlarının işlənməsi	130
4.4.1.	İstismar şəraitinin istismar göstəricilərinə təsiri	137
V.	HƏNDƏSİ FORMA TEXNOLOJİ ƏLAQƏLƏRİNİ İDARƏ ETMƏKLƏ MÜRƏKKƏB PROFİLLİ FİRLANMA SƏTHLƏRİNİN HƏNDƏSİ FORMA DƏQİQLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ	140
5.1.	Hissələrin səthlərinin qarşılıqlı konstruktiv və mexaniki emal həndəsi forma əlaqələri	140
5.2.	Novun çevrəvi formasını təmin edən həndəsi forma texnoloji əlaqələrinin əsasları	143
5.3.	Novların burulğan üsulu ilə emal keyfiyyətini təmin etmənin əsasları	145
5.4.	Profilin emalı üçün həndəsi forma texnoloji əlaqələrinin burulğan üsulu ilə təmin edilməsi	149
5.4.1.	Novun çevrəvi formasını təmin edən həndəsi forma texnoloji əlaqələri riyazi modeli	150
5.5.	Həndəsi forma texnoloji əlaqələrini idarə etməklə burulğan üsulu ilə novkəsmənin texnoloji imkanlarının artırılması	154
5.6.	Novun burulğan üsulu ilə formalaşdırılmasında kəsmə sxemləri	157
5.7.	Dışli səthlərin iskənlənməsində isgənənin bəzi həndəsi parametrlərinin riyazi modelləri	159
5.8.	Dışli səthlərin iskənlənməsində həndəsi forma və texnoloji əlaqələrin idarə edilməsi ilə dəqiqliyin yüksəldilməsi	171

5.8.1	Həndəsi texnoloji əlaqələri idarə etməklə dişli çarxın həndəsi forma dəqiqliyinin yüksəldilməsi	177
5.9.	Dişli səthlərin iskənlənməsində texnoloji ölçü zəncirləri. Addım və diş qalınlığı dəqiqliyinin təmin edilməsi	178
VI.	TEXNOLOJİ ÖLÇÜ ƏLAQƏLƏRİNİ İDARƏ ETMƏKLƏ EMAL DƏQİQLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ	188
6.1.	Fırlanma yan səthlərində novların burulğan üsulu ilə kəsilməsində ölçü dəqiqliyinin təmin edilməsi	188
6.2.	Novun çevrəvi dəqiqliyinin təmin edilməsi əsasları	188
6.2.1.	Novun çevrəvi dəqiqliyinin formalaşdırılması özlilikləri	189
6.2.2.	Novun çevrəvi diametrlərinin vektor ölçü zəncirləri, onların analizi	191
6.3.	Çevrəvi ölçülərin dəqiqliyinə təsir edən xətlərin analizi, toplu xətlərin riyazi modelləri	196
6.4.	Novların dərinliyinin dəqiqlik araşdırılması	202
VII.	SƏTH NAHAMARLIĞININ KİNEMATİK TEXNOLOJİ ƏLAQƏLƏRİNİ İDARƏ ETMƏKLƏ MÜRƏKKƏB PROFİLLİ SƏTHLƏRİN EMAL KEYFİYYƏTİNİN VƏ SƏMƏRƏLİLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ	210
7.1.	Mexaniki emalla formalaşdırılan səthlərin nahamarlıq keyfiyyətlərinin təmin edilməsi əsasları	210
7.2.	Burulğan üsulu ilə kəsilmiş novların nahamarlıqları və onların kinematik toplananlarının riyazi modelləri	218
7.2.2.	Novun dib səthinin nahamarlığının kinematik toplananının riyazi modeli	221
VIII.	MAŞINQAYIRMADA YIĞMA DƏQİQLİYİNİN VƏ KEYFİYYƏTİN TƏMİN EDİLMƏSİ	227
8.1.	Yığma dəqiqliyi və maşınların etibarlılığı	227
8.2.	Yığma dəqiqliyinin təmin edilməsi üsulları	233
8.3.	Yığma dəqiqliyində ölçü əlaqələri modelləri	239
8.4.	Keyfiyyətin yaxşılaşdırılması mərhələləri və keyfiyyətin idarə edilməsinin təkmilləşdirilməsi	244

8.5.	Keyfiyyətin idarə edilməsi ISO 9000	248
	İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI	256
	İXTISARLARIN VƏ ŞƏRTİ İŞARƏLƏRİN SİYAHISI	268
	MÜNDƏRİCAT	272