

UOT 621.941.01

RPİ DƏZGAHLARINDA EMAL KEYFİYYƏTİ VƏ MƏHSULDARLIĞIN YÜKSƏLDİLMƏSİNİN ARAŞDIRILMASI

¹Yusubov N.D., ²Богатенков С.А., ¹Dadaşov R.Y., ¹Əzizli Z.M.

¹Azərbaycan Texniki Universiteti
AZ1073, Bakı şəh., H. Cavid pr., 25

²Cənubi Ural Dövlət Universiteti
Rusiya, Çelyabinsk şəh., Lenin pr., 76

E-mail: nizami.yusubov@aztu.edu.az, ser-bogatenkov@yandex.ru,
dadashov@aztu.edu.az, zerife.ezizli@aztu.edu.az

Xülasə. Məqalədə RPİ dəzgahlarında emal keyfiyyəti və məhsuldarlığın yüksəldilməsinin araşdırılması məsələsinə baxılmışdır. Qeyd edilmişdir ki, RPİ dəzgahlarında metal emalı əməliyyatları məhsuldarlığının, müasir istehsal üçün məhsulların keyfiyyəti və dəqiqliyinin artırılması mürəkkəb vəzifələrdən biridir, onun həlli istehsal avadanlıqlarının dəqiqliyi ilə əlaqədar bir sıra məsələlərin nəzərdən keçirilməsini tələb edir. Bu məqsədlə, RPİ dəzgahlarında emalın keyfiyyəti və dəqiqliyinə təsir edən əsas amillər araşdırılmış, RPİ dəzgahlarında detalların emal dəqiqliyi təhlil edilmişdir. Təhlillərin nəticələri əsasında hazırda müasir maşınqayırma müəssisələri üçün RPİ dəzgahlarının təkmilləşdirilməsi və istehsal olunan məhsulların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün prioritet fəaliyyət sahələrini formalaşdırmağa imkanların mövcudluğu göstərilmişdir. Detaiların istehsalı üçün texnoloji proseslərin layihələndirilməsi zamanı mümkün olan ən yüksək məhsuldarlıqla emal edilən səthin keyfiyyətini təmin etmək məsələsi, eləcə də məhsuldarlığı artırmaq üçün kəsmə prosesinin rəasional parametrlərinin seçilməsi həll olunan ən vacib məsələlərdən biri kimi tövsiyə edilmişdir.

Abstract. In the article, the issue of researching the improvement of machining quality and productivity on CNC machines was considered. It was noted that increasing the productivity of metal processing operations on CNC machines, the quality and accuracy of products for modern production is one of the complex tasks. Its solution involves consideration of a number of issues related to the accuracy of production equipment. For this purpose, the main factors affecting the quality and accuracy of machining on CNC machines were investigated, and the machining accuracy of parts on CNC machines was analyzed. Based on the results of the analysis, it has been shown that there are opportunities to form priority areas of activity for the improvement of CNC machines and the improvement of the quality of manufactured products for modern machine-building enterprises. During the design of technological processes for the production of parts, the issue of ensuring the quality of the machined surface with the highest possible productivity, as well as the selection of rational parameters

of the cutting process to increase productivity, was recommended as one of the most important issues to be resolved.

Аннотация. В статье рассмотрена задача повышения качества обработки и производительности на станках с ЧПУ. Отмечено, что повышение производительности операций по обработке металла на станках с ЧПУ, качества и точности изделий является одной из сложных задач для современного производства, решение которой предполагает рассмотрение ряда вопросов, связанных с точностью технологического оборудования. С этой целью были исследованы основные факторы, влияющие на качество и точность обработки на станках с ЧПУ, а также проанализирована точность обработки деталей на станках с ЧПУ. По результатам анализа показано, что существуют возможности для формирования приоритетных направлений деятельности по совершенствованию станков с ЧПУ и повышению качества выпускаемой продукции для современных машиностроительных предприятий. При проектировании технологических процессов изготовления деталей задача обеспечения качества обрабатываемой поверхности при максимально возможной производительности, а также выбор рациональных параметров процесса резания для повышения производительности, была рекомендована как одна из основных, наиболее важных решаемых задач.

Açar sözlər: RPI dəzgahlarında emal dəqiqliyi, emal keyfiyyəti, emal məhsuldarlığı, istehsal texnologiyası, RPI dəzgahlarının dəqiqliyi

Key words: Machining accuracy on CNC machines, machining quality, machining productivity, production technology, precision of CNC machines

Ключевые слова: Точность обработки на станках с ЧПУ, качество обработки, производительность обработки, технология производства, точность станков с ЧПУ

Giriş. Müasir maşınqayırmada rəqəmli proqramla idarəetmə (RPI) dəzgahları geniş tətbiq tapmışdır. Çünki belə dəzgahlar köməkçi vaxtın azalması və kəsmə rejimlərinin intensivləşdirilməsi ilə əlaqəli yüksək məhsuldarlıq və istehsal çevikliyini təmin edir. Nəticədə hazır məhsulların maya dəyərinin aşağı salınmasına şərait yaranır. RPI dəzgahlarında pəstahların emalı zamanı bərk xəlitələrlə təchiz edilmiş kəsici alətdən istifadə edərkən, kəsmə sürətini əl ilə idarə olunan dəzgahlarda çətin mümkün olan qiymətlərə qədər artırmağa imkan yaranır.

Lakin RPI avadanlıqlarının tətbiqi bir sıra məsələlərin həllini nəzərdə tutur: kadr hazırlığı, istehsal texnologiyasının təkmilləşdirilməsi, sürətli sazlama sistemlərinin istifadəsi və s. [1]. Bundan əlavə, metal emalı əməliyyatlarının məhsuldarlığının, müasir istehsal üçün məhsulların keyfiyyətinin və dəqiqliyinin artırılması mürəkkəb vəzifələrdən biridir ki, onun həlli istehsal avadanlıqlarının dəqiqliyi ilə əlaqədar bir sıra məsələlərin nəzərdən keçirilməsini nəzərdə tutur [2].

Hal-hazırda mexaniki emalın dəqiqliyinin yüksəldilməsi maşınqayırma texnologiyası və kəsmə nəzəriyyəsinin ən aktual məsələlərindən və maşınqayırma istehsalının prioritet sahələrindən biridir. RPI sistemləri ilə təchiz edilmiş avadanlıqların yüksək yerdəyişmə diskretliyinə, kəsici alətin hərəkət trayektoriyasının korreksiyası funksiyasına, kəsici tilin yeyilməsinin nəzərə alınması və digər texniki imkanlaramalilik olmasına baxmayaraq, emal dəqiqliyi həmişə müəyyən edilmiş tələblərə uyğun gəlmir.

Yuxarıda göstərilənlərin hamısı ilə əlaqədar olaraq, RPI dəzgahlarında pəstahın emal keyfiyyətinə və dəqiqliyinə təsir edən amilləri nəzərə almaq vacib və zəruri görünür.

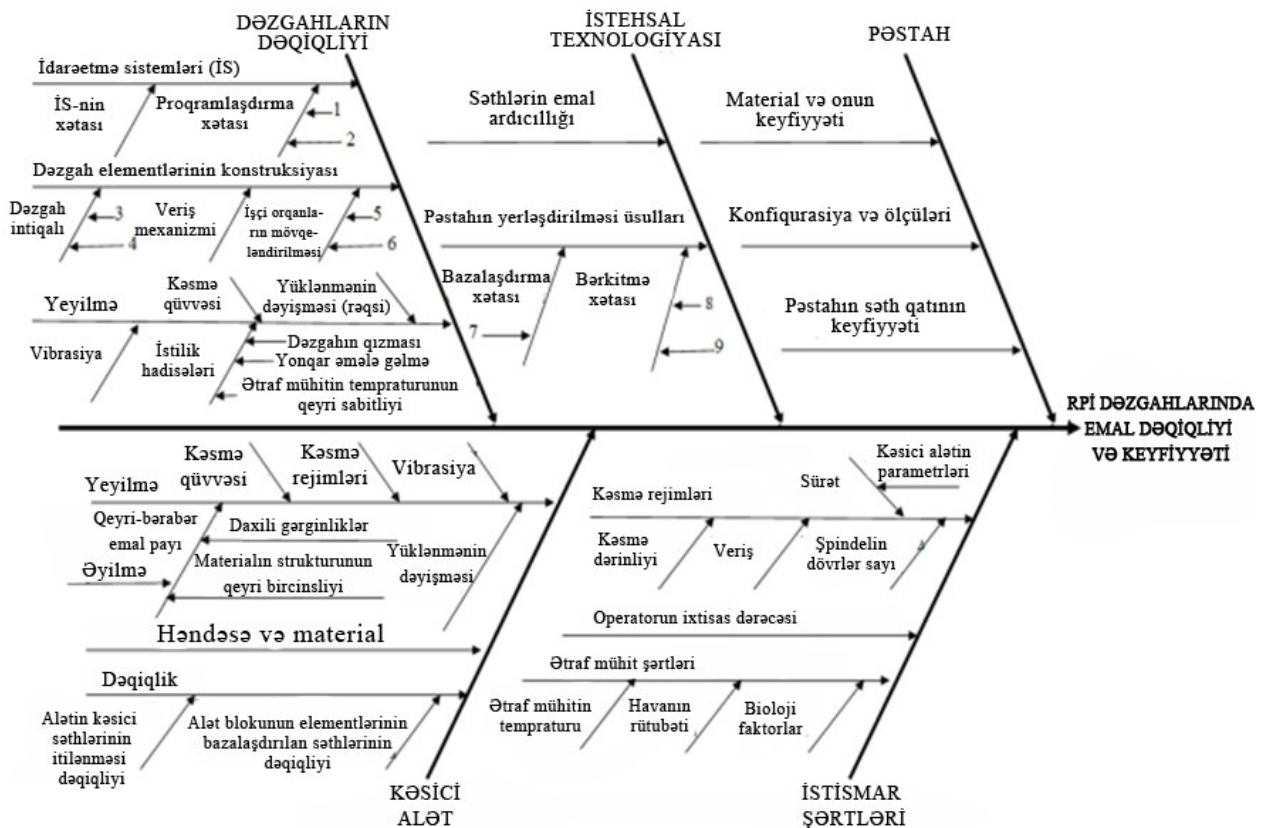
RPI dəzgahlarında mexaniki emalın dəqiqliyinə təsir edən amillər. Yuxarıda göstərilən problemin həlli yalnız istehsala aşağıdakı elementləri özündə cəmləşdirən bir sistem kimi baxıldıqda mümkündür: işçi heyəti, maşın və avadanlıqlar, məhsul, idarəetmə və nəzarət, onların hər biri istehsal prosesi zamanı baş verən və hazır məhsulun dəqiqliyinə və keyfiyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərən xətalara minimuma endirməyə yönəldilmişdir. Nəticədə müştəri məmnuniyyətinə və bütövlükdə müəssisənin rəqabət qabiliyyətinə nail olmaq olur. RPI dəzgahlarında emal keyfiyyətinə

və dəqiqliyinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edən əsas amillər şəkil 1-də səbəb-nəticə əlaqələrinin diaqramı şəklində göstərilmişdir.

Bir çox tədqiqatçılar [1, səh. 165; 2, səh.129-130; 3-16] kəsmə qüvvələr, istilik hadisələri, kəsici alətin yeyilməsi nəticəsində yaranan xətlərin emal xətasına təsirini kritik hesab edir. Belə ki, məhz bu xətlər həm dəzgahın icra orqanlarının, həm də emal olunan pəstahın forma və fəza vəziyyətinin dəyişməsinə səbəb olur [3, səh. 41-43].

Emal dəqiqliyinə təsir edən əsas amilləri nəzərdən keçirək.

Dəzgahların dəqiqliyi. Verilən yerdəyişmənin dəqiqliyi idarəetmə sistemi və dəzgahın müvafiq elementlərinin konstruksiyaları ilə müəyyən edilir. Öz növbəsində, idarəetmə sisteminin dəqiqliyinə hesablama nəticələrinin yuvarlaqlaşdırılmasından (şəkil 1 (1)) və kəsici alətin ucundakı (təpəsindəki) radiusun təsirindən (şəkil 1) ibarət olan proqramlaşdırma xətası təsir göstərir. (2)). Dəzgah elementlərinin konstruksiyasını nəzərdən keçirsək, onda xüsusi yeri burada dəzgah inteqalı, veriş mexanizmi və avadanlığın işçi orqanlarının mövqeləndirilməsi tutur. Dəzgah inteqalının xətası idarəetmə proqram sistemi (şəkil 1(3)) və dəzgahın işçi orqanlarının veriş inteqallarının konstruksiyalarının dəqiqliyi (şəkil 1(4)) ilə müəyyən edilir.



Şəkil 1. RPI dəzgahlarında emalın keyfiyyətinə və dəqiqliyinə təsir edən əsas amillər [7]

Mövqeləndirmə xətası isə dəzgahın işə salınması və dayandırılması zamanı istiqamətləndiricilərdə sürtünmə qüvvələrinin qeyri-sabitliyi (şəkil 1(5)) və momentləri (şəkil 1 (6)) nəticəsində baş verir [4, səh. 91].

Dəzgahın dəqiqliyinə təsir edən müəyyən edilmiş amillər arasında xüsusi yer onun güc və istilik hadisələri, həmçinin vibrasiya və yük dəyişmələri (rəqsləri) nəticəsində yaranan yeyilməsidir.

Kəsmə qüvvələri istənilən kəsmə prosesində baş verir və həmişə emal dəqiqliyinə təsir göstərir. Belə qüvvələr həm avadanlıqların, həm də alət elementlərinin elastik deformasiyalarına (yerdəyişmələrinə), pəstahın deformasiyalarına (yerdəyişmələrinə) səbəb olur. Onların təsirini azaltmaq üçün əsas istiqamət çatı, supportlar və şpindellərin sərtliyinin artırılmasıdır. İstilik həm yonqarın əmələ gəlməsi prosesində, həm də dəzgahın mühərriklərdən, elektronikadan qızması nəticəsində, həmçinin dəzgahın funksional məqsədlərinə uyğun olaraq işlədiyi otaqların temperaturunun qeyri-sabitliyi səbəbindən ayrılır. Bütün bunlar texnoloji sistemin elementlərinin istilik deformasiyalarına və emalın verilən qiymətlərdən kənara çıxmasına səbəb olur. Bu amillərin əksəriyyətinin minimuma endirilməsi hazırda kəsmə zonasında yağlayıcı-soyuducu vasitələrin (mayelərin) bol istifadəsi səbəbindən baş verir, dəzgahların qızmasına sensorlar tərəfindən nəzarət olunur və dəzgahın RPİ qurğusu ilə kompensasiya edilir. Güc və istilik amillərinin pəstaha təsiri onda qalıq gərginliklərin yaranmasına səbəb olur ki, bu da emaldan sonra zaman keçdikcə detalın əyilməsinə, yəni forma və ölçülərinin dəyişməsinə səbəb ola bilər.

Kəsici alət. Avtomatik rejimdə emalı həyata keçirən RPİ dəzgahları üçün alətin keyfiyyətinə olan tələblər, dəqiqliyi və emal keyfiyyətini müəyyən edən amil kimi əhəmiyyətli dərəcədə artır. Alət blokunun elementlərinin baza səthlərinin dəqiqliyi, eləcə də alətin kəsici hissələrinin itilənməsinin dəqiqliyi emal nəticəsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Alətin həndəsəsinin dəyişdirilməsi hesablanmış trayektoriyanın təhrif edilməsi səbəbindən emal zamanı xətalara, itiləmənin keyfiyyətsizliyi isə kəsici qüvvələrin artmasına, kələ-kötürlüyün pisləşməsinə, vibrasiyaya və hesablanmış emal şəraitindən digər kənara çıxmalara səbəb ola bilər.

Əhəmiyyətli meyarlardan biri alətin *davamlılığıdır*. Alətin davamlılığını proqnozlaşdırmaq üçün alət istehsalçıları təkliif etdiyi kəsmə rejimləri ilə əlaqədar məlumat xarakterli tövsiyələrinə ciddi riayət etmək lazımdır. Ən əhəmiyyətli problemlər dəyişən yüklə kəsilən (fasilələrlə) emal zamanı yaranır (məsələn, frezeləmə, dişfrezləmə, eksantrik yonma və s.). Belə emalın xüsusiyyəti, kəsilən qat kəsiyində yükün dəyişən qiymətilə kəsilməsidir. Kəsmə qüvvəsi dəyişdikdə yükün dəyişməsi vibrasiyaya, səth təbəqəsinin kələ-kötürlülüynun artmasına və ölçü dəqiqliyinin azalmasına, alətin kəsici səthinin yeyilməsinin artmasına və onun davamlılığının azalmasına səbəb olur. Bundan əlavə, alətin davamlılığının azalması bir sıra digər amillərlə də əlaqədardır, bunlara aşağıdakılar daxildir: material strukturunun qeyri-bircinsliyi, daxili gərginliklər, əyilmə - formalaşmış səthlərdə emal payının qeyri-bərabər paylanmasına təsir edir [1, səh. 165]. Nəticədə, bu amillərin təsiri məhsuldarlığın azalmasına və müəyyən edilmiş tələblərə cavab verməyən məhsulların istehsalına səbəb olur.

Pəstah və istehsal texnologiyası. Yerləşdirmə üsulları və səthlərin emal ardıcılığı, emal olunan materialın keyfiyyəti, pəstahın ölçüləri və konfiqurasiyası emalın dəqiqliyinə və məhsuldarlığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Emal olunan səthin xətasının qiymətinə əhəmiyyətli dərəcədə texnoloji və konstruktiv bazaların üst-üstə düşməməsindən yaranan baza xətası (şəkil 1 (7)) və bərkitmə qüvvəsinin qiymətinin (şəkil 1 (8)) və pəstahın səth qatının keyfiyyətinin (şəkil 1(9)) dəyişməsindən (rəqsindən) yaranan yerləşdirmə xətası daxildir [4, səh. 90]. Bu xətalər dəzgahın müvafiq sazlamaları ilə, həmçinin pəstahın yerləşdirmə səthlərinin ilkin emalı ilə azaldıla bilər.

İstismar şərtləri. Texnoloji sistemin funksional təyinatını qorumaq və hazır hissələrin yüksək dəqiqliyini və keyfiyyətini təmin etmək qabiliyyəti konkret detalların tipləri üçün rəasional kəsmə rejimlərinin seçimini, onların normal işləməsi üçün şəraitin təmin edilməsi məqsədilə RPİ dəzgah istehsalçıları tövsiyələrinə ciddi riayət etməyi əhatə edən istismar şərtlərindən, o cümlədən: sabit ətraf mühit temperaturunun, havanın rütubətinin və mikrobioloji mühitin saxlanmasıdan asılıdır. Bundan əlavə, operatorun ixtisas dərəcəsi texnoloji prosesin son nəticəsinə birbaşa təsir göstərir.

RPİ dəzgahlarında detalların emal dəqiqliyinin təhlili. RPİ dəzgahlarının texnoloji imkanları əməliyyatların yüksək konsentrasiyasını təşkil etməyə və pəstahların yüksək dəqiqliklə emalını təmin etməyə imkan verir. RPİ dəzgahlarının dəqiqliyi normalaşdırılır və bütün növ metalkəsmə dəzgahları üçün ümumi olan müvafiq yoxlamalar zamanı aşkar edilir. Bundan əlavə, RPİ dəzgahları üçün əlavə yoxlamalar aparılır:

- dəzgahın işçi orqanlarının xətti mövqelənmələrinin (yerdəyişmələrinin) düzgünlüyü;
- qeyri-həssas zonanın qiyməti (hərəkət istiqamətini dəyişdirərkən dəzgahın işçi orqanlarının yerdəyişmələrində geriləmə);
- dəzgahın işçi orqanlarının verilmiş nöqtəyə qayıtmasının dəqiqliyi;
- avtomatik dəyişdirildikdən sonra alətlərin vəziyyətinin sabitliyi.

RPİ dəzgahının dəqiqliyinin əsas göstəricilərindən biri dəzgahın işçi orqanlarını sazlama vəziyyətinə gətirdikdə onların minimum yerdəyişmələrini təyin edən koordinatlar üzrə hesablamaların diskretliyidir. Bununla belə, diskretliyin qiyməti Δ_{δ} ölçülərin səpələnmə sahələrinin yalnız bir təşkil edicisidir. Buna görə də RPİ dəzgahlarında koordinatlar üzrə emalın faktiki dəqiqliyi diskretliyinin qiymətindən aşağıdır [4, səh. 89, 17, 18].

Pəstahların konfigurasiyası və ölçüləri, materialın keyfiyyəti, yerləşdirmə üsulları və səthlərin emal ardıcılığı, kəsici alətin həndəsəsi, kəsmə rejimləri emalın dəqiqliyinə və məhsuldarlığına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Əl ilə idarə olunan dəzgahlara analogi olaraq RPİ dəzgahında emal dəqiqliyinin balansı aşağıdakı asılılıq ilə müəyyən edilir [4]:

$$\Delta_{\delta} = k \sqrt{\varepsilon_{yer}^2 + \Delta_{\delta, saz}^2 + \Delta_{\delta, RPİ}^2 + \Delta_{\delta, ey}^2} \quad (1)$$

burada ε_{yer} – yerləşdirmə xətası sahəsi; $\Delta_{\delta, saz}$ – sazlama xətası sahəsi; $\Delta_{\delta, RPİ}$ – RPİ sisteminin xətası sahəsi; $\Delta_{\delta, ey}$ – elastiki deformasiyalardan ölçülərin xətası sahəsidir.

Yerləşdirmə xətası sahəsi detalın emal olunan səthlərinin xətalının qiymətlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir,

$$\varepsilon_{yer} = \sqrt{\varepsilon_{baz}^2 + \varepsilon_{bər}^2 + \varepsilon_{tər}^2} \quad (2)$$

burada ε_{baz} - texnoloji və konstruktiv bazalarının uyğunsuzluğundan yaranan bazalaşdırma xətası sahəsi; $\varepsilon_{bər}$ - bərkitmə qüvvəsinin qiymətinin və pəstahın səth qatının keyfiyyətinin dəyişməsi nəticəsində yaranan bərkitmə xətası sahəsi; $\varepsilon_{tər}$ - tərtibatın hazırlanması, onun elementlərinin yerləşdirilməsi və istismar zamanı yeyilməsi nəticəsində yaranan xəta sahəsidir.

RPİ dəzgahlarında texnoloji proseslərin işlənilib hazırlanmasında ε_{yer} yerləşdirmə xətası sahəsinin təşkilədicilərinin qiymətlərini azaltmaq üçün texnoloji və konstruktiv bazaları üst-üstə salmağa çalışmaq lazımdır, bu halda $\varepsilon_{baz} = 0$ olacaqdır. $\varepsilon_{bər}$ bərkitmə qüvvəsinin qiymətinin və pəstahın səth qatının keyfiyyətinin dəyişməsi nəticəsində yaranan bərkitmə xətası sahəsinin qiyməti detalın yerləşdirmə səthlərinin ilkin emalı hesabına azaldılır. $\varepsilon_{tər}$ tərtibatın hazırlanması, onun elementlərinin yerləşdirilməsi və istismar zamanı yeyilməsi nəticəsində yaranan xəta sahəsi qiyməti isə dəzgahın uyğun sazlanması ilə aradan qaldırıla bilər.

RPİ torna qrupu dəzgahlarında val tipli pəstahlarını emal edərkən, ε_{yer} yerləşdirmə xətası sahəsi, əsasən mərkəz dəşiklərinin hazırlanması dəqiqliyindən asılıdır. Mərkəz dəşiklərinin dərinliyinin müsaidəsi valın oxboyu ölçülərinin müsaidələrinə baza xətası kimi daxil edilir. Mərkəz dəşiklərinin dairəvilikdən sapması eninə kəsikdə valın emal olunmuş səthlərinin forma dəqiqliyinə təsir göstərir.

$\Delta_{\delta, saz}$ sazlama xətası sahəsi dominant xətalər kateqoriyasına aiddir. Kəsici alətlər dəzgahdan kənarda alət bloklarında əvvəlcədən quraşdırılır və sonra dəzgahda emal dövrünün (tsiklinin) başlanğıc nöqtəsi olan sıfır nöqtəsinə uyğunlaşdırılır.

Bu halda, sazlama xətası sahəsi dörd təşkilədicidən asılıdır [4]:

$$\Delta_{\delta, saz} = k \sqrt{\Delta_{\delta, a.s}^2 + \Delta_{\delta, a.b}^2 + \Delta_{\delta, a.f}^2 + \Delta_{\delta, a.ölçmə}^2} \quad (3)$$

Burada $\Delta_{\delta.a.s}$ - blokda alətin ilkin sazlanma xətası sahəsi; $\Delta_{\delta.a.b}$ - blokun dəzgahda yerləşdirmə xəta sahəsi; $\Delta_{\delta.a.f}$ - fırlanan alət tutqacı və ya dəzgahın revolver başlığının fiksasiyası xətası sahəsi; $\Delta_{\delta.a.\delta l\check{c}m\grave{a}}$ – dəzgahın sazlanmasının zamanı ölçmə xətası sahəsidir.

$\Delta_{\delta.RP\check{I}}$ RPİ sisteminin xətası səbəbi ilə hissənin ölçü xətası $\Delta_{\delta.x}$ idarəetmə proqramlarının hazırlanması xətasından və onların $\Delta_{\delta.y.yet}$ oxunması və yerinə yetirilməsi xətası təşkilədicilərindən ibarətdir. Birinci $\Delta_{\delta.x1}$ təşkilədicisi $\Delta_{\delta.p.x}$ proqramlaşdırma xətalarından və $\Delta_{\delta.i.x}$ interpolasiya xətasından asılıdır [4].

$$\Delta_{\delta.1x} = k \sqrt{\Delta_{\delta.p.x}^2 + \Delta_{\delta.i.x}^2} \quad (4)$$

Burada $\Delta_{\delta.p.x}$ - proqramlaşdırma xətası sahəsi; $\Delta_{\delta.i.x}$ - interpolasiya xətası sahəsidir.

İkinci $\Delta_{\delta.x2}$ təşkilədicisi dəzgahın $\Delta_{\delta.di.x}$ intiqal, $\Delta_{\delta.vm.x}$ veriş mexanizmi və $\Delta_{\delta.iom\delta v.x}$ mövqeləndirmə xətaları ilə formalaşır.

$$\Delta_{\delta.2x} = k \sqrt{\Delta_{\delta.di.x}^2 + \Delta_{\delta.vm.x}^2 + \Delta_{\delta.iom\delta v.x}^2} \quad (5)$$

burada $\Delta_{\delta.di.x}$ – dəzgah intiqalının xətası sahəsi; $\Delta_{\delta.vm.x}$ – veriş mexanizminin xətası sahəsi;

$\Delta_{\delta.iom\delta v.x}$ – dəzgahın işçi orqanlarının mövqeləndirmə xətası sahəsidir.

$\Delta_{\delta.p.x}$ proqramlaşdırma xətası approssimasiya (yaxınlaşma), hesablama nəticələrinin yuvarlaqlaşdırılması və kəsici alətin ucundakı (təpəsindəki) radiusun təsiri xətalarından ibarətdir. Onların əmələ gəlmə ehtimalını nəzərə alsaq, o zaman onları dəqiqlik balansından qismən çıxarmaq olar.

$\Delta_{\delta.di.x}$ dəzgah intiqalının xətası dəzgahın işçi orqanlarının veriş intiqallarının konstruksiyası və idarəetmə proqram sisteminin dəqiqlikləri ilə müəyyən edilir.

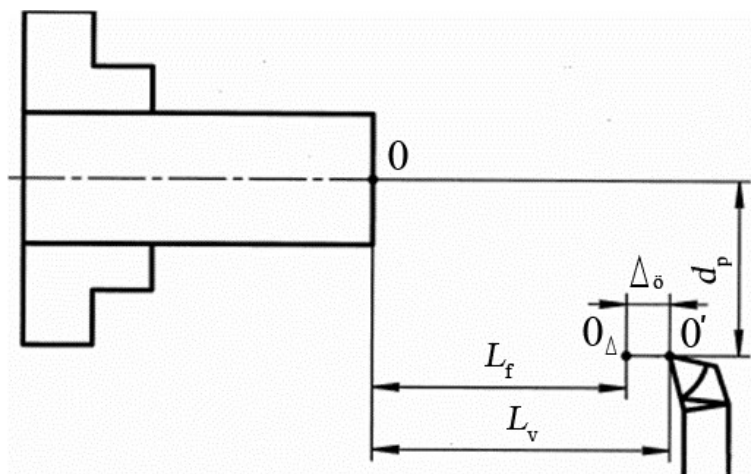
$\Delta_{\delta.vm.x}$ veriş mexanizminin xətası gediş vintinin hazırlanma xətası, kürə-vint cütünün boşluqlarının olması və əks əlaqə sensorlarına nisbətən ötürücü və reduktorların dişli çarxlarının yığılmış səhvi ilə şərtlənir.

$\Delta_{\delta.iom\delta v.x}$ dəzgahın işçi orqanlarının mövqeləndirmə xətası dəzgahı işə salarkən və dayandırarkən istiqamətləndirilməkdə sürünmə qüvvələri və momentlərinin qeyri-sabitliyi nəticəsində baş verir.

Alətin sazlama vəziyyətinin və onun hərəkət trayektoriyasının korreksiyası, eyni detallar dəstini dəzgahda emal edərkən, emalın cəm xətasının hissənin ölçüləri üzrə müəaidələrini aşmaq ehtimalı olduqda lazımdır. Adaptiv idarəetmə sistemlərinin istifadəsi bu problemi həll etməyə və bununla da emalın dəqiqliyini yaxşılaşdırmağa və ya yüksəltməyə imkan verir.

RPİ dəzgahlarında təmiz emal dəqiqliyi balansının hesablanması, L_f sazlama ölçüsünün faktiki qiymətinin L_v vermiş qiymətdən Δ_{δ} sapmasını təyin etməyə imkan verir. Sazlama ölçüsünün L_v qiymətinə uyğunlaşdırılması (korreksiyası) aşağıdakı kimi həyata keçirilir (şəkil 2). Dəstin birinci detalını emal etdikdən sonra dəqiqlik balansı hesablanır və nəticədə alınan Δ_{δ} qiyməti sazlama ölçüsünün $\Delta_{s,\delta}$ müəaidə sahəsinin qiyməti ilə müqayisə edilir.

Δ_{δ} qiyməti sazlama ölçüsünün $\Delta_{s,\delta}$ müəaidə sahəsinin qiymətindən çox olarsa, idarəetmə sistemi dəzgahın veriş intiqalı tərəfindən yerinə yetirilən, faktiki və verilən sazlama ölçüsünün bərabərliyini təmin etmək üçün lazım olan korreksiya edici impulsların sayını müəyyən edir.



Şəkil 2. Sazlama sxeminin yenidən sazlanması sxemi [4]

Nəticə.

1. RPI dəzgahlarında pəstahların mexaniki emal dəqiqliyinə təsir edən amillərin nəzərdən keçirilməsi dəzgahın dəqiqliyi, kəsici alətin keyfiyyəti, pəstah və istehsal texnologiyası, habelə istismar şərtləri daxil olmaqla ən əhəmiyyətli olanları müəyyən etməyə imkan verdi. Təhlillərin nəticələri müasir maşınqayırma müəssisələri üçün dəzgahların təkmilləşdirilməsi və istehsal olunan məhsulların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün ən prioritet fəaliyyət sahələrini formalaşdırmağa imkan verəcəkdir.
2. Müasir maşınqayırmanın ən mühüm məsələlərindən biri maşın detallarının emalının səmərəliliyinin artırılmasıdır. Bu məsələnin həlli zaman detalların səth qatının verilmiş keyfiyyət səviyyəsində ən yüksək emal məhsuldarlığına nail olmaq da daxildir. Mümkün olan ən yüksək məhsuldarlıqla işlənmiş səthin keyfiyyətini təmin etmək detalların istehsalı üçün texnoloji proseslərin layihələndirilməsi zamanı həll olunan ən vacib məsələdir.
3. Məhsuldarlığı artırmaq üçün ehtiyatlardan biri kəsmə prosesinin rəasional parametrlərinin seçilməsidir. Bu baxımdan, verilmiş emal şərtləri və emal olunan səthlərin keyfiyyətinə olan tələblər üçün maksimum məhsuldarlığı təmin edən optimal kəsmə rejimlərinin parametrlərinin tədqiqi aktuallaşır.

Ədəbiyyat

1. Кузнецов А.С. Технологическое обеспечение точности при обработке на станках с ЧПУ / А.С. Кузнецов, А.А. Дроздов // Современные проблемы науки и образования (Пенза). [Электронный ресурс] – №2, 2015. – с. 165- 170. – Режим доступа. – URL: [http:// Elibrary.ru](http://Elibrary.ru).
2. Максимов Ю.В. К вопросу об обеспечении точности обработки на станках с ЧПУ // Ю.В. Максимов, А.А. Бекаев, М.А. Надольский, А.В. Прохоров // Известия Московского государственного технического университета (МАМИ, Москва). [Электронный ресурс] – Том2, №2(14), 2012. – с. 129- 130. – Режим доступа. – URL: <http:// Elibrary.ru>.
3. Некрасов Р.Ю. Структура и принципы работы интеллектуальной системы управления обработкой на станках с ЧПУ / Р.Ю. Некрасов, А.И. Стариков, И.В. Соловьев, О.В. Бекарева // Технология и материалы. - №4, 2015. – с. 41-48.
4. Неизвестных А.Г. Анализ точности обработки деталей на станках с ЧПУ / А.Г. Неизвестных, Е.Г. Крылов // Известия Волгоградского государственного технического университета (Волгоград). [Электронный ресурс] – Том 4, №9(47), 2008. – с. 89-91. – Режим доступа. – URL: <http:// Elibrary.ru>.

5. Лысенко А.Ф. К оценке погрешности обработки деталей при интеллектуальном управлении станком / А.Ф. Лысенко, А.И. Изюмов, О.В. Гончаров // Вестник донского государственного технического университета (Ростов-на-Дону). [Электронный ресурс] – Том 14, №3(78), 2014. – с. 96-102. – Режим доступа. – URL: <http://elibrary.ru>.
6. Системный подход к ротационному резанию при получении порошковых материалов / В.Г. Шаламов, С.Д. Сметанин // Металлообработка. - 2013. - № 2. - с. 23-26.
7. Темпель Ю.А., Темпель О.А. Особенности и факторы, оказывающие влияние на точность механической обработки на станках с ЧПУ / Новые технологии - нефтегазовому региону. Материалы Международной научно-практической конференции. Том II. 2016 Издательство: Тюменский индустриальный университет (Тюмень): 2016, с. 265-270
8. Юсубов, Н.Д. Повышение эффективности многоинструментной обработки на станках-автоматах токарной группы: / диссертация доктора технических наук, специальность 05.02.08 – Технология машиностроения. / – Баку, 2009. – 424 с.
9. Yusubov, N., Abbasova, H., Khankishiyev, I. Entwicklung einer Projektierungstheorie für die Mehrwerkzeuggestaltung mit den Möglichkeiten der modernen CNC-Werkzeugmaschinen // – Germany: Forschung im Ingenieurwesen, – 2021. No.85, – p. 661–678.
10. Yusubov N.D., Abbasova H.M. Full-factor matrix model of accuracy of dimensions performed on multi-purpose CNC machines // – Moscow: *Obrabotka metallov (tehnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science*, – 2021, 23(4), – p. 6-20.
11. Yusubov, N.D., Movlazade, V.Z., Abbasova, H.M. Research of sensitivity of full-factor models of scattering fields of dimensions performed in multi-tool machining // The 8th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COİA 2022), – Baku, Azerbaijan: – 24-26, – 2022, –vol. II, – pp. 480-482.
12. Yusubov, N.D., Abbasova, H.M. Models for Machining Accuracy in Multi-Tool Adjustment // - Pekan, Pahang, Malaysia: International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME), – 2020. 17 (3), – p. 8067-8085.
13. Кошин, А.А., Юсубов, Н.Д. Элементы матричной теории точности многоинструментной обработки в пространственных наладках // – Челябинск: Вестник машиностроения, – 2013. №9, – с. 13-17.
14. Юсубов, Н.Д. Многоинструментная обработка на станках - автоматах токарной группы (Матричная теория точности многоинструментной обработки на современных станках с ЧПУ токарной группы) / Н. Д. Юсубов. – Саарбрюккен: AV Akademikerverlag GmbH & Co. KG / LAP LAMBERT Academic Publishing, – 2013, – 256 с.
15. Юсубов, Н.Д. Основы матричной теории точности многоинструментной токарной обработки (Принципы и структура теории, проектирования и управления процессами многоинструментной обработки) / Н.Д. Юсубов. – Саарбрюккен: OmniScriptum GmbH & Co. KG / LAP LAMBERT Academic Publishing, – 2013. – 216 с.
16. Юсубов, Н.Д., Аббасова, Г.М. Управление обработкой при многоинструментной двухсуппортной наладке // – Москва: Вестник машиностроения, – 2020. №3, – с. 67-73.
17. Комиссаров, В.И. Точность, производительность и надежность в системах проектирования технологических процессов / В.И. Комиссаров, В.И. Леонтьев. – М.: Машиностроение, 1985. – 425 с.
18. Соломенцев, Ю.М. Управление гибкими производственными системами / Ю.М. Соломенцев, В.Л. Сосонкин. – М.: Машиностроение, 1985. – 352

Мəqalə qəbul olunub: 26.09.23
Təvsiyə edib: prof. Məmmədov A.T.