

UOT 621.941.01

RPİ DƏZGAHLARINDA YERİNƏ YETİRİLƏN TEXNOLOJİ ƏMƏLİYYATLARIN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

¹Yusubov N.D., ¹Bədəlova B.B., ²Salmanov İ.S.

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

²Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18

E-mail: nizami.yusubov@aztu.edu.az, ibraqim.salmanov@gmail.com

Xülasə. Məqalədə RPİ dəzgahlarında yerinə yetirilən texnoloji əməliyyatların layihələndirilməsinin xüsusiyyətləri göstərilmişdir. Bu zaman RPİ dəzgahlarında hissələrin emal texnoloji proseslərinin layihələndirilməsinin xüsusiyyətləri, RPİ dəzgahları üçün marşrut texnologiyasının işlənməsi, müxtəlif qrup hissələrin emalı üçün avadanlıqların seçilməsi, texnoloji keçidlərin layihələndirilməsi, torna dəzgahları qrupu üçün idarəetmə proqramlarının avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri, integrasiya edilmiş avtomatlaşdırılmış proqramlaşdırma sistemləri, integrasiya edilmiş avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərində RPİ torna dəzgahları qrupu üçün idarəetmə proqramlarının hazırlanması modulları, RPİ torna dəzgahları qrupu üçün idarəetmə proqramlarının hazırlanmasının xüsusişdirilmiş sistemləri araşdırılmış, RPİ dəzgahlarında hissənin emalı üçün texnoloji prosesin layihələndirilməsinin onun əl ilə idarə olunan dəzgahlarda işlənməsindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənən cəhətlərinə baxılmışdır. Avtomatlaşdırılmış istehsal şəraitində RPİ dəzgahları üçün idarəetmə proqramının yaradılması istehsalın texnoloji hazırlığı sisteminin ən mühüm məsələsi olduğu qeyd edilmiş və sonda araşdırmanın nəticəsi olaraq müddəalar sistemləşdirilmişdir.

Abstract. The article shows the design features of technological operations performed on CNC machines. At the same time, the features of the design of technological processes for machining parts on CNC machines, the development of route technology on CNC machines, the choice of equipment for processing various groups of parts, the design of technological transitions, automated design systems for control programs for machine tools of the turning group, integrated automated programming systems, modules for the preparation of control programs for CNC machines of the turning group in integrated CAD systems, specialized systems for the preparation of control programs for CNC machines of the turning group, the features of designing the technological process of machining parts on CNC machines, which differ significantly from its development on machines with manual control, are considered. It is noted that the creation of control programs for CNC machines in the conditions of automated production is the most important issue of the system of technological preparation of production, and, at the end, as a result of the study, the provisions were systematized.

Аннотация. В статье показаны особенности проектирования технологических операций, выполняемых на станках с ЧПУ. При этом изучены особенности проектирования технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ, разработка маршрутной технологии на станках с ЧПУ, выбор оборудования для обработки различных групп деталей, проектирование технологических переходов, системы автоматизированного проектирования управляющих программ для станков токарной группы, интегрированные системы автоматизированного программирования, модули подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ токарной группы в интегрированных САПР, специализированные системы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ токарной группы, рассмотрены особенности проектирования технологического процесса обработки деталей на станках с ЧПУ, существенно отличающиеся от его разработки на станках с ручным управлением. Отмечено,

что создание управляющих программ для станков с ЧПУ в условиях автоматизированного производства является важнейшим вопросом системы технологической подготовки производства, и, в конце, в результате исследования были систематизированы положения.

Açar sözlər: RPI dəzgahları, texnoloji əməliyyatların layihələndirilməsi, keçidlərin layihələndirilməsi, idarəetmə proqramları, integrasiya edilmiş avtomatlaşdırılmış proqramlaşdırma sistemləri, idarəetmə proqramlarının hazırlanması modulları

Key words: CNC machines, design of technological operations, design of transitions, control programs, integrated automated programming systems, control program preparation modules

Ключевые слова: станки с ЧПУ, проектирование технологических операций, проектирование переходов, управляющие программы, интегрированные системы автоматизированного программирования, модули подготовки управляющих программ

RPI dəzgahlarında hissələrin emal texnoloji proseslərinin layihələndirilməsinin xüsusiyyətləri. RPI dəzgahlarında hissənin emalı üçün texnoloji prosesin (TP) layihələndirilməsi onun əl ilə idarə olunan (Əİ) dəzgahlarda işlənməsindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. RPI dəzgahlarında TP-nin layihələndirilməsinin işlənməsinin ən mühüm xüsusiyyəti əməliyyatların integrasiyasıdır. Əİ dəzgahlar üçün, məlum olduğu kimi, əməliyyatların diferensiallaşdırılması prinsipi üstünlük təşkil edir.

RPI dəzgahlarından istifadə edərkən texnologiyanın layihələndirilməsinin mürəkkəbliyi və əməktutumluluğu əhəmiyyətli dərəcədə artır. Texnoloji prosesin prinsipial olaraq yeni elementləri meydana çıxır: idarəetmə proqramı (İP), alətlərin hərəkət sxemləri, mağazada alətlərin yerləşdirilməsi xəritəsi, dəzgahda və dəzgahdan kənarda alətlərin sazlanması xəritəsi, hesabi- texnoloji xəritə (HTX), əməliyyat hesablaması xəritəsi, proqramlaşdırma xəritəsi və s.

RPI dəzgahında emalın texnoloji prosesi, ənənəvi texnoloji prosesdən fərqli olaraq, texnoloji məsələlərin həlli zamanı daha ətraflı detallaşdırma (təfəssilatı təsvir) və məlumatların təqdim edilməsinin xüsusiyyətlərinin nəzərə alınmasını tələb edir. Struktur olaraq texnoloji proses də elementləri yerləşmələr, mövqelər, texnoloji və köməkçi keçidlər, işçi və köməkçi gedişlər olan əməliyyatlara bölünür.

RPI avadanlığı üçün texnoloji prosesin təfəssilatı təsviri –detallaşdırılması bütün işçi və köməkçi gedişləri addımlara (tədbirlərə, hərəkətlərə) bölmək ehtiyacına gətirib çıxarır. Addımların hər biri trayektoriyanın ayrıca bölməsində alətin hərəkətini –yerdəyişməsinə əks etdirir.

Emal prosesinin ən sadə təşkilədiciləri rəqəmli proqramla idarə olunan qurğu (RPIQ) tərəfindən işlənən elementar yerəyişmələr və texnoloji əməllərdir (komandalər).

Texnoloji prosesin layihələndirilməsi üç xüsusi vəzifənin həlli ilə əlaqələndirilir [1, səh. 102-103]:

1. Hissə elementlərinin və İP-nin hazırlanması üçün ən qənaətcil ardıcılığın işlənməsi. Belə işləmə iki üsulla həyata keçirilə bilər: yüksək ixtisaslı dəzgah operatorlarının təcrübəsi nəzərə alınmaqla emal prosesinin modelləşdirilməsi ilə, həmçinin hesabi-analitik üsulla.

2. Alətin hərəkət trayektoriyasının dəzgahın koordinat sistemi və pəstahın mövqeyi ilə ölçü əlaqəsi. Bu məsələnin rəşional həllindən emal payının paylanması bərabərliyi (bir ölçüdə olmanı, muntəzəmliyini) və hissələrin hazırlanmasında göstərilən dəqiqliyin nail olunması asılıdır.

3. Dəzgahın stolunda pəstahın rəşional istiqamətləndirilməsi. Dəzgahın yüksək məhsuldarlığının və hissənin dəyişdirilməsi zamanı işçinin təhlükəsizliyinin təmin edilməsi bu problemin həllindən asılıdır.

Ümumiyyətlə, RPI dəzgahları üçün TP-lərin layihələndirilməsini üç mərhələyə bölmək olar:

- hissələrin hazırlanma marşrutunun işlənməsi;
- əməliyyat TP-nin işlənməsi;
- İP-nin hazırlanması.

Hər bir mərhələ bir neçə layihələndirmə etapından ibarətdir. Avtomatlaşdırılmış istehsal şəraitində RPİ dəzgahları üçün İP-nin yaradılması istehsalın texnoloji hazırlığı (İTH) sisteminin ən mühüm məsələsidir. Birinci mərhələdə hazırlanmış sənədlər ikinci və üçüncü mərhələlərdə işlərin icrası üçün ilkin sənəddir.

RPİ dəzgahları üçün marşrut texnologiyasının işlənməsi. RPİ dəzgahında hissənin emalı marşrutu ümumiyyətlə avadanlıq və texnoloji təhcizat kompleksi ilə əlaqələndirilən emal ardıcılığı ilə müəyyən edilir. RPİ dəzgahında hissənin emal ardıcılığı pəstahın forma və ölçülərindən, əsas (baza) səthlərin formasından, növündən və ölçüsündən, həmçinin RPİ dəzgahlarında yerinə yetirmək üçün ümumi TP-də nəzərdə tutulan əməliyyatlara olan tələblərdən asılıdır. Universal dəzgahlarda oxşar hissələrin emalı təcrübəsindən maksimum istifadə edilməlidir. Hər şeydən əvvəl, hissənin tam emalı üçün dəzgahın stolunda və ya dəzgahın şpindelində zəruri olan yerləşdirmələrin (vəziyyətlərin) sayı məsələsi həll edilməlidir. Birinci yerləşdirmə, bir qayda olaraq, pəstahın "kobud" və ya əvvəlcədən hazırlanmış "təmiz" səthləri üzərində ən əlverişli bazalaşdırılması şərtindən seçilir. İkinci və sonrakı yerləşmələr, aralıq və son emal üçün texnoloji bazalar kimi əvvəlki yerləşmələr zamanı işlənmiş təmiz səthlərin istifadəsini təmin etməlidir. Son məqsəd ən az yerləşdirmə və lazımi təhcizat ilə hər tərəfdən hissənin ən tam emalını təmin edən sxem tapmaqdır [1, səh. 104].

Əməliyyatların ardıcılığını seçərkən, konstruktor və texnoloji bazaları üst-üstə salmaq və texnoloji bazaları əldə etmək ehtiyacını nəzərə almaq lazımdır. Avtomatlaşdırılmış istehsal şəraitində, bazaların hazırlanması və emal payının bir hissəsinin çıxarılması əməliyyatı adətən yüksək sərtliyə və normal dəqiqliyə malik tək alətli RPİ dəzgahlarında aparılır.

Hissənin emal ardıcılığının sxeminin işlənməsi prosesində, pəstahın hər bir yerləşdirmədə bazalaşdırılması və bərkidilməsi üçün tərtibatın eskiz layihələndirilməsi yerinə yetirilir. Lazım gələrsə, təhcizatın layihələndirilməsi üçün texniki tapşırıq tərtib edilir. Pəstahın yerləşdirilməsinin tələb olunan sayını və ardıcılığını təyin etdikdən sonra, pəstahın emal ardıcılığı onun konstruktiv xüsusiyyətləri (daxili və xarici konturlar, pəncərələr, qabarmalar və s.) ilə müəyyən edilmiş zonalar üzrə təyin olunur. Hər bir zonada ayrı-ayrı elementlər (yan səth, daxili kontur, pəncərələr, dəşiklər) seçilir və bu elementlər üçün emal növü (kobud, təmiz) və tələb olunan alətlərin ölçüləri müəyyən edilir.

Bir alət tərəfindən emal edilən ayrı-ayrı elementlər həm zona daxilində, həm də bütün zonalar üzrə qruplaşdırılır. Belə qruplaşdırma, bütün hissəni emal etmək üçün lazımi sayda kəsici alətləri müəyyən etməyə və müəyyən bir yerləşdirmədə bütün mövcud zonaları emal etmək imkanlarını öyrənməyə imkan verir. Zonalar üzrə emal ardıcılığı hissənin və pəstahın konstruksiyası ilə müəyyən edilir. Belə bir ardıcılığı yaradarkən, mümkün olduqda, emalın hər bir sahəsində hissənin maksimum sərtliyini təmin edən prinsipə riayət etməlidir.

Beləliklə, qabırğalı gövdə hissənin emalını qabırğaların yan səthlərini (uclarını) frezləmə ilə emal etmək və yalnız bundan sonra hissənin konturunu emal etməyə başlamaq məsləhətdir, çünki bu zaman qabırğalar daha sərt olacaqdır. Əvvəlcə xarici konturu, sonra isə daxili konturu (pəncərələr, quyular) emal etmək məsləhətdir. Hissənin daxili konturunu mərkəzdən periferiyaya doğru emal edilməlidir.

Torna dəzgahında, hissənin sahələrinin (zonalarının) emal ardıcılığı heç bir şeylə müəyyən edilmədikdə, emal daha sərt sahədən (böyük diametrli sahədən) başlanmalı və aşağı sərtlik zonası ilə bitməlidir. Adətən bir neçə alət tələb edən yarım təmiz və təmiz emalı alət mağazası (anbarı) olan dəzgahlarda yerinə yetirmək məsləhətdir.

RPİ dəzgahında hissənin emalı üçün marşrut tərtib edilərkən tipik və qrup texnoloji proseslərdən, həmçinin bu hissənin əl ilə idarə olunan dəzgahlarda emal edilməsi təcrübəsindən geniş istifadə olunur. Bu zaman burada məqsəd özünün doğrultmuş texnoloji üsullardan, mövcud avadanlıq və alətlərdən maksimum istifadə etməkdir. Əgər hissə əvvəllər emal olunmayıbsa, prototip kimi mövcud istehsal və ya texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin (TP ALS) verilənlər bazasından oxşarı (prototipi) seçilir.

Müxtəlif qrup hissələrin emalı üçün avadanlıqların seçilməsi. Marşrut texnologiyası, ilk növbədə, TP-nin prinsipial sxemini-konsepsiyasını müəyyən edir. Bu mərhələdə hissəni emal etmək

üçün tələb olunan RPI dəzgahlarının növləri müəyyən edilir. Bundan əlavə, marşrut TP-nin hazırlanması mərhələsində hər bir əməliyyat üçün dəzgahın müəyyən bir modelini seçmək üçün avadanlıq ətraflı nəzərdən keçirilir [1, səh.105].

Fırlanma maddi cisim tipli hissələr iki qrupa bölünür:

1) patronlu torna dəzgahlarında emal ediləcək hissələr (dişli çarxlar, flanşlar, halqalar, separatorlar, oymaqlar və s.);

2) mərkəzli dəzgahlarda emal ediləcək hissələr (pilləli vallar, şpindellər, gediş vintləri və s.).

Birinci alt qrupun hissələrini emal etmək üçün bir neçə dəzgah qrupu tələb oluna bilər: bu, RPI dəzgahlarından qapalı sahələrin formalaşması üçün əlverişli şərait yaradır. Bu alt qrupun detalları çoxlu keçidlərə və mürəkkəb konfigurasiyaya malikdir, buna görə də dəzgahlar çoxlu sayda alətlə təchiz olunmalıdır. Pəstahların əlavə emalı tələb olunarsa (burğulama, frezləmə, pardaqlama), onda digər qrupların RPI dəzgahları və ya torna emal mərkəzi tipli (TEM) çoxməqsədli torna dəzgahları istifadə olunur.

İkinci yarımqrupun hissələrinə gəldikdə, onların kobud emalını təkalətli RPI torna dəzgahlarında aparmaq məqsəduyğundur. Pilləli valların və şpindellərin yarımtəmiz, bəzi hallarda isə təmiz emalı üçün alət revolver başlığı və ya mağazasa olan çoxalətli RPI torna dəzgahları tövsiyə olunur.

Val və ya şpindel tipli hissələrin tamamlanması (eyniolxlu olmayan dəşiklərin burğulanması, işgil yuvalarının frezlənməsi və s.) ən çox universal avadanlıqda həyata keçirilir. Lakin son zamanlar bu cür hissələrin burğulama və frezləmə əməliyyatlarının torna emalı ilə birlikdə yerinə yetirilməsi tendensiyası müşahidə olunur. Bu məqsədlər üçün TEM tipli çoxməqsədli torna dəzgahları istifadə olunur.

Frez emalı tələb olunan hissələr ilk növbədə tələb olunan koordinatların sayına və qabarit ölçülərə görə qruplaşdırılır.

Novları, pəncərələri, əyilmələri, çıxıntıları, əyri səthləri olan yastı hissələrin (plankalar, şərflər, qapaqlar, lövhələr, yastı yumruqlar və s.) bir alətli frez dəzgahlarında emal edilməsi məqsəduyğundur və əgər hissələrdə eyni zamanda müxtəlif diametrli və müxtəlif dərinlikdə bərkidici pilləli dəşiklər varsa, onları çoxalətli frez dəzgahlarında emal etmək məsləhətdir. Bu dəzgahlarda 7-8-ci kəvalitetlərə uyğun olaraq dəşiklərin kobud, yarımtəmiz və təmiz içyönüşünü də yerinə yetirmək mümkündür.

Orta tökmə hissələri (qollar, çəngəllər, kronşteynlər, orta gövdə hissələri) dəzgahda əməliyyatların maksimum konsentrasiyası ilə emal edilməlidir. İlk əməliyyatı elə yerinə yetirmək tövsiyə olunur ki, baza müstəvisi və baza dəşikləri bir yerləşdirmədə emal edilsin.

Beş müstəvidə dəşikli hissələrin emalını iki əməliyyata bölmək olar: 1) şaquli-ıçyönüş və ya frez dəzgahlarında bazanın hazırlanması; 2) çoxməqsədli dəzgahlarda dörd tərəfdən dəşiklərin (bərkitmə daxil olmaqla) və müstəvilərin emal edilməsi.

Qutu şəklində gövdə hissələri üçün beş-altı müstəvidə emal tələb oluna bilər. Bunun üçün aşağıdakı növ RPI dəzgahlarından istifadə etmək tövsiyə olunur: kobud emal üçün - alətin əl ilə dəyişdirilməsi ilə üfüqi dəzgahlar; yarımtəmiz əməliyyatlar üçün (baza müstəvisinin və iki əsas (baza) dəyişin hazırlanması, bütün bərkitmə dəşiklərin burğulanması) – revolver başlıqlı ilə şaquli-frez dəzgahlar; təmiz emal əməliyyatları üçün (üç müstəvidə emalı) - çoxməqsədli dəzgahlar.

Uzunluğu və eni hündürlüyünü əhəmiyyətli dərəcədə aşan gövdə hissələrinin kobud, yarımtəmiz və qismən təmiz (xizək, karetkalar və s.) emalını RPI uzununa-frez dəzgahlarında yerinə yetirilməsi tövsiyə olunur.

Avadanlıq seçimi üçün sadalanan tələblər və tövsiyələr yekun və mütləq deyil. Təcrübədə real istehsal şəraiti, məsələn, bu və ya digər avadanlıq və texnoloji avadanlıqların mövcudluğu və vəziyyəti, çox vaxt həlledici əhəmiyyətə malikdir.

Texnoloji keçidlərin layihələndirilməsi. Texnoloji keçid istifadə olunan alətin və emal nəticəsində əmələ gələn səthlərin sabitliyi ilə xarakterizə olunur [2, 3]. Səthi bir keçiddə emal edərkən, bir və ya bir neçə işçi gedişi, həmçinin bir sıra köməkçi gedişləri və fəndləri yerinə yetirmək lazımdır. Müəyyən ardıcılıqla yerinə yetirilən köməkçi gedişlər və fəndlər keçidin strukturunu təşkil edir.

Eyni səthin emalı üçün keçidin strukturu fərqli ola bilər. Bu baxımdan, optimal keçid strukturunun seçilməsi problemi çoxvariantlıdır və uyğunluq (müvafiqlik) cədvəllərindən istifadə etməklə məlum üsullarla həll olunur [4-6]. Əslində, hissənin konstruktiv-texnoloji xüsusiyyətlərinin təhlili əsasında keçid kodları seçilir.

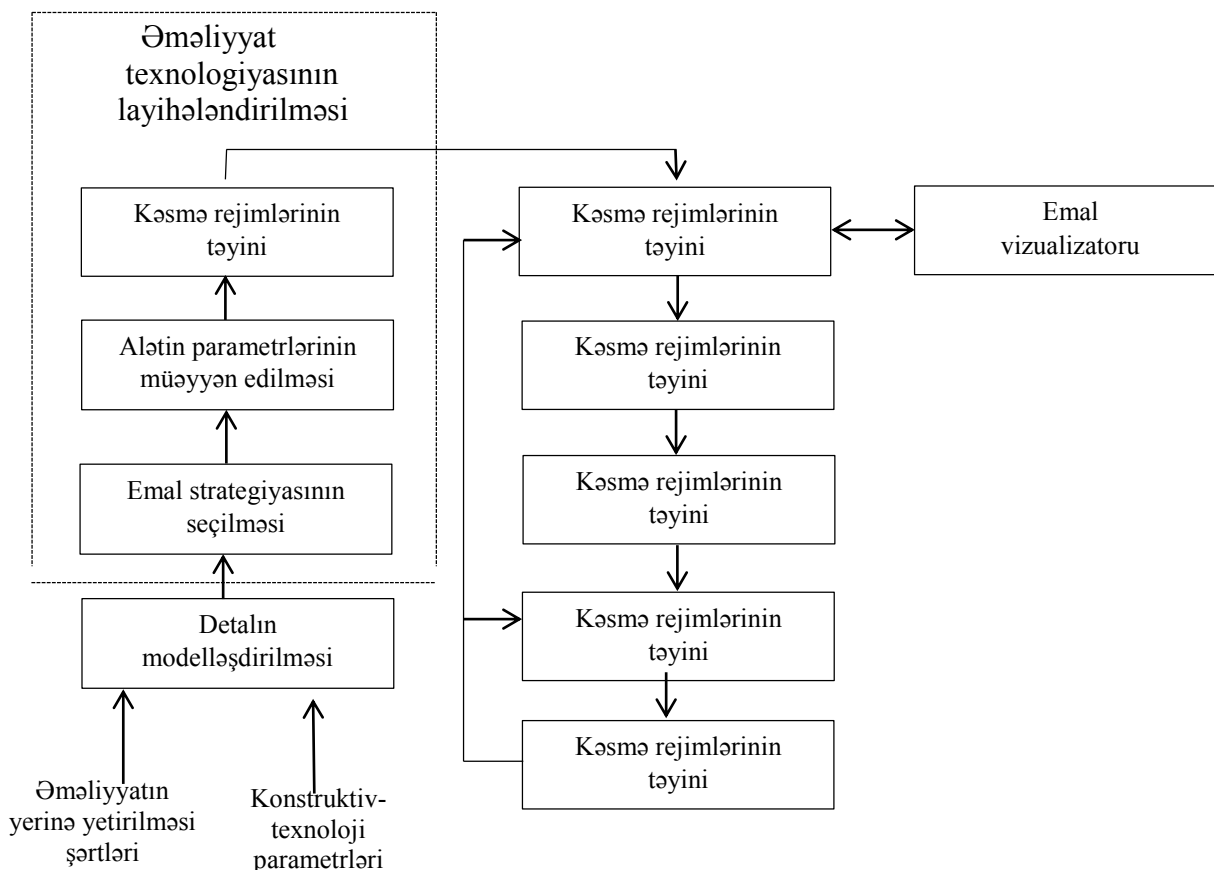
Texnoloji keçidlərin layihələndirilməsi mərhələsində bir sıra xüsusi layihələndirmə məsələləri həll edilir, yəni: keçidin həyata keçirilməsi üçün buraxıla bilən metodların seçilməsi; kəsici, köməkçi və ölçü alətlərinin tipölçülərinin dəqiqləşdirilməsi; keçid strukturunun buraxıla bilən variantlarının müəyyən edilməsi; hər bir variant üçün kəsmə rejimlərinin hesablanması və əsas vaxtın müəyyən edilməsi; keçid strukturunun hər bir variantı üçün köməkçi fəndlərin yerinə yetirilməsi müddətinin müəyyən edilməsi; optimal keçid strukturunun və texnoloji sistemin elementlərinin seçilməsi; texnoloji xəritədə qeyd etmək üçün keçid təsvirlərinin formalaşdırılması [7].

Keçid strukturunun optimal variantı qrafdan (bu zaman qrafın qövsləri (tilləri) yaxınlaşma, geri çəkilmə və emal zamanı alətin yerdəyişməsi üzrə müxtəlif fəndlərə, təpələri isə alətin hərəkət istiqamətində dəyişmə nöqtələrinə uyğun gəlməkdir) seçilir. Strukturun axtarılan (tələb olunan) variantı qraf üzrə ilkin təpədən yekun təpəyə qədər olan yolun - minimum sərf olunan vaxta və ya minimum xərcə malik yolun seçilməsi ilə müəyyən edilir. Əsas fəndlərin (işçi və köməkçi gedişlər) icra müddəti kəsmə rejimlərinin və köməkçi gedişlərin sürətinə əsasən hesablanır. Hər bir köməkçi fəndin yerinə yetirilmə müddəti köməkçi vaxtın texnoloji standartlarının sorğu kitablarına uyğun olaraq müəyyən edilir.

Kəsmə rejimlərinin təyin edilməsi tələb olunan dəqiqliyin, səthin keyfiyyətinin və texnoloji sistemin sabit işləməsini təmin edən kəsmə sürətinin v , verişin S və kəsmə dərinliyinin t müəyyən edilməsindən ibarətdir. Bu halda optimallıq meyarı (məhsuldarlıq, emalın dəyəri) ən böyük (ən kiçik) qiyməti alacaqdır. Bu məsələ emal prosesinin texnoloji parametrləri ilə kəsmə rejimləri arasında əlaqəni müəyyənləşdirən analitik asılılıqlardan ibarət riyazi model əsasında həll edilir. Çox vaxt kəsmə rejimlərinin müəyyən edilməsi məsələsi riyazi proqramlaşdırmanın optimallaşdırma məsələsidir və bu məsələ aşağıdakı kimi tərtib edilir: Prosesin parametrlərinə verilmiş məhdudiyyətlər toplusu oblastında seçilmiş optimallıq kriteriyasının minimum (maksimum) qiymət almasına imkan verən optimallaşdırılan parametrlərin (kəsmə rejimləri) $X(v, S, t)$ vektorunu müəyyənləşdirməli [8-9].

Torna dəzgahları qrupu üçün idarəetmə proqramlarının avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri. İnteqrasiya edilmiş avtomatlaşdırılmış proqramlaşdırma sistemləri. Müasir maşınqayırmanın inkişaf istiqamətlərindən biri də çevik avtomatlaşdırılmış istehsalın (ÇAİ) yaradılmasıdır. Onların fəaliyyəti kompüterdən istifadə etməklə konstruksiya və texnoloji məlumatların mərkəzləşdirilmiş emalı prinsiplərinə əsaslanır, həmçinin ÇAİ RPİ dəzgahlarının, sənaye robotlarının, alət və pəstahın nəql edilməsi sistemlərinin idarə edilməsini təmin edir [10]. Bütün növ məlumatların emalının mərkəzləşdirilməsi bu məlumatları istifadə edən və yaradan avtomatlaşdırılmış sistemlərinin integrasiyasına (birləşdirilməsinə), yəni, integrasiya olunmuş avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin (ALS) yaradılmasına ehtiyac yaradır. Bu cür sistemlərin istifadəsi "insansız" texnologiyanın tətbiqinə imkanlar yaradır, belə texnologiyayın əsas xüsusiyyəti hesablama sistemindən istifadə edərək məlumatın emalı və konstruktordan birbaşa istehsal sisteminin icraçı elementinə - aralıq məlumat daşıyıcısı olmadan dəzgah və ya robota ötürülməsidir. İnteqrasiya edilmiş ALS-nin əsas komponentləri bunlardır: layihə-konstruktor işlərinin avtomatlaşdırılması sistemi (LKİAS), istehsalın texnoloji hazırlığının avtomatlaşdırılması sistemi (İTHAS), RPİ dəzgahları və sənaye robotları üçün idarəetmə proqramlarının hazırlanması sistemi və məlumat (verilənlər) bankı. Layihələndirmə prosesinin idarə olunması əməliyyat sisteminin proqram hissəsi - monitor tərəfindən həyata keçirilir. Monitorun əsas funksiyaları bunlardır: proqramların seçilməsi üçün tapşırıqların formalaşdırılması və fərdi məsələlərin həlli üçün prioritetlərin müəyyən edilməsi; dialoq rejimi direktivlərinin icrası; avtomatik rejimdə layihələndirmə prosesinin idarə edilməsi (hər bir layihələndirmə mərhələsinin keyfiyyətinin təhlili və sonrakı mərhələlərə keçid üçün şərtlərin işlənməsi). RPİ dəzgahlarında emalın proqramlaşdırılmasının avtomatlaşdırılması zamanı kompüterlərin istifadəsi idarəetmə proqramlarının (İP) hazırlanmasının həndəsi və texnoloji məsələlərinin həlli, eləcə də ilkin

məlumatların yazılması və kompüterə daxil edilməsi üçün alqoritmlər toplusunu həyata keçirən xüsusi proqram-riyazi təminatının (XPRT) işlənməsini tələb edir. Bu XPRT adətən RPİ dəzgahları üçün proqramlaşdırmanın avtomatlaşdırılması sistemi (PAS) adlanır [11]. Müasir PAS-nin qurulması sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. RPİ dəzgahları üçün İP-nin hazırlanması sxemi [12]

Detalların konstruksiyasının mürəkkəbləşməsi, həmçinin RPİ dəzgahlarında mexaniki emal prosesləri zamanı çoxkoordinatlı idarəetmədən istifadə zərurəti avtomatlaşdırılmış proqramlaşdırma sistemlərinin daim təkmilləşdirilməsini tələb edir. Müasir RPİ texnoloji avadanlığın proqramlaşdırılması üçün geniş istifadə olunan avtomatlaşdırılmış hazırlama sistemlərinin (ALS) aşağıda təhlili verilmişdir [12].

İntegrasiya edilmiş ALS-lərdə RPİ torna dəzgahları qrupu üçün idarəetmə proqramlarının hazırlanması modulları. Belə modullara misal olaraq SprutCAM, CATIA, Unigraphics NX, ADEM, Pro/ENGINEER sistemlərini göstərmək olar.

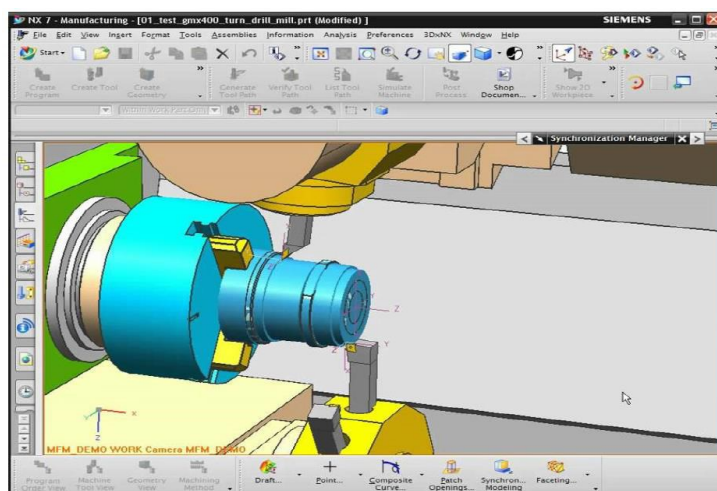
Unigraphics NX sisteminə ətraflı baxaq. Bu sistem ən yaxşı bərk cism üçölçülü modelləşdirmə sistemlərindən biridir. O, PARASOLID özəyinə əsaslanır və bütün layihələndirmə və texnoloji modullar kompleksini özündə cəmləşdirir [13]. CAM Unigraphics NX modulu istifadəçiyə iki sup-portlu torna emalı proqramları da daxil olmaqla istənilən mürəkkəblik detalların istehsalı üçün idarəetmə proqramlarını işləyib hazırlamağa imkan verir (Şəkil 2). Bu zaman, istifadəçi obyekt yönümlü proqramlaşdırma dillərinə xas olan bütün üstünlüklərə malikdir (varislik, yenidən təyinetmə, şablonlar və s.).

Əslində, CAMUnigraphics NX modulu ayrıca proqram deyil, istifadəçiyə master-model kimi hibrid və parametrik modelləşdirmənin bütün üstünlüklərindən fəal şəkildə istifadə etməyə imkan verən sistemə tam inteqrasiya olunmuş texnologiyadır. Bu, işlənmiş model ilə idarəetmə proqramları arasında tam assosiativ əlaqəni təmin edir ki, bu da model dəyişdikdə RPİ dəzgahları üçün idarəetmə proqramlarını avtomatik dəyişməyə imkan verir.

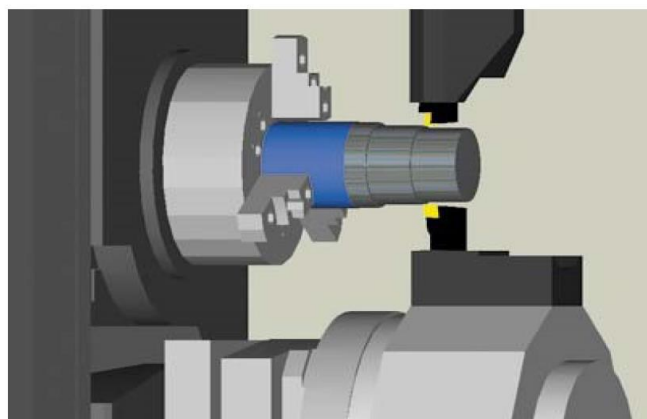
RPİ torna dəzgahları qrupu üçün idarəetmə proqramlarının hazırlanmasının xüsusişdirilmiş sistemləri. Belə sistemlərə misal olaraq Mastercam, CimatronE NC, CimatronE NC, Delcam FeatureCAM, Delcam Part Maker, EdgeCAM, Inventor

CAM sistemlərini, PartMaker proqram kompleksini göstərmək olar. Delcam FeatureCAM sisteminə ətraflı baxaq. Delcam FeatureCAM – bilik bazasına əsaslanan və RPİ dəzgahları üçün idarəetmə proqramlarının hazırlanması vaxtını minimuma endirən, qərar qəbulətmənin yüksək dərəcədə avtomatlaşdırılmasına malik idarəetmə proqramlarının hazırlanması üçün sistemdir. Bu sistemin bilik bazası tövsiyə olunan alətlər və kəsmə rejimləri ilə müxtəlif elementlərin emalı üçün tipik texnologiyalardan ibarətdir. Əslində, FeatureCAM bərk cisim modeldəki elementləri avtomatik müəyyən etməyə imkan verir və emal edilməli olan pəstah elementlərinin texnoloq-proqramçısının göstərişi ilə idarəetmə proqramını hazırlayır. Əgər hansısa element üzrə qərar layihəçini qane etmirsə, o, dialoq rejimində layihələndirmə prosesinə müdaxilə edə bilər. FeatureCAM TURN/MILL modulu müasir torna-frez və RPİ çoxşpindelli torna dəzgahlarında hissələrin hazırlanması üçün İP-ləri yaratmağa imkan verir. Bu moduldan istifadə edərək, CAM sisteminin müxtəlif modullarında iki və ya daha çox İP yaratmağa ehtiyac yoxdur. Pəstahın bütün elementlərinin torna və frez emalının proqramlaşdırılması bir layihə çərçivəsində həyata keçirilir və çıxışda sistem bir İP verir, bu da İP-nin hesablanması və tam işlənməsi üçün vaxtı azaldır. Pəstahın iki revolver başlıqla sinxron emalını proqramlaşdırmaq imkanı, hissənin tutulub saxlanması, həmçinin əsas və əks şpindellərdə eyni vaxtda emal hissələrin dəzgahda hazırlanması vaxtını əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər [14]. Bu imkanları dəzgahda həyata keçirmək üçün FeatureCAM sistemi çoxsaylı revolver başlıqlarla torna emalının sinxronizasiya dövrəsini azaltmaqla dəqiq hissələrin böyük partiyalarını emal edərkən məhsuldarlığı artıran əlavə moduldan istifadə edir (şəkil 3). Modul torna dəzgahlarında bir neçə revolver başlıqlarının işini "əl ilə iş rejimində" sinxronlaşdırmağa imkan verir.

Yuxarıda təqdim olunan CAM sistemlərinin əksəriyyətinin təxminən eyni imkanlara malikdirlər. Fərq yalnız interfeysdə və əlavə modullara daxil olan və əlavə ödənişlə təmin edilən bəzi dar ixtisaslaşdırılmış funksiyalardadır. Belə modullara, məsələn, 4 oxlu RPİ torna dəzgahlarının proqramlaşdırılması üçün nəzərdə tutulmuş modul daxildir. Yuxarıda müzakirə edilən bir çox CAM



Şəkil 2. Unigraphics NX proqramında iki revolver başlıqlı ilə emalın modelləşdirilməsi [12]



Şəkil 3. FeatureCAM proqramında iki revolver başlıqlı ilə emal [12]

sistemləri konkret dəzgahlar üçün sonrakı emal ilə (postprosessirləmə) ikisupportli RPİ torna dəzgahları üçün İP-lərin hazırlanmasına imkan verir. Bununla belə, texnoloq-proqramçı özü hər bir supportun nömrəsini proqram ardıcılığında təyin etməlidir.

Ən qabaqcıl CAM sistemləri müəyyən NC ardıcılıqlarını qurmaq üçün revolver başlıqların avtomatik istifadəsinə imkan verir ki, bu da emal vaxtını azaltmaq tapşırığını xeyli asanlaşdırır, lakin ən yaxşı həll hesab edilə bilməz, çünki avtomatik sinxronizasiya yalnız hissənin müəyyən elementlərini emal etmək üçün həyata keçirilir və bütövlükdə bütün əməliyyatı əhatə etmir.

Nəticə.

1. RPİ dəzgahlarında texnologiyanın layihələndirilməsi və məmulların istehsalı xərclərinin azaldılması tipik texnoloji həllərdən istifadə etməklə əldə edilir. Bu həllər, fırlanma cisim tipli pəstahların emalı zamanı və gövdə detallarının hazırlanması zamanı fərqlənir.
2. RPİ dəzgahlarında TP-nin layihələndirilməsinin işlənməsinin ən mühüm xüsusiyyəti əməliyyatların inteqrasiyasıdır. RPİ dəzgahlarında əməliyyatların layihələndirilməsi prosesində dəzgahlarda həyata keçirilən texnoloji keçidlərin maksimum konsentrasiyasına çalışmaq lazımdır ki, bu da bir tərəfdən gərginliklərin yenidən bölüşdürülməsi səbəbindən emal xətaləri ilə, digər tərəfdən isə dəzgahların texnoloji imkanlarına görə (koordinatların sayı, hərəkətlərin kinematikası, yerləşdirilmiş kəsici alətlərin sayı) məhdudlaşır.
3. Konstruksiyadan asılı olaraq, texnoloji əməliyyatların demək olar ki, bütün strukturları RPİ dəzgahlarında həyata keçirilə bilər. Bununla belə, torna dəzgahlarında çoxalətli tək yerli ardıcıl emaldan, frez və burğu-frez-ıçyonuş dəzgahlarında isə çoxalətli tək və ya çox yerli ardıcıl emaldan daha çox istifadə olunur.
4. Optimal mexaniki emal əməliyyatı modelinin yaradılması istehsal olunan detalların konstruktor-texnoloji xüsusiyyətlərinin, avadanlığın texniki imkanlarının və müxtəlif əməliyyatların təşkilinə imkan verən keçid kombinasiyalarının uyğunlaşdırılması əsasında mümkündür. Müxtəlif emal üsullarına yönəlmiş ümumiləşdirilmiş modelin işlənilməsi və hazırlanması çox çətin məsələ olduğundan, optimal rejimdə torna əməliyyatının strukturunu RPİ torna dəzgahının iş şəraiti və xüsusiyyətləri ilə birləşdirən xüsusi modelin olması məqsədəuyğundur və bunun üçün belə modellərin işlənməsi zəruridir.
5. RPİ torna dəzgahlarında emal əməliyyatının struktur komponentlərinin optimal seçilməsi və onun çıxış parametrlərinin hesablanması prosedurlarını özündə birləşdirən, RPİ torna əməliyyatlarının texnoloji hazırlığını tam avtomatlaşdırmağa imkan verən elmi cəhətdən əsaslandırılmış metodikaya ehtiyac vardır.

Ədəbiyyat

1. Артамонов В.Д. Технология автоматизированного производства. Часть 1. Технология обработки на станках с ЧПУ. Конспект лекций для студентов специальности 151001. — Тула: ТулГУ, 2007. — 144 с.
2. Бочкарев, П.Ю. Основные принципы разработки операций в системе планирования технологических процессов механической обработки / П.Ю. Бочкарев, В.А. Назарьева // СТИН. — 2006. — № 10. — С. 2–6.
3. Шалунов, В.В. Автоматизированное проектирование технологических операций, выполняемых на токарно-фрезерных автоматах продольного точения с ЧПУ / В.В. Шалунов, И.М. Семенихин // Вестник СГТУ. — 2011. — № 3. — С. 146–150.
4. Аверченков, В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов: учеб. пособие для вузов / В.И. Аверченков, Ю.М. Козаков. — 2-е изд., стереотип. — М.: Флинта, 2014. — 229 с.
5. Кузьмин, В.В. Повышение эффективности проектирования технологических процессов механической обработки на основе параметризации / В.В. Кузьмин // Автоматизация и современные технологии. — 2006. — № 3. — С. 29–32.

6. Анферов, М.А. Структурная оптимизация технологических процессов в машиностроении / М.А. Анферов, С.Г. Селиванов. Уфа: Рилем, 1996. – 185 с.
7. Goyal, K. Fundamentals of Computer Aided Manufacturing / K. Goyal. – New Delhi; S.K. Kataria & Sons, 2014. – 225 p.
8. Рыжов, Э.В. Оптимизация технологических процессов механической обработки / Э.В. Рыжов, В.И. Аверченков. – Киев: Наук. думка, 1989. – 192 с.
9. Гильман, А.М. Оптимизация режимов обработки на металлорежущих станках / А.М. Гильман. М.: Машиностроение, 1972. – 188 с.
10. Черепашков, А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении / А.А. Черепашков, Н.В. Носов. – Волгоград: изд. дом. «Ин-Фолио», 2009. – 640 с.
11. Пестрецов, С.И. CALS - технологии в машиностроении: основы работы в CAD/CAE-системах / С.И. Пестрецов. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 212 с.
12. Орукари, Б. Анализ возможностей систем автоматизированного проектирования управляющих программ для токарных станков с ЧПУ / Б. Орукари // Машиностроение: сб. науч. тр. – Минск: БНТУ, 2017. – № 29. – С. 81–89.
13. Официальный сайт компании SIEMENS PLM Software – Режим доступа: m.plm.automation.siemens.com/en_us/products/nx/.
14. Галкин, В. «FeatureCAM» - эффективное решение для многозадачных станков с ЧПУ / В. Галкин // САПР и графика. – 2008. – № 6. – С. 85–87.

Мəqalə qəbul olunub: 21.04.2022

Təvsiyə ediblər: t.e.d., prof. A.T.Məmmədov; t.e.d., prof. N.Ş.İsmayilov