



Proqramla idarə olunan avadanlıqların tətbiqi ilə avtomatik xətlərdə hazırlanacaq detalların təsnifat siniflərinin işlənməsi

F.Q.Əmirov

Azərbaycan Texniki Universiteti

Xülasə: Detalların ölçüləri onların hazırlanmasında iştirak edən avadanlığın xarakteristikasının təyin edilməsində mühüm rol oynayır və detalların emal prosesinə kifayət qədər ciddi təsir göstərir. Eyni zamanda ölçülərinə görə detalların təsnifatı, onların həndəsi modelləşdirilməsi və tam hazırlanma prosesi üçün koordinat sisteminin qurulması üsuluna baxılmışdır.

Açar sözlər: sazlanabilən avtomat xətt, rəqəmli proqramla idarəetmə, texnoloji proses, detalın konstruksiyası və ölçüləri, həndəsi parametrlər.

Giriş.

Avtomat dəzgah sistemi (ADS) kompleksində metalkəsən avadanlıqlar çoxçeşidli istehsalın tələbatlarına daha çox cavab verir [1-3, 8-11]. Eyni zamanda, aparılan işlərin tətbiqi təcrübəsi göstərir ki, bunların çoxu iqtisadi cəhətdən əlverişli deyildir. Lakin bu sahədə kifayət qədər səmərəli istifadə olunma misalları da göstərmək olar. ADS-in aşağı səmərəliliyinin səbəbləri odur ki, milli maşınqayırma sənayesində uyğun infrastruktur və inzibati-texniki şərtlər yaradılmamışdır.

Bu gün ən aktual problem xarakterli məsələ tələb edilən avtomatlaşdırma səviyyəli çoxçeşidli dəzgah sisteminin yaradılmasıdır. Çoxçeşidli istehsalın səmərəliliyinin yüksəldilməsi onun prinsiplərinə cavab verən istehsalın təşkili və idarəetmə tələblərinə uyğun olmasıdır.

Texnoloji proseslərin layihələndirilməsi zamanı çoxçeşidli istehsal üçün dəzgah sistemlərindən istifadədə modul texnologiyaları prinsipi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [4-11]. Modul texnologiyasının mahiyyəti odur ki, məhdud çeşidli modullar ailəsindən modullar çoxluğu seçilə bilər. Hər bir modulda bir neçə tipik texnoloji proses işləyə bilər ki, bu zaman detalın materialının tərkibinin müxtəlifliyi, ölçüləri, dəqiqlik və təmizlik tələbləri, səthin keyfiyyəti və bir çox digər parametrləri nəzərə alınır.

Modul və qrup texnologiyalarının birləşdirilməsi, texnoloji avadanlığın ayrı-ayrı qovşaqlarının icra edilməsi əsasında dəzgah sisteminin yaradılmasına şərait yaradır. Bu əməliyyatlar nəticəsində elə modul tipləri yaradılır ki, modul tipləri sistemi tətbiq edilməklə bütün maşınqayırma kompleksində tipik detalların istehsalını təşkil etməyə imkan yaranır.

İşin məqsədi: Texnoloji proseslərin ümumi layihələndirmə prinsiplərinin işlənməsi və

əsaslandırılması, detalların təsnifatı və tipik texnoloji proseslər ümumi maşınqayırma texnologiyası nəzəriyyəsinin inkişafında vacib məsələlərdən biridir. Eyni zamanda, avtomatik xətlərdə (AX) detalların hazırlanması üçün tipik texnoloji proseslər işlənmişdir.

Təsnifat dedikdə, detalların konstruksiyası, ölçüləri və onların hazırlanma prosesinin texnologiyasına görə ümumi hesab edilən müəyyən qrup və sinif halında birləşməsi başa düşülür.

Detalların tipikliyi dedikdə, sazlanabilən avtomatlaşdırılmış axın xətlərində (SAX) hazırlanacaq detalların optimal texnoloji proseslərinin işlənməsi üçün əsas sayılan və həmin sinfi əhatə edən bütün detalların hazırlığı və prinsipləşdirilmiş texnoloji marşrut üzrə keçidlərə uyğun detalların səthlərinin emalı prosesi başa düşülür.

Detalların hazırlanması üçün texnoloji proseslərin işlənməsində həlledici qərarlar aşağıdakı faktorlarla xarakterizə edilir: detalların konstruksiyası, səthlərin həndəsi ölçüləri və onların dəqiqlik parametrləri, detalların ölçülərinə görə parametrlərin qarşılıqlı yerləşməsi, buraxılış həcmi və hazırlanma dəqiqliyi [1,2,7-11]. Qeyd edilənlərdən başqa, detalların pəstahlarının alınması üsulları da böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Məsələnin həlli:

Beləliklə, detalların tipik hazırlanma texnologiyasını təyin edən əsas faktorlar kimi detalların ölçüləri, onların buraxılış həcmi, pəstahların alınması üsulları, detalların forması (konstruksiyası) və hazırlanma dəqiqliyi qəbul olunmalıdır. Bu faktorların detalların hazırlanma texnoloji prosesinə təsirini araşdırmaq.

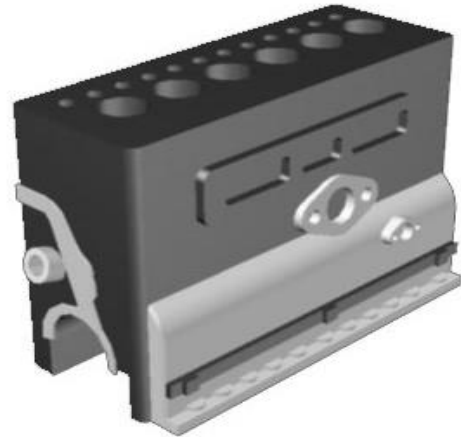
Detalların ölçüləri bir çox hallarda onların hazırlanmasında iştirak edən avadanlığın xarakteristikasının təyin edilməsində mühüm rol oynayır və detalların emal prosesinə kifayət qədər ciddi təsir göstərir. Müxtəlif ölçülü, lakin eyni formaya malik detalların səthləri eyni kinematikaya malikdir. Lakin ölçülərdə kifayət qədər fərqlər olarsa, detalların səthlərinin forma kinematikasını bir-birindən fərqlənə bilər [1, 2, 9-11].

Məsələn, iri və çox da böyük olmayan gövdə tipli detalları hazırlayarkən onun avadanlığı və formasının kinematikasını öz aralarında kifayət qədər fərqlənir. Ölçüləri 300x400x825 mm (şək. 1) olan birsıraqlı altı

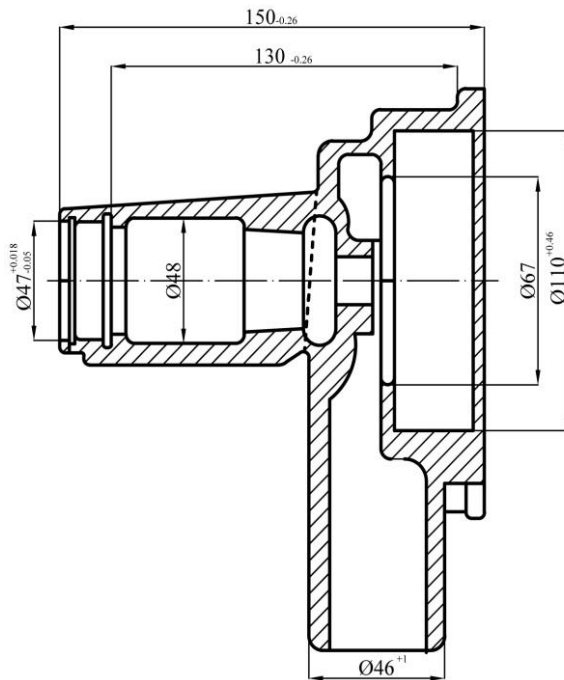
silindrlı mühərrik blokunu emal edərkən nəhəng frezləmə, yonma, aqrekat və digər dəzgahlar tələb edilir [11].

Çox da böyük olmayan gövdə tip detallar (su nasosunun gövdəsi, şəkl. 2) çoxşpindelli torna-karusel və ya çoxkəskili revolver və çox da böyük olmayan burğulama dəzgahlarında tam hazırlanır. Frezləmə ilə birlikdə səthlər hamarlanır və təmizlənir. Kifayət qədər kiçik ölçülü və çəkili detalların istehsalı istisna olmaqla, bütün gövdə tipli detalların mexaniki emalında bazalaşdırma üsulları və əməliyyatlar ardıcılığı eynidir.

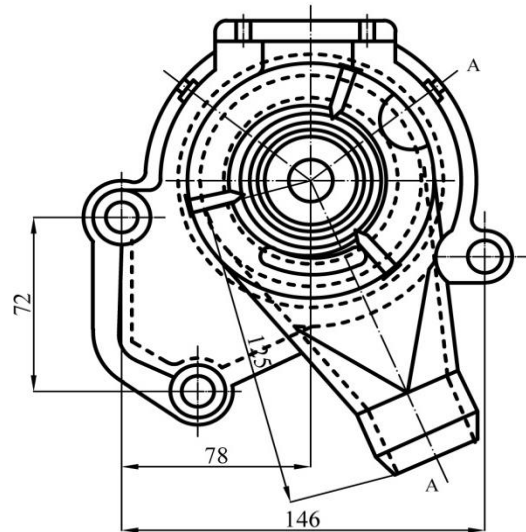
Qeyd edək ki, emal edilən detalların qabarit ölçüləri AX-ın nəqlədiyi, yükləyici və boşaldıcı qurğularının konstruksiyasına ciddi sürətdə təsir edir.



Şəkl. 1. Mühərrikin silindr bloku



Şəkl. 2. Su nasosunun gövdəsi



Detaiların buraxılış həcmi bir əməliyyatda həyata keçirilən texnoloji keçidlərin əvəz edilməsi səviyyəsinə də təsir göstərir. Bu işə, istifadə edilən avadanlığın texnoloji imkanlarını təyin edir və beləliklə, detalların hazırlanmasının texnoloji prosesinə və mürəkkəblik dərəcəsinə təsir göstərir. Detaiların mexaniki emalının əmək sərfinin təyininə onların hazırlanma üsulları ciddi rol oynayır.

Avtomatlaşdırılmış axın xəttinin köməyi ilə istehsalda tipik texnoloji prosesləri yerinə yetirmək üçün mütləq şəkildə bir neçə pəstahalma üsullarından tam şəkildə imtina etmək lazımdır. Çünki müasir maşınqayırmanın inkişaf səviyyəsi nöqtəyi nəzərdən bu iş

həm iqtisadi, həm də texniki cəhətdən məqsədəuyğun sayılır.

Detaiların texnoloji prosesinin hazırlanmasının aparıcı faktoru onların konstruktiv quruluşudur. Eyni zamanda müxtəlif xarici formalara malik detallar, həmişə onların hazırlanmasında müxtəlif texnoloji prosesləri tələb edir. Gövdə tip detalların, kronşteynlərin və dayaqların xarici formalarının müxtəlifliyinə baxmayaraq, onlar təfəsilatlı hazırlanan texnologiyalara malik olurlar.

Əməliyyatlararası nəqlətmə zamanı detalların forması onların pəstahlarının bazalaşdırma sxemlərinə ciddi sürətdə təsir göstərir ki, bu da sonradan istifadə ediləcək yükləmə-boşaltma qurğularının kinematik sxemlərində və konstruksiyasında özünü göstərir. Əsas əməliyyatların



ardıcılığını dəyişmədən yüksək dəqiqlik və təmizlik əldə etmək üçün bir çox əlavə əməliyyatlar aparılır. Əlavə əməliyyatlar nəticəsində mexaniki emalda əmək tutumu artsa da, hazırlanan detalların mexaniki emalı texnologiyası

proseslərinə uyğun olaraq onların dəqiqlik sinfinin artırılmasına imkan yaranır. Porşen barmaqları və resorlar üçün texnologiyası proseslərin keyfiyyətli hazırlanması cədvəl 1 -də göstərilmişdir (şəkl. 3) [11].

Cədvəl 1. Porşen barmaqları və resorların xarici silindrik səthlərinin emalının müqayisəsi

Resor tipli barmaq: $d=22\text{mm}$, $l=112\text{mm}$, diametral müsaidə $T=45\text{mkm}$, kələkötürlük $R_a=1,25$	Porşen tipli barmaq: $d=22\text{mm}$, $l=76\text{mm}$, diametral müsaidə $T=2,5\text{mkm}$, kələkötürlük $R_a=0,16$
$T=80\text{mkm}$ müsaidə ilə xarici diametrin yonma və ya sürtmə emalı HRC56...62 bərklik təmin edilməklə materialın termiki emalla möhkəmləndirilməsi Mərkəzsiz-pardaxlama dəzgahında xarici silindrik səthin pardaxlanması. Emal payı $\Delta d=0,3\text{mm}$, müsaidə $T=45\text{mkm}$, kələkötürlük $R_a=0,63$	$T=80\text{mkm}$ müsaidə ilə xarici diametrin yonma və ya sürtmə emalı HRC56...62 bərklik təmin edilməklə materialın termiki emalla möhkəmləndirilməsi Mərkəzsiz-pardaxlama dəzgahında xarici silindrik səthin kobud pardaxlanması. Emal payı $\Delta d=0,3\text{mm}$, müsaidə $T=30\text{mkm}$, kələkötürlük $R_a=1,25$ Mərkəzsiz-pardaxlama dəzgahında xarici silindrik səthin təmiz pardaxlanması. Emal payı $\Delta d=0,15\text{mm}$, müsaidə $T=15\text{mkm}$, kələkötürlük $R_a=0,32$ Mərkəzsiz-cilalama dəzgahında xarici silindrik səthin təmiz cilalanması. Emal payı $\Delta d=20\text{mkm}$, müsaidə $T=10\text{mkm}$, kələkötürlük $R_a=0,080$

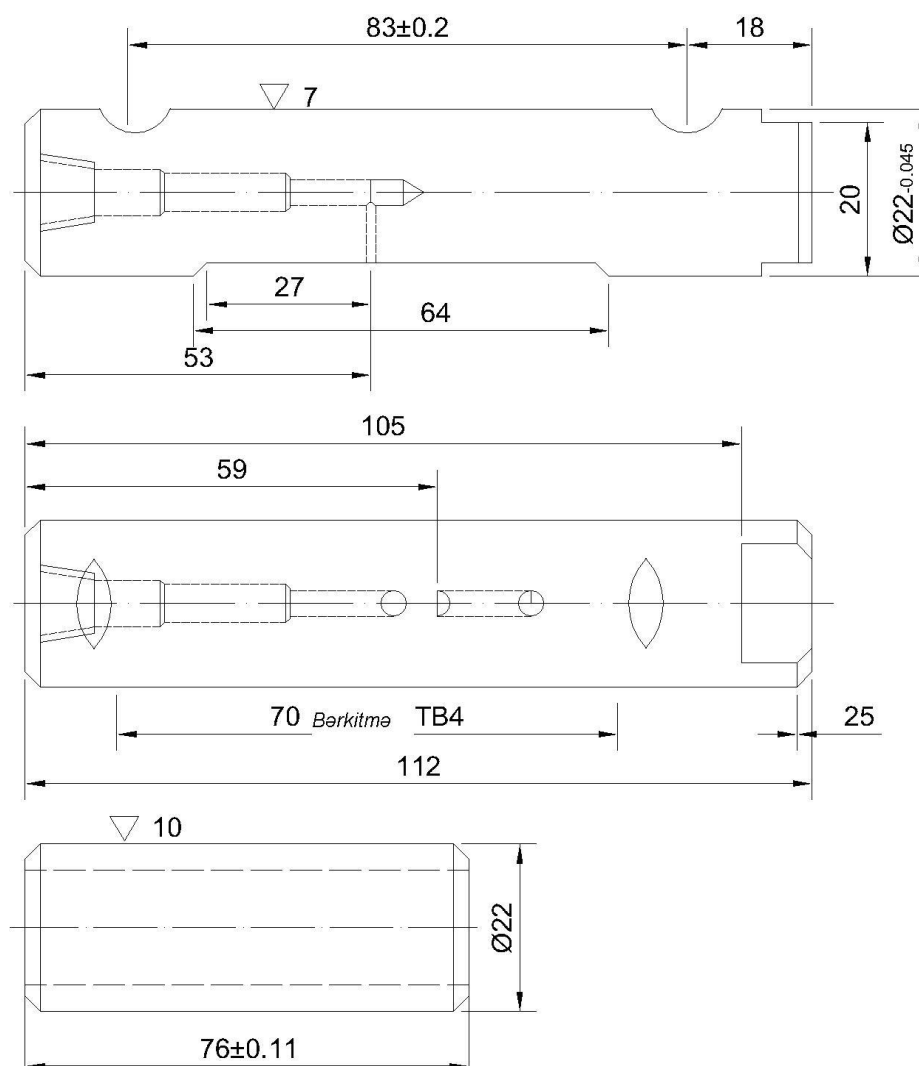
Analoji fərqi müstəvi və fasonlu səthlərin, yuvaların daha dəqiq emalı prosesində müşahidə etmək olar. Beləliklə, analoji texnologiyası proseslərdə iştirak edən, dəqiqliyinə və ayrı-ayrı səthlərin cilalanma səviyyəsinə görə fərqlənən uyğun tipli detallar üçün yeni texnologiyası proses yaratmaq lazım deyildir. Sadəcə olaraq tipik texnologiyası prosesə tamamlayıcı texnologiyası keçidlər əlavə etmək lazımdır. İstehsalda sazlanabilən texnologiyası avadanlıqlar müxtəlif emal üsulları şəraitində emal üsullarının ardıcılığını təmin etməli və universallıq baxımından texnologiyası tam əhatə etməlidir. Bu nöqtəyə nəzərdən hal-hazırda istehsal olunan və rəqəmli proqramla idarə olunan torna qruplu emal mərkəzləri təkrar sazlanabilən olduğu üçün, bir əməliyyatda bir yerləşdirmədə müxtəlif formalara malik pəstah səthlərini emal edə bilər. Başqa sözlə desək, müasir texnologiyası avadanlığın elə bir unikal imkanı vardır ki, onlar eyni əməliyyatda çoxməvqeli və çoxşpindelli avtomatlara məxsus həcmdə işlər görə bilərlər.

Axın prinsipli istehsalın təşkilində istifadə edilən detalların hazırlanmasında onların forma və təyinatının identikliyi (oxşarlığını) nəzərə alaraq professor F.S.

Demyanyuk tərəfindən çəkisi 100 kq-a qədər olan orta ölçülü maşın detallarının altı sinfə bölünməsi təklif edilmişdir [6,11]. Bunlar gövdə tipli detallar, dairəvi çubuqlar, silindrlər, diskler, dairəvi olmayan çubuqlar və bərkidici detallardır.

Gövdə tipli detallar, ayrıca sinfə aid edilmişdir. Belə ki, bu geniş istifadə edilən detallar qrupuna aiddir. Xarici formalarının müxtəlifliyinə baxmayaraq, bütün gövdə tipli detalları analoji proseslər əsasında hazırlanmaq olar. Oxşar proseslər əsasında dabanları, dayaqları, lövhələri və bucaqlıqları hazırlamaq olar. Bunlar da təsnifat cədvəlinə görə gövdə detallar ailəsinə daxildir.

Təsnifat cədvəlində “Dairəvi çubuqlar” sinfinin adı vallar, oxlar, çəkiclər, dairəvi dayaq, düz və yumruqvari vallar, kənarları çıxıntılı dişli çarxlı vallar aiddir. Onların da xarici görünüşlərinin müxtəlifliyinə baxmayaraq, eyni hazırlanma proseslərinə malikdirlər. “Dairəvi çubuqlar” sinfli detallar “Vallar” adı ilə müqayisədə daha ümumi olan çox sayda detallar sinfini əhatə edir. Çünki “pərlər” sinfi dedikdə yalnız fırlanma hərəkətli yaylar nəzərdə tutulur.



Şək. 3. Barmaq: a) ön resor; b) porşen

“Silindrlər” adlanan detallar sinfinə nəinki oymaqlar, hətta oymaqlara oxşar barabanlar, porşenlər, toplar və s. daxildir.

“Disklər” sinfinə daxil olan detallar dedikdə, diskin xarici diametrinin yarısına bərabər olan hündürlüklü fırlanan səthlər nəzərdə tutulur.

“Dairəvi olmayan çubuqlar” sinfinə müxtəlif tipli dəstəklərdən başqa, qısaldılmış formalı digər dairəvi olmayan detallar aiddir.

“Bərkidici detallar” sinfinə boltlar, qaykalar, işgillər, sancaqlar, vintlər və s. daxildir.

Lakin bu təsnifat RPİ dəzgahlarında detalların emal xüsusiyyətini nəzərə almır. RPİ dəzgahlarının idarəetmə proqramına daxil edilən detallar konstruktör sxemləri əsasında hazırlanmış detalların səthlərinin həndəsi ölçülərinə nəzərən seçilir. Əgər detalların həndəsi modellərini texnoloji baza əsasında qurmaq mümkün

olarsa, onda artıq əvvəlcədən detalların konstruktör və texnoloji bazalarını eyniləşdirməklə yol veriləcək xətalari aradan qaldırmaq olar. Yuxarıda deyilənlərdən belə nəticə çıxır ki, rəqəmli proqramla idarə edilən avadanlıqlardan istifadə etməklə ADS qurduqda mütləq hazırlanacaq detalların sinfini bazalaşdırma nəzəriyyəsinin koordinatlar sistemini nəzərə almaqla tərtib etmək lazımdır.

Bunun üçün ölçülərinə görə detalların təsnifatı, onların həndəsi modelləşdirilməsi və tam hazırlanma prosesi üçün koordinat sisteminin qurulması üsuluna əsaslanmaq lazımdır.

Detaiların təklif edilən təsnifatının əsasını üç təyinedici faktor təşkil etməlidir: detalların ölçüləri, həndəsi modelləşdirmə üçün koordinat sisteminin qurulma üsulu və onların emal prosesi. Detaiların pəstahının alınma üsulunu və onların buraxılış həcmi tipik

texnoloji proseslərin yaradılması zamanı nəzərə almaq lazımdır.

Qeyd edək ki, mövcud təcrübəyə əsasən bütün maşın detallarının ölçülərinə görə qruplara bölünməsi əsasında təsnifat hazırlamaq üçün orta ölçülü bütün maşın detallarını dörd qrupa bölmək qərara alınmışdır: böyük, orta, böyük olmayan və kiçik ölçülü detallar.

Detalların ölçülərinə görə bölünməsi müvafiq dəzgahların tipik ölçülərinə görə bölünməsinə uyğundur:

- böyük ölçülü detallar dedikdə, bütün növ böyük ölçülü dəzgahlarda emal edilə bilən detallar nəzərdə tutulur;

- orta ölçülü detallar dedikdə, orta ölçülü dəzgahlarda emal edilə bilən detallar nəzərdə tutulur;

- nisbətən kiçik ölçülü detallar dedikdə, kiçik modelli dəzgahlarda emal edilə bilən detallar nəzərdə tutulur və s.

Dörd qrupun hər birinə aid olan detalların təsnifat cədvəlinə müxtəlif detalları daxil etmək olar. Məsələn, böyük ölçülü detallar sinfinə gövdə detallar, böyük ölçülü vallar, dişli çarxlar, silindrlər, nazımçarx və s. daxil edilə bilər.

Yuxarıda qeyd edildi ki, rəqəmli proqramla idarə edilən avadanlıqdan istifadə edildisə, detalların düzlüşünün koordinat sisteminin qurulma üsulu kifayət qədər əhəmiyyət kəsb edir. Başqa sözlə koordinat oxlarının və ya koordinat müstəvilərinin ölçülərinin təyini üçün detalın hansı səthlərindən istifadə edilməsi praktik əhəmiyyət kəsb edir. Ona görə də, detalların səthlərinin ölçülərinin baza vəziyyətini bilməklə qurulmuş koordinat sisteminə, detalların işçi cizgilərinə əsasən bütün detalların böyük həcmli həndəsi modelini qurmaq olar.

Avtomatik axın tipli istehsalda onlar xüsusi tərtibatların köməyi ilə emal edilir. Onda təsnifat cədvəlinə daxil olan müxtəlif tipli detalları böyük, orta, nisbətən böyük və kiçik ölçülü olmaqla 4 sinfə bölmək olar. Buradan çıxan nəticə ondan ibarətdir ki, hər bir detalı öz ölçüsünə uyğun yeni təsnifat cədvəlinə daxil etmək lazımdır.

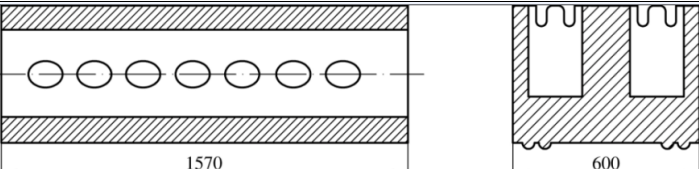
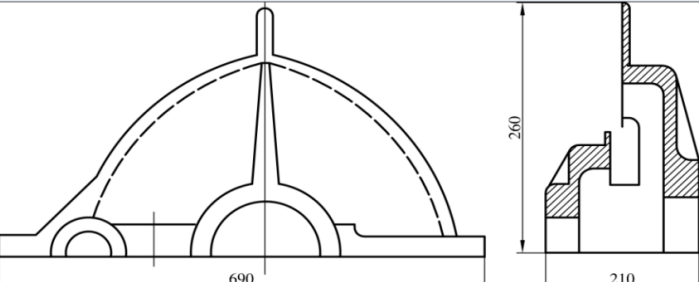
Detalların təsnifatı bölünməsi əsas məqsəd eyni tipli avadanlıqlarda onların emal olunmasını nəzərdə tutmaqdır.

Beləliklə, detalların yeni təsnifat cədvəlinin tərtibi iki əsas prinsipə əsaslanmalıdır: qrupun və sinfin ölçülərinə görə maşın detallarının bölünməsi. Detallar ölçülərinə, eyni sinfə məxsusluğuna, eyni hazırlanma və koordinat sisteminə həndəsi ölçülərinin təsvir olunma üsuluna görə bölünürlər.

Əgər göstərilən faktorlar əsasında təsnifat cədvəli tərtib edildisə, bu cədvəldə dörd ölçüyə və dörd sinfə məxsus detallar yerləşdirsək, onda bu cədvəl orta ölçülü maşın və mexanizmlərə tələb edilən bir çox detalların adlarını özündə əks etdirəcəkdir. Orta ölçülü maşın və mexanizmlərin çoxlu sayda detallarını tətbiq etdikdən sonra dörd ölçüyə və dörd qrupa malik detallar üçün təsnifat cədvəli işlənmişdir. Bu təsnifata 13 qrupa məxsus detallar (cədvəl 2) daxildir. Bütün bərkidici detallar “xırda detallar” qrupuna daxil edilmişdir.

Müxtəlif həndəsi formalı gövdə tip detallar silindrik formadan başqa əsas etibarilə birinci sinif detallar ailəsinə daxildir.

Cədvəl 2. Detalların təsnifat cədvəli

Siniflər	Detalların ölçü qrupları	
Detalların sinifləri	Qabarit ölçüləri və çəkisi L, b, h (mm) G -(kq)	Detalların həndəsi ölçüləri
1	2	3
1-ci sinif	İri (böyük) $L > 700$ mm $b > 0,3$ l $G > 40$ kq	
	Orta $L = 360 \div 700$ mm $b > 0,3$ l $G = 10 \div 40$ kq	

1-ci sınıf	böyük olmayan $l=150\div370\text{ mm}$ $b>0,3\ l$ $G=3\div10\ \kappa q$ Kiçik $l<150\text{ mm}$ $b>0,3\ l$ $G<2\ \kappa q$	
1	2	3
2-ci sınıf	İri (böyük) $l>800\text{ mm}$ $d<0,5\ l$ $G=10\div100\ \kappa q$	
2-ci sınıf	Orta $l=250-800\text{ mm}$ $d<0,5\ l$ $G=3\div10\ \kappa q$	

2-ci sinif	Böyük olmayan $l=100-250$ mm $d<0,5 l$ $G=3\div 0.8 kq$	
2-ci sinif	Kiçik $l<100 mm$ $d<0,5 l$ $G=0.8 kq$	
3-cü sinif	İri (böyük) $l>800 mm$ b və $h<0.5l$ $G>20 kq$	



	Orta $l=300-800$ mm $b \vee h < 0.5l$ $G=3-20 \kappa q$	
3-cü sinif	Böyük olmayan $l=150-300$ mm $b \vee h < 0.5l$ $G=1-3 \kappa q$	
	Kiçik $l < 150$ mm $d < 0.5 l$ $G=10 \kappa q$	
	İri (böyük)	_____
	Orta	_____
	Böyük olmayan	_____

4-cü sinif	Kiçik $l < 150 \text{ mm}$ $d < 50 \text{ mm}$ $GBO = 8 \text{ kq}$	
---------------	--	--

Tərtib edilən təsnifat cədvəli maşınqayırma sənayesinin müxtəlif sahələrində istifadə edilən tipik texnoloji proseslərin ümumi sxemini yaratmağa imkan verəcəkdir. Bu halda maşınqayırmanın hər bir sahəsi üçün texnoloji proseslərin dəqiqləşdirilməsi aparılmalıdır. Aydın ki, maşınqayırmanın müxtəlif sahələrindən asılı olmayaraq texnoloji proseslərin qurulması prinsipi vahid olmalıdır.

Nəticə:

Aparılmış tədqiqatlar texnoloji proseslərin müxtəlif mərhələlərində pəstahların bazalaşdırılması və hazırlanan detalların həndəsi modelləri ilə əlaqələri, eyni zamanda istifadə edilən müasir texnoloji avadanlığın texnoloji imkanlarını nəzərə almaqla göstərmişdir ki, bütün detallar qabarit ölçülərinə görə 3 sinfə və 4 qrupa bölünə bilər.

Ədəbiyyat

1. Амиров Ф.Г. Повышение эффективности и обеспечение надежности автоматических линий. Вестник машиностроения, 2004, №5, с. 77-78.
2. Амиров Ф.Г. Общие положения создания переналаживаемых автоматических станочных систем. Москва: Машиностроение, Сборка в машиностроении, приборостроении, 2011, №7, с. 44-47.
3. Владзиевский А.П., Белоусов А.П. Основы автоматизации и механизации технологических процессов в машиностроении. М.: Высшая школа, 1966, 382.
4. Дашенко А.И., Белоусов А.П. Проектирование автоматических линий. М.: Высшая школа, 1983, 328 с.

5. Дымшиц Е.С. Разработка методов расчета надежности автоматических линий по заданным значениям надежности их элементов. М.: ЭНИМС, отчет по теме, этап 3, 1964, 1952 с.
6. Демьянюк Ф.С. Технологические основы поточно автоматизированного производства. М.: Высшая школа, 1968, 700 с.
7. Эрпшер Ю.Б. Надежность и структура автоматических станочных линий. М.: Машиностроение, М.: 1962, 179 с.
8. Макаров И.М. Системные принципы создания гибких автоматизированных производств. - М.: Высшая школа, 1986. – 176 с.
9. Султан-заде Н.М. Метод оптимизации структурной компоновки автоматических линий. // Сб.: Системы управления станками и автоматическими линиями, М.: ВЗМИ, 1982. с. 9-13.
10. Султан-заде Н.М. Тимковский В.Г. Метод оптимизации структуру однопоточных автоматических линий. // Сб.: Системы управления станками и автоматическими линиями, М.: ВЗМИ, 1983, с. 93-96.
11. Султан-заде Н.М., Амиров Ф.Г. Классификация деталей для изготовления их на переналаживаемых автоматических линиях с использованием обрабатывающих центров с числовым программным управлением // Научные известия Сумгаитского государственного университета, 2012, №2 . с. 106-113.