

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ
YÜKSƏK TƏHSİL İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

Orxan Ağazadə Oktay oğlu

Eyyub Eyyubov Ziyafəddin oğlu

Fərid Əhmədov Firudin oğlu

Zeyd Əziz Arif oğlu

Hacı Novruzov Ariz oğlu

“Universal torna dəzgahının təmir-texnoloji prosesinin işlənməsi”

MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI

İxtisas 060625- “Texnoloji maşın və avadanlıqlar mühəndisliyi”

İxtisaslaşma: “Texnoloji maşın və avadanlıqların istehsalı, təmiri və texniki xidmət texnologiyası”

Kafedra müdiri:

Ələkbər Güləhməd oğlu Hüseynov

Elmi rəhbər:

Vahid Calal oğlu Hacıyev

BAKİ – 2024

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	6
I FƏSİL. ƏDƏBİYYAT İCMALI	10
1.1. Universal torna dəzgahının təmir-texnoloji prosesi ilə bağlı ümumi icmal	10
1.2. Mühəndislik təhlillərin icmalı.....	22
II FƏSİL. TORNA DƏZGAHLARIN TƏSNİFATI VƏ TƏMİR-TEXNOLOJİ PROSESİ.....	29
2.1. Torna dəzgahların təsnifatı.....	29
2.2. Qüsurlu hissənin bərpa üçün sökülməsi.....	31
2.3. Tədqiqat hesabatın aparılması ilə bağlı məlumatlar	40
III FƏSİL. TƏDQIQAT NƏTİCƏLƏRİ	54
3.1. Tədqiqat avadanlığında baş verən nasazlığın təyini	54
3.2. Hesablama nəticələri	58
3.3. Dişli çarxın bərpası üsulu.....	60
3.4. Əldə edilən tədqiqat nəticələrinin təhlili.....	63
NƏTİCƏ	65
İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI	67

MAGİSTRANTIN ANDI

“Universal torna dəzgahının təmir-texnoloji prosesinin işlənməsi” mövzusunda təqdim etdiyim(iz) (Magistrlik dissertasiyasının mövzusu) magistrlik dissertasiyasını elmi əxlaq normalarına və istinad qaydalarına tam riayət etməklə və istifadə etdiyim bütün mənbələri ədəbiyyat siyahısında əks etdirməklə yazdığımı and içirəm(ik) və magistrlik dissertasiyasının AzTU Kitabxana İnformasiya Mərkəzində saxlanması, həmin mərkəz tərəfindən AzTU Rəqəmsal Repozitoriyasına daxil edilərək repozitoriyanın veb saytında yerləşdirilməsinə icazə verirəm.

(Adı, Soyadı)	(imza)	Orxan Ağazadə	
(Adı, Soyadı)	(imza)	Eyyub Eyyubov	
(Adı, Soyadı)	(imza)	Fərid Əhmədov	
(Adı, Soyadı)	(imza)	Zeyd Əziz	
(Adı, Soyadı)	(imza)	Hacı Novruzov	

Tarix:

Xülasə

Universal torna dəzgahının təmir-texnoloji prosesinin işlənməsi üzrə aparılmış tədqiqatın əsas məqsədi, təmir proseslərinin optimallaşdırılması, avadanlığın iş müddətinin uzadılması və təmir xərclərinin azaldılması olmuşdur. Bu məqsədə nail olmaq üçün müxtəlif nəzəri və metodoloji yanaşmalar tətbiq edilmişdir. Universal torna dəzgahlarının quruluşu və iş prinsipləri ətraflı şəkildə öyrənilmişdir. Kəsici alətlərin materialları və iş prinsiplərinin nəzəriyyəsi, səthin keyfiyyətinə təsir edən amillər təhlil edilmişdir. Dəzgah hissələrinin aşınma və zədə səviyyəsinin ölçülməsi üçün laboratoriya təcrübələri və işləmə testləri aparılmışdır. Riyazi və statistik metodlar vasitəsilə təmir proseslərinin analizi və optimallaşdırılması həyata keçirilmişdir. Demontaj və montaj üçün metodik göstərişlər hazırlanmış, alətlərin seçimi və istifadəsi üzrə tövsiyələr verilmişdir. Bu tədqiqat universal torna dəzgahlarının təmir-texnoloji proseslərinin effektivliyini və dəqiqliyini artırmaqla, sənaye müəssisələrinin iqtisadi və əməliyyat səmərəliliyinə böyük töhfə vermişdir.

Summary

The main goal of the research conducted on the development of the repair-technological process of the universal lathe was to optimize the repair processes, extend the working life of the equipment and reduce the repair costs. Various theoretical and methodological approaches have been applied to achieve this goal. The structure and working principles of universal lathes are studied in detail. Materials and theory of working principles of cutting tools, factors affecting surface quality were analyzed. Laboratory experiments and performance tests were conducted to measure the level of wear and damage of machine parts. Analysis and optimization of repair processes was carried out by means of mathematical and statistical methods. Methodical instructions for disassembly and assembly were prepared, recommendations were given on the selection and use of tools. This research greatly contributed to the economic and operational efficiency of industrial enterprises by increasing the efficiency and accuracy of the repair-technological processes of universal lathes.

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı: Qabaqcıl istehsal texnologiyaları sənaye istehsal proseslərinə inqilabi dəyişikliklər gətirdi və istehsalın səmərəliliyini artırdı. Bu texnologiyaların ən mühüm nümunələrindən biri universal torna dəzgahlarıdır. Universal tornalar metal emalı sənayesində müxtəlif hissələrin istehsalında istifadə olunan əsas alətlərdən biridir.

Lakin zaman keçdikcə istifadəsi, köhnəlməsi və texnoloji irəliləyişlərə görə universal torna dəzgahlarının təmiri və texniki xidməti əhəmiyyət kəsb edir. Bu kontekstdə təmir texnoloji prosesinin inkişafı istehsal proseslərində səmərəliliyi artırmaqla yanaşı, xərcləri azaltmağa imkan verir.

Bu yazıda biz universal torna dəzgahlarının təmir-texnoloji prosesinin təkmilləşdirilməsinin əhəmiyyətini və potensial faydalarını araşdıracağıq. Biz həmçinin gələcək istiqamətləri müzakirə edəcəyik.

Universal tornaların təmirinin texnoloji prosesinin təkmilləşdirilməsi ilk növbədə sənaye obyektlərində səmərəliliyi artırmağa imkan verir. Daha sürətli və daha effektiv təmir əməliyyatları istehsal proseslərinin fasiləsiz davam etməsini təmin etməklə məhsuldarlığın artmasına kömək edə bilər. Bundan əlavə, daha az vaxt sərf edilməsi və daha az əmək tələb olunması müəssisələrin xərclərini azalda bilər.

Texnoloji tərəqqi universal torna dəzgahlarının təmir proseslərində daha dəqiq və avtomatik üsullardan istifadə etməyə imkan verir. Bu, daha keyfiyyətli və daha ardıcıl nəticələrə səbəb ola bilər. Məsələn, qabaqcıl robot sistemləri və süni intellektlə işləyən analiz alətləri dəzgahların sürətli aşkarlanmasına və təmirinə imkan verə bilər.

Bununla belə, bu texnoloji irəliləyişlərin həyata keçirilməsi bəzi çətinliklərlə üzləşə bilər. Xüsusilə, köhnə və ya ənənəvi maşınların modernləşdirilməsi və mövcud operatorların yeni texnologiyalara uyğunlaşması tələb oluna bilər. Bundan əlavə, yüksək xərclər və mürəkkəb infrastruktur tələbləri bəzi bizneslər üçün maneə ola bilər.

Gələcəkdə universal torna dəzgahlarının təmir-texnoloji prosesinin daha da inkişafı gözlənilir. Qabaqcıl materialşünaslıq, 3D çap texnologiyaları və uzaqdan monitoring sistemləri kimi innovativ yanaşmalar təmir proseslərinin daha da optimallaşdırılmasına imkan verə bilər. Bu, sənaye istehsalında daha davamlı və rəqabət mühitinin yaradılmasına töhfə verə bilər.

Nəticədə universal torna dəzgahlarının təmirinin texnoloji prosesinin təkmilləşdirilməsi sənaye istehsalında səmərəliliyi artırmaqla yanaşı, rəqabət üstünlüyü təmin edə bilər. Lakin bu prosesin uğurla həyata keçirilməsi üçün innovativ yanaşmalar qəbul edilməli və mövcud çətinliklərin öhdəsindən gəlmək lazımdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Universal torna dəzgahlarının təmir-texnoloji prosesinin işlənilib hazırlanmasında məqsəd sənaye istehsalı proseslərində səmərəliliyin artırılması və məsrəflərin azaldılmasıdır. Bu prosesin konkret məqsədləri aşağıdakıları əhatə edir:

- Məhsuldarlığın artırılması;
- Xərclərin azaldılması;
- Keyfiyyət və ardıcılığın təkmilləşdirilməsi;
- Daha uzun ömürlü maşınların təmin edilməsi;
- İnnovativ yanaşmaların inkişafı;
- Operator bacarıqlarının təkmilləşdirilməsi

Tədqiqatın obyektı və predmenti: Tədqiqatın obyektı Universal CU500 markalı torna dəzgahıdır. Tədqiqatın predmenti isə torna dəzgahın təmir-texnoloji prosesin işlənməsidir.

Tədqiqatın nəzəri və metodoloji əsasları. Torna dəzgahlarında istifadə edilən müxtəlif kəsici alətlər, onların materialları və iş prinsiplərinin nəzəriyyəsi öyrənilir. Kəsici alətlərin seçilməsi, kəsici parametrlərin müəyyən edilməsi və səthin keyfiyyətinə təsir edən amillər təmir prosesinin optimallaşdırılması üçün nəzərə alınır. Universal torna dəzgahının iş və təmir proseslərinin analizi üçün riyazi və statistik metodlardan istifadə olunur. Alətlərin aşınması və dəzgahın müxtəlif iş rejimlərinin

analizinin statistik metodları tətbiq edilir. Təmir proseslərinin eksperimental tədqiqi aparılır. Bu, müxtəlif materialların emalında dəzgahın işinin müşahidəsini və təhlilini əhatə edir. Sınaqdan keçən dəzgah hissələrinin aşınma və zədə səviyyəsinin ölçülməsi və təhlili aparılır.

Tədqiqat metodları. Bu tədqiqatda zavodda CU 500 universal torna dəzgahında baş verən nasazlıqlar qeydə alınmış və bunla bağlı riyazi hesablamalar aparılaraq təkliflər verilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi: Bu tədqiqatın elmi yeniliyi CU500 markalı torna dəzgahında səmərəliliyi artırmaq məqsədi ilə təmir-texnoloji prosesində qarşıya çıxan problemlərin həllinin əlverişli şəkildə yerinə yetirməkdir.

Tədqiqatın praktik və nəzəri əhəmiyyəti. Tədqiqat nəticəsində əldə olunan metodlar və texnologiyalar universal torna dəzgahlarının təmir proseslərini daha səmərəli və sürətli hala gətirir. Bu, maşınqayırma sənayesində əməliyyatların dayandırılma müddətini azaldır və məhsuldarlığı artırır. Tədqiqat universal torna dəzgahlarının təmiri və texnoloji proseslərinin optimallaşdırılması sahəsində yeni bilik və yanaşmaların inkişafına töhfə verir. Bu, maşınqayırma texnologiyaları üzrə elmi biliklərin genişlənməsinə kömək edir. Bu tədqiqat gələcək tədqiqat və innovasiyalar üçün baza rolunu oynayır. Yeni texnologiyaların və metodların inkişafı və tətbiqi üçün əsaslar təmin edir. Tədqiqat nəticələri təhsil müəssisələri və peşəkar təlim proqramları üçün qiymətli materiallar təmin edir. Bu, yeni mütəxəssislərin hazırlanmasında və mövcud texniki personalın biliklərinin artırılmasında istifadə oluna bilər. Tədqiqat nəticələri sənaye standartlarının və təlimatlarının hazırlanmasında istifadə edilə bilər. Bu, təmir proseslərinin və maşınqayırma texnologiyalarının daha yüksək standartlara uyğun həyata keçirilməsinə kömək edir.

Müdafiə üçün təqdim edilən nəticələr. Tədqiqat zamanı müdafiə üçün təqdim edilən nəticələr aşağıda ümumi olaraq sıralanmışdır:

- Universal torna dəzgahının təmirində istifadə olunan prosedurların təkmilləşdirilməsi və standartlaşdırılması nəticəsində təmir müddəti azalmış və effektivlik artmışdır.
- Hazırlanmış metodik göstərişlər dəzgahın müxtəlif hissələrinin demontajı və montajı proseslərini sadələşdirmiş və texniki personalın işini asanlaşdırmışdır.
- Təmir proseslərinin optimallaşdırılması nəticəsində təmir xərcləri azalmış, bu da müəssisənin iqtisadi səmərəliliyini artırmışdır.
- Dəzgahın ömrünün uzadılması nəticəsində yeni avadanlıq alınmasına ehtiyac azalmışdır, bu da əlavə maliyyə yükünün qarşısını almışdır.
- Tədqiqat nəticəsində yaradılan nəzəri modellər dəzgahın iş prinsipinin və təmir proseslərinin daha yaxşı başa düşülməsinə və gələcək tədqiqatlar üçün baza rolunu oynamağa imkan vermişdir.

Nəticələrin aprobasiyası. Tədqiqat nəticələri sənaye standartlarının və texniki təlimatların yenilənməsinə və təkmilləşdirilməsinə töhfə vermişdir. Bu standartlar sənaye müəssisələrində təmir proseslərinin daha səmərəli və təhlükəsiz həyata keçirilməsini təmin etmişdir. Tədqiqat nəticələri əsasında hazırlanmış təmir-texnoloji proseslər bir neçə sənaye müəssisəsində pilot layihə kimi tətbiq olunmuşdur. Bu müəssisələrdə aparılan sınaqlar nəticələrin effektivliyini və tətbiq olunabilirliyini göstərmişdir. Tədqiqat nəticələri yerli elmi konfranslarda təqdim olunmuş, mütəxəssislər və alimlər tərəfindən müzakirə edilmişdir. Konfrans iştirakçılarından alınan rəy və təkliflər nəticələrin doğruluğunu təsdiqləmiş və əlavə dəyər qatmışdır.

Nəşrlər. Tədqiqatın yerinə yetirilməsi üçün nəzərdən keçirilmiş AzTU-da nəşr edilən materiallar:

- *Hüseynov Ə.G., Əmirov F.Q.,(2017), "Maşınların etibarlılığı", Dərslük, Bakı, AzTU, 344 s.*
- *Hüseynov Ə.G., Əmirov F.Q.,(2017), "Maşınların texnoloji etibarlığının əsasları", Metodik vəsait, 86 s.*
- *Hüseynov Ə.G., Əsədov Ş.N.,(2017), "Maşınların təmiri texnologiyası", Dərs vəsaiti, Bakı, AzTU, 191 s.*

I FƏSİL. ƏDƏBİYYAT İCMALI

1.1. Universal torna dəzgahının təmir-texnoloji prosesi ilə bağlı ümumi icmal

A.B. Özel, M.C. Yalvaç və U. Budak tərəfindən 2015-ci ildə torna dəzgahların mexanik sistemlərin layihələndirilməsi üzrə nəşr edilmiş məqalədə yüksək sürətli torna dəzgahlarında kəsici qüvvələri proqnozlaşdırmaq üçün yeni model işlənilib hazırlanmışdır. Model kəsici alətin həndəsəsi, emal parametrləri və material xüsusiyyətləri kimi amilləri nəzərə alır. Modelin eksperimental olaraq təsdiqləndiyi və maşının kəsici qüvvələrinin optimallaşdırılması üçün istifadə oluna biləcəyi göstərilmişdir (Arslan, 2019),.

Tədqiqatda göstərilmişdir ki, hazırlanmış model eksperimental olaraq təsdiq edilmişdir. Model müxtəlif kəsici alət həndəsəsi, emal parametrləri və material xüsusiyyətləri üçün kəsici qüvvələri dəqiq proqnozlaşdırmağa qadirdir.

Bu işdə hazırlanmış model yüksək sürətli torna tezgahlarında kəsmə qüvvələrini proqnozlaşdırmaq üçün yeni bir üsul təklif edir. Model maşını optimallaşdırmaq və emal proseslərinə nəzarət etmək üçün istifadə edilə bilər. Modelin ümumi üstünlükləri aşağıda qeyd edilmişdir:

- Dəzgahın kəsici qüvvələrinin optimallaşdırılması
- Emal proseslərinə nəzarət
- Alətin ömrünü proqnozlaşdırmaq
- Maşın vibrasiyasını minimuma endirmək
- Kəsmə mayesinin istifadəsinin optimallaşdırılması
- Emal xərclərini azaltmaq

Reşit Erçetin ve Hamdi Emre Bağırın tərəfindən 2022-ci ildə aparılma tədqiqat tədqiqat Universal və CNC nəzarətli torna tezgahlarında FMEA metodu ilə riskin qiymətləndirilməsi tətbiqinə dair ətraflı təhlili təqdim edir. Tədqiqat bir universitetin maşın laboratoriyasında istifadə olunan universal və CNC torna tezgahlarının iş sağlamlığı və təhlükəsizliyi baxımından mövcud təhlükələri müəyyən etmək və bu təhlükələrdən yaranan riskləri qiymətləndirmək məqsədi daşıyır. Risk

qiymətləndirilməsi Uğursuzluq Rejimi və Təsirlərin Təhlili (FMEA) metodu ilə aparılıb və risk prioritet nömrələri hesablanıb.

Tədqiqat torna dəzgahlarında baş verə biləcək potensial təhlükələri ətraflı şəkildə ortaya qoyur və bu təhlükələrin əməyin mühafizəsi və təhlükəsizliyinə təsirini qiymətləndirir. Universal və CNC torna dəzgahlarının risk qiymətləndirmə nəticələrinə əsasən, görülməli olan qoruyucu və profilaktik tədbirlərə dair tövsiyələr təqdim olunur. Bu tövsiyələr potensial istehsalat qəzalarının və peşə xəstəliklərinin qarşısını almaq məqsədi ilə iş yerlərində təhlükəsiz iş mühitini təmin etmək məqsədi daşıyır.

Tədqiqat maşınqayırma və metal istehsalı sənayesində tez-tez istifadə olunan torna dəzgahlarının risklərini anlamaq və azaltmaq üçün mühüm addım hesab olunur. Tədqiqat iş sağlamlığı və təhlükəsizliyi standartlarının təkmilləşdirilməsinə kömək etmək və sektora əhəmiyyətli töhfə verməklə istehsalat qəzalarının qarşısını almaq üçün məlumatlılıq və təcrübələrin inkişaf etdirilməsi məqsədi daşıyır. Buna görə də, tədqiqatın nəticələri sektordakı praktiklər, tədqiqatçılar və qərar qəbul edənlər üçün faydalı ola biləcək vacib məlumatları ehtiva edir.

2017-ci ildə Hüseynov və Əmirov tərəfindən “Maşınların təmir texnologiyası” mövzusunda tədqiqat aparılmışdır. Tədqiqatda keyfiyyət tədqiqat metodundan istifadə edilmişdir. Araşdırmalar çərçivəsində torna dəzgahlarında tez-tez rast gəlinən nasazlıqlar və bu nasazlıqların diaqnostika və təmir üsulları müəyyən edilib. Tədqiqatda ədəbiyyat araşdırması, sorğu və ekspert rəyləri kimi məlumat toplama üsullarından istifadə edilmişdir (Hüseynov, Əmirov, 2017).

Torna dəzgahlarında tez-tez rast gəlinən nasazlıqların diaqnostika və təmir üsullarını müəyyən etmək və bu nasazlıqları daha tez və asan təmir etməyə kömək etmək məqsədi ilə tədqiqat aparılmışdır.

Tədqiqatda torna dəzgahlarında tez-tez rast gəlinən nasazlıqların diaqnostikası və təmir üsulları üçün ətraflı məlumat verilir. Bundan əlavə, bu nasazlıqları daha sürətli və asan təmir etmək üçün bəzi təkliflər təklif olunur. Tədqiqatda qeyd edilir ki, torna dəzgahlarında ən çox rast gəlinən nasazlıqlar elektrik nasazlığı, mexaniki nasazlıqlar və hidravlik nasazlıqlardır. Bu nasazlıqların diaqnostikası və təmir üsulları nasazlığın növündən və mürəkkəbliyindən asılı olaraq dəyişir. Nasazlıqların daha tez və asan

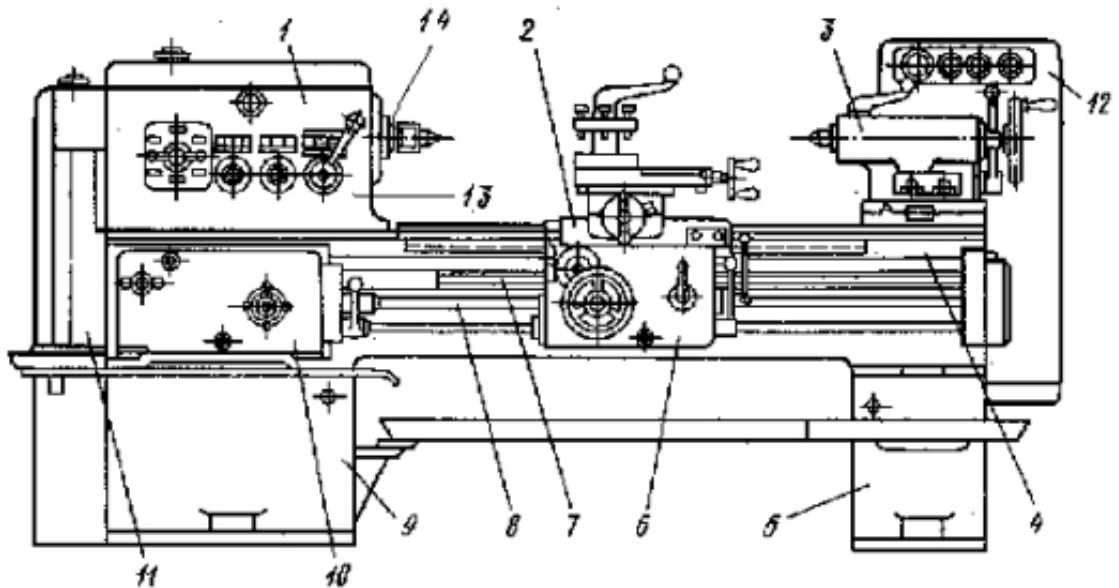
şəkildə aradan qaldırılması üçün torna dəzgahlarına mütəmadi qulluq etmək və təmizləmək, ilk əlamətlər görünəndə nasazlıqları aradan qaldırmaq, təmir zamanı orijinal ehtiyat hissələrdən istifadə etmək tövsiyə olunur. Torna dəzgahlarına texniki qulluq və təmir üçün ixtisaslı kadrların hazırlanması, tornaların təmiri üçün istifadə olunan avadanlıq və ehtiyat hissələrinin işlənib hazırlanması, torna dəzgahlarının nasazlıqlarının diaqnostikası və təmiri üzrə təlim kurslarının təşkili mütləq olaraq qeyd edilmişdir.

Feng Cang-Xue (Jack) dönmə parametrlərinin səth pürüzlülüyünə təsirini öyrənmişdir. O, sürətin və kəsmə dərinliyinin, alətin və iş materialının radiusunun iş materialının səthi pürüzlülüyünə təsirini öyrənmişdir. O, müşahidə olunan səth pürüzlülüyünə ən çox təsir etdiyini aşkar etdi və həmçinin müxtəlif dönmə parametrləri arasında güclü qarşılıqlı təsirlərin olduğunu müşahidə etdi. Cəfər Zare və Əfsari Əhməd TiN örtüklü alətlərdən istifadə edərək Df2 (1.2510) polad çubuqların dönmə əməliyyatlarında performans xüsusiyyətlərini təhlil elədi.. Üç kəsmə parametri, yəni kəsmə sürəti, mil sürəti və kəsmə dərinliyi səth pürüzlülüyünü nəzərə alaraq optimallaşdırılmışdır. Tədqiqat göstərir ki, Taguchi metodu tam faktorial dizaynla müqayisədə minimum sınaq sayı daxilində göstərilənləri həll etmək üçün uyğundur. Bu tədqiqatın əsas məqsədi dönmə prosesinə prosesə nəzarətdə Taguchi dizayn metodundan istifadənin sisteməlik proseduru nümayiş etdirmək və aşağı material çıxarma sürətinə nail olmaq üçün dönmə parametrlərinin birləşməsini tapmaq idi. Prasad və başqaları. fərdi kompüter əsaslı generativ CAPP sisteminin bir hissəsi kimi torna əməliyyatları üçün emal parametrlərinin müəyyən edilməsi üçün optimallaşdırma modelinin işlənib hazırlanması haqqında məlumat verdi. Onların tədqiqatında nəzərə alınan iş parçası materialına polad, çuqun, alüminium və mis daxildir. Bu işdə yüksək sürətli polad və örtülməmiş karbid əlavə alət materialları nəzərdən keçirilir (Anderson, & Wilson, 2014). Məqsəd funksiyasını formalaşdırmaq üçün istehsal vaxtının minimuma endirilməsi əsas götürülür. Bu işdə nəzərə alınan məhdudiyyətlərə güc, səthin bitirilməsi, dözümlülük, iş parçasının sərtliyi, kəsmə sürətlərinin diapazonu, maksimum və ya minimum kəsmə dərinliyi və kəsilmənin ümumi dərinliyi daxildir. Təkmilləşdirilmiş riyazi modellər çox keçidli dönmə əməliyyatları üçün tolerantlıq və

iş parçasının sərtlik məhdudiyyətlərinin dəyişdirilməsi ilə formalaşdırılır. Formalaşdırılmış modellər həndəsi və xətti proqramlaşdırma üsullarının birləşməsi ilə həll edilir. Feng və başqaları İş parçasının sərtliyi, kəsici alət nöqtəsinin bucağı, kəsmə dərinliyi, mil sürəti və kəsmə vaxtı kimi iş parametrlərini nəzərə alaraq empirik model hazırlamaqla bitirmə döngəsi əməliyyatında səth pürüzlülüğünün proqnozlaşdırılması üçün tədqiq edilmişdir. Səth pürüzlülüğünü proqnozlaşdırmaq üçün empirik modelin işlənilib hazırlanması üçün verilənlərin çıxarılması üsullarından, loqarifmik məlumatların transformasiyası ilə qeyri-xətti reqressiya analizindən istifadə edilmişdir. Kirby və başqaları torna əməliyyatında səth pürüzlülüğünün proqnozlaşdırılması modelini işləyib hazırlamışdır. Reqressiya modeli tək kəsmə parametri ilə hazırlanmış və prosesdaxili səth pürüzlülüğünün proqnozlaşdırılması sistemi üçün üç ox boyunca vibrasiya seçilmişdir. Çoxsaylı reqressiya və dispersiya təhlilindən istifadə etməklə üç oxda ölçülən qidalanma sürəti və vibrasiya parametrləri arasında güclü xətti əlaqə və cavab səthinin pürüzlülüğünü aşkar edilmişdir. Müəlliflər nümayiş etdirdilər ki, iş mili sürəti və kəsilmə dərinliyi effektiv səth pürüzlülüğünü proqnozlaşdırma modeli üçün mütləq sabitlənməli olmaya bilər (Çelik, 2017). Pal və başqaları torna əməliyyatında səth pürüzlülüğünün proqnozlaşdırılması üçün geri yayılma neyron şəbəkəsi modelinin işlənilib hazırlanmasını tədqiq etmiş və çoxlu sayda təcrübələrin aparılması üçün kəsici alət kimi yüksək sürətli polad ilə yumşaq poladdan hazırlanmış iş parçalarından istifadə etmişdir. Müəlliflər səth pürüzlülüğünün proqnozlaşdırılması üçün neyron şəbəkə modelinə giriş kimi sürət, yem, kəsmə dərinliyi və kəsmə qüvvələrindən istifadə edilə bilər. İşin nəticəsi olaraq proqnozlaşdırılan səth pürüzlülüğünü eksperimental dəyərə çox yaxındır. Singh və başqaları TiC ilə örtülmüş volframla örtülməmiş karbid əlavələri ilə EN24 poladın tornalanması zamanı emal parametrlərinin, yəni sürətin, qidalanmanın və kəsilmə dərinliyinin optimal dəyərinin təyin edilməsi yolu ilə qidalanma gücünün optimallaşdırılması üzrə tədqiq edilmişdir.

Əhməd Al-tornalamada səth pürüzlülüğünün proqnozlaşdırılması üçün optimal emal parametrlərinin alınması üçün tələb olunan metodologiyayı işləyib hazırlamışdır. Empirik modelin işlənilib hazırlanması üçün verilənlərin loqarifmik çevrilməsi ilə qeyri-xətti reqressiya təhlili tətbiq edilmişdir. Hazırlanmış model kiçik səhvlər və qənaətbəxş

nəticələr göstərdi. Tədqiqat belə nəticəyə gəldi ki, aşağı yem sürəti azaldılmış səth pürüzlülüynü yaratmaq üçün yaxşıdır və həmçinin yüksək sürət eksperimental sahədə yüksək səth keyfiyyəti yarada bilər.



Şək.1.1. Universal torna dəzgahın sxemi

1-qabaq aşığı,2-altlıq,3-arxa aşığı,4-çatı, 5,9-tumbalar, 6-döşlük, 7-veriş vinti,8-veriş valı, 10-veriş qutusu,11-qitara,12-elektrik aparatları, 13-sürətlər qutusu

M Y Noordin AISI1045 poladı işləyərkən fırlanma sürətinin və kəsmə sürətinin səth pürüzlülüynə və tangensial qüvvəyə təsirini araşdırdı. ANOVA, yemin tədqiq edilən cavab dəyişəninə təsir edən ən əhəmiyyətli amil olduğunu ortaya qoydu. Kəsmə sürəti də tangensial qüvvəyə ikinci dərəcəli töhfə verdi. RSM istifadə edərək hazırlanmış azaldılmış kvadratik modellər kifayət qədər dəqiq idi. Marinkovic Velibor və başqaları alaşım poladın quru tək nöqtəli tornalamasında səth pürüzlülüynün optimallaşdırılması üçün Taquchi metodunu istifadə etmişdir. Onlar belə nəticəyə gəldilər ki, kəsmə sürətinin artması ilə səth pürüzlülük davamlı olaraq yaxşılaşdırılır, lakin qidalanma sürətinin və kəsilmə dərinliyinin artması səth pürüzlülüynün əhəmiyyətli dərəcədə pisləşməsinə səbəb olur. Taquchi optimallaşdırma metodundan istifadə etməklə əldə edilən nəticələr müəyyən etdi ki, kəsmə sürəti ən yüksək səviyyədə, həm fırlanma sürəti, həm də kəsmə dərinliyi ən aşağı səviyyədə saxlanılmalıdır. Matthew A Kuttolamadom səthin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün praktiki tövsiyələrlə yanaşı, milin üstünlüyünə diqqət yetirməklə, maşın

pürüzlülüğünün səthi pürüzlülüğünə təsir edən parametrləri araşdırdı. Belə qənaətə gəlmək olar ki, kəsilmiş səth pürüzlülüğünə çatana qədər qidalanmanın artması və daha sonra məhsuldarlığı maksimuma çatdırmaq üçün pürüzlülük diapazonunda səth sürətini artırın. Kumanan və başqaları Genetik Alqoritm tərəfindən öyrədilmiş çoxqatlı qavrayışdan istifadə edərək emal qüvvələrinin proqnozlaşdırılması metodologiyasını təklif etmişdir. Dönmə prosesinin eksperimental nəticələrindən əldə edilən məlumatlar, emal qüvvələrini çıxış kimi əldə etmək üçün təklif olunan üç girişli Süni Neyron Şəbəkələrini öyrətmək üçün tətbiq edilmişdir. Optimal Süni Neyron Şəbəkələrinin çəkilişi Genetik Alqoritm axtarışından istifadə etməklə əldə edilmişdir. Genetik Alqoritm və Süni Neyron Şəbəkələrindən hazırlanmış hibridi əvəz edən bu funksiya hesablama baxımından səmərəli və giriş emal şərtləri üçün emal qüvvələrini proqnozlaşdırmaq üçün dəqiq tapıldı. Tamizhmanii və başqaları SCM 440 lehimli poladın tornalanması zamanı optimal kəsmə şəraitində səth pürüzlülüğünün optimal dəyərini tapmaq üçün Taquchi metodunu tətbiq etmişdir. Təcrübə Taquchi metodu ilə tərtib edilmiş və eksperimentlər aparılmış və nəticələri Variasiya təhlili metodu ilə təhlil edilmişdir. Müəyyən edilmiş keyfiyyətsiz səthin səbəbləri dəzgah titrəyişləri, analiz üçün təsirləri nəzərə alınmayan alət tıqqıltılarıdır. Müəlliflər belə qənaətə gəldilər ki, bu üsulla əldə edilən nəticələr alətlərin vibrasiyası, kəsici qüvvələr və s. üzrə oxşar tipli tədqiqatlar üçün digər tədqiqatlar üçün faydalı ola bilər. İşin nəticələrinə görə, kəsilmə dərinliyi səth pürüzlülüğünə töhfə verən yeganə mühüm amildir. Ölçülmüş nəticələr daha sonra MINITAB15 kommersiya proqram paketinin köməyi ilə toplanmış və təhlil edilmişdir. Təcrübələr 45, 73 və 101 m/dəq kəsmə sürəti, 0,11, 0,18 və 0,25 mm/dev yem sürəti və 4,7,10 bar buxar təzyiqi daxil olmaqla, kəsmə dərinliyi 0,5 mm sabit saxlanılmaqla aparılmışdır. . Kəsmə parametrlərinin səth pürüzlülüğünə təsiri qiymətləndirilmiş və sonda səth pürüzlülüğünü minimuma endirmək üçün optimal kəsmə şəraiti müəyyən edilmişdir. Cavab səthi metodologiyasından istifadə etməklə kəsmə parametrləri ilə səth pürüzlülüğü arasında ikinci dərəcəli model yaradılmışdır. Eksperimental nəticələr göstərdi ki, səth pürüzlülüğünü üçün ən əhəmiyyətli emal parametri buxar təzyiqindən sonra yemdir. Proqnozlaşdırılan dəyərlər və ölçülmüş dəyərlər kifayət qədər yaxın idi, bu,

hazırlanmış modelin Fasiləsiz Gücləndirilmiş Alüminium kompozitlərinin emalında səth pürüzlülüyünü proqnozlaşdırmaq üçün effektiv şəkildə istifadə edilə biləcəyini göstərir. Abburi və s. Bunun üçün qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi və neyron şəbəkələrindən istifadə edilmişdir. Müəlliflər verilmiş proses dəyişənləri üçün səth pürüzlülüyünü proqnozlaşdırmaq, eləcə də verilmiş səth pürüzlülüyü üçün proses dəyişənlərinin proqnozlaşdırılması qaydasını işləyib hazırlamışlar.



Şək.1.2.Universal torna dəzgahın sürətlər qutusu

Bu dəzgahların vacib komponentlərindən biri sürətlər qutusudur. Sürətlər qutusu, dəzgahın fırlanma hərəkətinin müxtəlif sürətlərdə və momentlərdə idarə edilməsini təmin edir. Sürətlər qutusu, torna dəzgahının əsas hərəkət mexanizmlərindən biridir və onun əsas funksiyaları aşağıdakı kimidir (Hüseynov, Əsədov, 2017), (şək.1.2):

- Dəzgahın əsas milinin müxtəlif fırlanma sürətlərində işləməsinə imkan verir.
- Dəzgahın əsas milinə ötürülən momentin idarə edilməsi.
- Fərqli materialların və iş parçasının tələblərinə uyğun olaraq müxtəlif emal proseslərini yerinə yetirmə imkanı.

Universal torna dəzgahının sürətlər qutusu adətən aşağıdakı komponentlərdən ibarətdir:

- Dişli çarxlar: Fərqli dişli çarxlar fırlanma hərəkətini ötürmək və sürəti tənzimləmək üçün istifadə olunur.
- Şaftlar: Dişli çarxlar arasında hərəkəti ötürən şaftlar.
- Yaxalar və sancaqlar: Şaftların dəstəklənməsi və hərəkətin sabitliyi üçün istifadə olunan komponentlər.
- Sürət dəyişdirici mexanizmlər: Fırlanma sürətinin dəyişdirilməsi üçün istifadə olunan mexanizmlər.

Sürətlər qutusunda sürət dəyişdirmə mexanizmi aşağıdakı şəkildə işləyir:

- Dişli keçidlər: Müxtəlif dişli çarxların seçilməsi və yerləşdirilməsi ilə fırlanma sürətinin tənzimlənməsi.
- Qayış : Bəzi sürətlər qutularında qayış mexanizmləri istifadə olunur ki, bu da müxtəlif sürət aralıqlarını təmin edir.
- Yivli şaftlar: Dişli çarxların yivli şaftlar üzərində hərəkəti sürət dəyişdirməni təmin edir.

Wang et al. Ortogonal Array of Taguchi metodundan istifadə edərək, dörd parametri nəzərə alaraq (sürət, kəsmə dərinliyi, qidalanma sürəti, alət burnu) boz relyasiya analizi ilə birləşdirdi və optimallaşdırmaq üçün ECCOCA-3807 CNC LT16 XI torna dəzgahında dəqiq dönmə zamanı səthin pürüzlülüüyü, alətin aşınması və materialın çıxarılması sürətini hesabladılar. Çox məqsədli xüsusiyyətlərə nail olmaq üçün Siqnal-küy (S/N) nisbətini orta təsirini təhlil etmək üçün MINITAB proqramı tətqiq edilmişdir. Bu tətqiqat təkə Ortoqonal Array və boz relyasiya analizindən istifadə edərək optimallaşdırma yanaşmalarını təklif etməklə yanaşı, dərin fikirlərlə dəqiq CNC tornalamasında çoxsaylı emal performansını yaxşılaşdırmaq üçün qənaətbəxş bir texnikaya töhfə verdi. E. Daniel Kirby et al. dönmə parametrləri və oxşar tətqiqatlar ilə bağlı ədəbiyyat tələb edən effektiv Taguchi Parameter Design tətqiqatı aparmışdır. Əlbəttə ki, dönmə əməliyyatında ən asan idarə olunan amillər yem sürəti, kəsmə sürəti və kəsilmə dərinliyidir: bunların hər biri səthin bitməsinə təsir göstərə bilər. Federativ, mil sürəti və kəsmə dərinliyinin səthin bitməsinə təsirini araşdıran bir neçə tətqiqat mövcuddur. Bu tətqiqatların hamısı yem sürətinin səthin

bitməsinə güclü təsir göstərdiyi fikrini dəstəklədi. İş mili sürətinin və kəsilmə dərinliyinin hər bir araşdırmada fərqli təsir səviyyələrinə malik olduğu və tez-tez qarşılıqlı təsirin bir hissəsi kimi daha güclü rol oynadığı aşkar edilmişdir. Bu, bu idarə olunan parametrlərin səth pürüzlülüyünün optimallaşdırılmasında mühüm rol oynayacağını göstərir. Nəzarət olunmayan səs-küy faktoru kimi vibrasiya da səthin bitməsinə təsir göstərə bilər. Lin və Chanq radial vibrasiyaların səthin bitməsinə təsirini tədqiq etdilər və tapdılar ki, mil sürətinə görə amplituda və tezlik həm səthin topoqrafiyasına güclü təsir göstərir. Məsələn, zədələnmiş və ya balanssız çənələr səbəbindən mil vibrasiyası, balanssız vəziyyətin dərəcəindən və milin sürətindən asılı olaraq səthin bitməsinə təsir göstərəcəkdir (Comton, 2015). Vernon A və Özl T dönmə parametrlərini optimallaşdırmaq məqsədilə Taguchi Parametr Dizayn metodundan istifadə edərək tədqiqatlar aparmışlar. Bu tədqiqatlar səth pürüzlülüyünü, ölçü dəqiqliyini və ya alət aşınmasını optimallaşdırmaq üçün müxtəlif iş parçası materiallarından və idarə olunan parametrlərdən istifadə etdi. Hər biri kəsici alət hündəsinin, soyuducu suyun və digər emal parametrlərinin müxtəlif birləşmələrindən və səviyyələrindən istifadə edirdi. Bu onu göstərir ki, bu tip tədqiqata daxil edilə bilən bir sıra müxtəlif parametrlər var və parametrlərin unikal kombinasiyası verilmiş vəziyyətə uyğunlaşdırıla bilər. Davim J P səs-küy faktorunu nəzərə alaraq, həmin parametrlər diapazonunda ən aşağı səth pürüzlülüyünə nail olmaq üçün optimal dönmə əməliyyatı parametrlərini səmərəli şəkildə müəyyən etmək üçün tədqiq etmişdir. Tədqiqat bu məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı xüsusiyyəti əhatə edəcək: Mümkün olan ən az eksperimental işə malik massivdən istifadə. # Nəzarət parametrləri ilə cavab parametri arasındakı əlaqə. # Zədələnmiş çənə çənələrinin səs-küy faktoru kimi istifadəsi. # Səs-küy parametrlərinin cavab parametrinə təsiri. # Bu səs-küy faktorunu nəzərə alaraq, səth pürüzlülüyü üçün optimal dönmə əməliyyatı parametrləri. Dr.S.S. Chaudari və b. Bu texnikadan istifadə edərək tornalama parametrlərinin tədqiqi aparmışdır, istifadəçi emal sənayesi üçün birbaşa iqtisadi həllə meyllidir.

Müxtəlif dizayn və konfigurasiyalarına baxmayaraq, torna dəzgahları ümumi bir mövzuya malikdir: iş parçası ilə kəsici alət arasında nisbi hərəkət prinsipi. Bu paylaşılan təməl maşının komponentlərini və onların qarşılıqlı əlaqəsini təmsil etmək

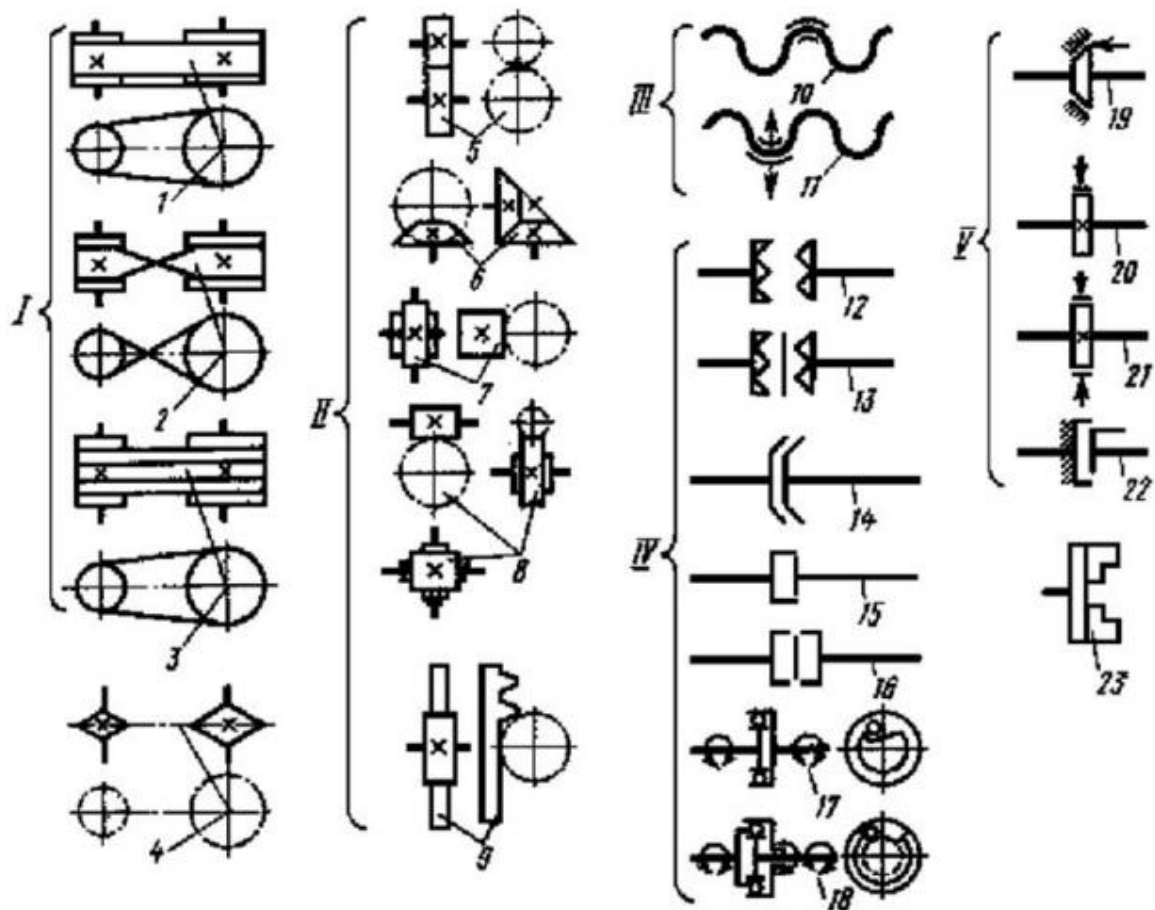
üçün standartlaşdırılmış simvollarla istifadə etməyə imkan verir. Bu simvollar, vizual dil kimi, torna dəzgahının kinematik strukturunun sxematik təsvirini təqdim edərək, onun funksionallığı haqqında ümumi anlayış təklif edir.

Bu standart simvollarla bəzədilmiş kinematik diaqramlar torna dəzgahının daxili işini başa düşmək üçün plan kimi xidmət edir. Onlar dişli çarxların, valların və kasnakların mürəkkəb qarşılıqlı əlaqəsini ortaya qoyur, bir parça metalı şah əsərə çevirən sinxron hərəkətləri təşkil edir. Bu simvollar dəyərli vizual yardım göstərsə də, hekayəni tam əks etdirmir. Bu boşluğu aradan qaldırmaq üçün kinematik diaqramlar tez-tez maşının incəliklərini deşifrə edən ədədi kodlar və etiketlər kimi əlavə annotasiyaları özündə birləşdirir.

Bu simvollar, diaqrama daxil edilmiş vacib məlumatlar olaraq, kasnağın diametrləri, dişli spesifikasiyası (dişlərin və modulların sayı), qurd dişli parametrləri (yivlərin sayı), aparıcı vida addımı və elektrik mühərrikinin xüsusiyyətləri (güc və dövriyyə sürəti) kimi mühüm detalları ortaya qoyur.). Kinematik sxemləri bilməklə, torna dəzgahının daxili işlərini daha dərinləndirən başa düşmək olar. Bu, maşının ruhuna nəzər salmaq, xammalı sənət əsərinə çevirən komponentlərin mürəkkəb rəqsini başa düşmək kimidir. Bu diaqramlar mühəndislər, texniki işçilər və dünyamızı formalaşdıran mexaniki möcüzələrə heyran olan hər kəs üçün əvəzsiz alətlər rolunu oynayır (Erdaş, 2020),.

Əslində kinematik diaqramlar torna dəzgahları üçün rentgen şüalarına bənzəyir, onların skelet quruluşunu və onları canlandıran komponentlərin mürəkkəb qarşılıqlı təsirini ortaya qoyur. Onlar bu çox yönlü maşınları başa düşmək, onlara qulluq etmək və idarə etmək üçün vacib alətlərdir və onların metalı heyranedici yaradıcılığa çevirməyə davam etməsini təmin edir.

MQL yüksək emal xərcləri və ya ətraf mühit və işçi sağlamlığı kimi yüksək sürtkü yağının istehlakından irəli gələn bir çox kəsmə problemlərini azalda bilən bir texnikadır və torna əməliyyatı zamanı səth pürüzlülüyünün və alət aşınmasının təhlili üçün ən uyğun olan dizayn üsuludur.



Şək.1.3. Dəzgahların kinematik sxemlərində əsas elementlərin şərti işarələri

I-qayış ötürməsi: yastı qayış ötürməsi (1), çarpaz qayış ötürməsi (2), pazvari qayışla ötürmə (3), zəncir ötürməsi (4); II-dişli ötürmələr: silindrik dişli çarxlarla (5), konusvari dişli çarxlarla (6), vintli çarxlarla (7), sonsuz vint (8), reyka (9); III-gediş vinti ilə ötürmə: ayrılmayan qayka ilə (10), ayrılan qayka ilə (11); IV-muftalar: yumruqlu birtərəfli (12), yumruqlu iki tərəfli (13), konusvari (14), disk şəkilli birtərəfli (15), diskşəkilli ikitərəfli (16), birtərəfli ötmə muftası (17), ikitərəfli ötmə muftası (18); V-əyləc: konusvari (19), kolodkalı (20), lentvari (21), diskli (22), şpindelın patronu (23)

Daşqın kəsici maye təchizatı ilə MQL emalının kəsici performansı. Yumşaq poladın tornalanmasında eksperimental nəticələr göstərir ki, kəsmə sürəti, qidalanma sürəti və kəsilmə dərinliyi alətin aşınmasına nəzarət edə bilən əsas parametrlərdir. W.H.Yang, Y.S. Tarng və başqaları. torna əməliyyatlarında kəsmə parametrlərinin optimallaşdırılması üçün Taquçi metodunun tətbiqini müzakirə etmişdir. Bu tədqiqatda göstəriləyi kimi, Taguchi metodu ən optimallaşdırma üsulları üçün tələb olduğundan daha az effektivlə kəsmə parametrlərinin dizayn optimallaşdırılması üçün

sistemli və səmərəli metodologiya təmin edir. Göstərilmişdir ki, alətin istifadə müddəti və səthi pürüzlülük dönmə əməliyyatları üçün əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırıla bilər. Optimal kəsmə parametrlərini yoxlamaq üçün təsdiqləmə təcrübələri aparılmışdır. Alət ömrünün və səthin pürüzlülüğünün ilkin kəsmə parametrlərindən optimal kəsmə parametrlərinə qədər yaxşılaşdırılması təxminən 250% təşkil edir.

Majid Tolouei-Rad və digərləri məqalədə optimal alət yolunun planlaşdırılması üçün birləşmiş riyazi qrafik yanaşma vasitəsilə frezelemə əməliyyatlarının performansını yaxşılaşdırır. Təkmilləşdirmə material çıxarma sürətini və nəticədə kəsici qüvvələri və tiqqiltını limitlər daxilində saxlamaq və kəsici alətdə zərbələri aradan qaldırmaqla əldə edilir. Bu, alətin ömrünü artırır və alətin qırılma riskini azaldır. Nəticələr praktiki təcrübələrlə təsdiqlənmişdir, bu müddət ərzində daha hamar səth bitirmələri və emal vibrasiyasında və səs-küydə nəzərəcarpacaq dərəcədə azalma müşahidə edilmişdir. Bu, alətin ömrünün təxminən 15% artmasına və daha sabit və təhlükəsiz emal əməliyyatlarına nail olunmasına əlavədir (Brown., & Miller, 2019). Bununla belə, orta material çıxarma sürətinin azalması və alət yollarının daha uzun olması səbəbindən emal müddəti bir qədər artmışdır. Xüsusilə 5 oxlu CNC dəzgahı tələb edən heykəltəraş səthlərin emal edilməsi zamanı daha geniş freze əməliyyatlarını əhatə etmək üçün tədqiqatı genişləndirmək nəzərdə tutulur. İlk təcrübələr göstərir ki, eyni prinsip bu əməliyyatlara da tətbiq edilə bilər. Kamal Hassan, Anish Kumar, M.P Garg giriş parametrlərinin material çıxarma sürətinə təsirini öyrənmək üçün ətraflı bir araşdırma aparılmışdır. Tədqiqatdan aşağıdakı nəticələr çıxarılmışdır: 1. Materialın çıxarılması sürətinə əsasən kəsmə sürəti və qidalanma sürəti təsir edir. Kəsmə sürətinin artması ilə materialın çıxarılması sürəti artır və sürət artdıqca materialın çıxarılması sürəti artır. 2. ANOVA analizindən, materialın çıxarılması sürətinin ötürülmə sürətinə əhəmiyyətli təsir göstərən parametrlərin və qidalanma sürəti və kəsmə sürəti arasındakı qarşılıqlı əlaqənin dəyişməni azaltmaq üçün materialın çıxarılması sürətinə əhəmiyyətli təsir göstərdiyi aşkar edilmişdir. 3. Təcrübələrdə nəzərə alınan parametrlər materialın maksimum çıxarılması sürətinə nail olmaq üçün optimallaşdırılıb. Seçilmiş diapazonda sərbəst dönməni aşkar etmək üçün giriş prosesi parametrlərinin ən yaxşı qəbulu (Maksimum materialın çıxarılması sürəti) aşağıdakı kimidir: i. Kəsmə sürəti,

yəni 55 m/dəq. ii. Fırlanma sürəti, yəni 0,35 mm/dövr. iii. Kəsmə dərinliyi 0,2 mm olmalıdır. Satyanarayana Kosaraju və başqaları torna əməliyyatında kəsici parametrlərin optimallaşdırılması üçün Taquchi metodunun tətbiqini müzakirə etdi. Bu tədqiqatda göstərildiyi kimi, Taquchi metodu əksər optimallaşdırma üsulları üçün tələb olunan daha az səylə kəsmə parametrlərinin dizaynı və optimallaşdırılması üçün sistemli və səmərəli metodologiya təmin edir. Optimal parametr kombinasiyasında eksperimentlər aparmaqla və həmçinin S/N nisbətini təhlil etməklə dönmə əməliyyatı üçün kəsici qüvvənin və temperaturun əhəmiyyətli dərəcədə azaldığı göstərilmişdir. Anderson P. Paiva kəsmə sürəti (V), yem sürəti (f) və kəsmə dərinliyi (d) kimi müxtəlif parametrlərlə AISI 52100 üzərində təcrübə aparılmışdır (Harris,, & Thompson, 2015). Nəzərə alınan nəticələr bunlar idi: qarışıq keramika alətinin ömrü (T), hər parça üçün emal dəyəri (Kp)), kəsmə vaxtı (Ct), ümumi fırlanma dövrü müddəti (Tt), səth pürüzlülüüyü (Ra) və materialın çıxarılması sürəti (MRR). Bu hədəflərin vahid məqsəd funksiyasına yığılması birinci əsas komponent korrelyasiya matrisinin balından istifadə etməklə aparılır və problemin əsas məhdudiyyəti kimi eksperimental bölgə istifadə olunur. Birinci əsas komponentin orijinal məlumat dəstini təmsil etmək üçün kifayət edə bilməyəcəyini nəzərə alaraq, ikinci əsas komponent balı (PC2) baxımından müəyyən edilmiş tamamlayıcı məhdudiyyət əlavə edilir. Orijinal cavablar eyni çəkilərə malikdir və çoxvariantlı optimallaşdırma MRR-nin maksimallaşdırılmasına gətirib çıxarır və digər nəticələri minimuma endirir. Çoxdəyişənli məqsəd funksiyasının qəbul etdiyi optimallaşdırma növü orijinal nəticələrlə formalaşmış korrelyasiya matrisinin məxsusi vektorlarını araşdıraraq müəyyən edilə bilər. Nəticələr göstərir ki, çox cavablı optimallaşdırma 238 m/dəq kəsmə sürətində, 0,08 mm/dövr fırlanma sürətində və 0,32 mm kəsmə dərinliyində əldə edilir (Eşiyok, 2021).

1.2.Mühəndislik təhlillərin icmalı

Edward F. Connelly tərəfindən yazılmış "Machine Tool Reconditioning and Applications" kitabı, torna dəzgahlarının təmir və yenidən işlənməsi proseslərini ətraflı şəkildə izah edir. Kitabda müxtəlif torna dəzgahlarının hissələrinin identifikasiyası,

onların təmir metodları və texnoloji prosesləri barədə ətraflı məlumatlar verilir. Mühəndislik təhlili üçün faydalı məlumatlar və real dünya nümunələri ilə zəngin olan bu kitab, mühəndislər və texniki işçilər üçün əvəzolunmaz bir qaynaqdır.

Kitabda torna dəzgahlarının zədələnmiş və yıpranmış hissələrinin identifikasiyası üçün istifadə olunan müxtəlif metodlar təhlil edilir. Bu metodlar arasında vizual yoxlama, ultrasonik testlər, maqnit toz testləri və digər müasir texnologiyalar yer alır. Zədələnmiş hissələrin dəqiq identifikasiyası, təmir prosesinin düzgün və səmərəli şəkildə aparılması üçün kritik əhəmiyyətə malikdir. Vizual yoxlama sadə, lakin təsirli bir metod olaraq təsvir edilir. Ultrasonik testlər, çatların və içəridəki digər qüsurların aşkarlanmasında yüksək dəqiqlik təmin edir. Maqnit toz testləri, səth çatlarının və digər kiçik qüsurların aşkarlanmasında faydalıdır (Ersöz, 2019).

Kitabda zədələnmiş hissələrin bərpası üçün lazım olan tələblər və metodlar geniş şəkildə izah olunur. Bu mərhələdə, hissələrin yenidən işlənməsi, dəyişdirilməsi və ya təmiri üçün zəruri olan materiallar, alətlər və avadanlıqların seçilməsi mühüm yer tutur. Bərpa prosesinin uğurlu olması üçün keyfiyyət standartları və texniki tələblər diqqətlə müəyyənləşdirilməlidir. Hissələrin bərpası üçün yüksək keyfiyyətli materialların və dəqiq alətlərin seçilməsi vacibdir. Keyfiyyət standartlarına uyğun olaraq bərpa işlərinin aparılması, dəzgahın uzunömürlülüyünü və funksional effektivliyini artırır. Təmirdən sonra dəzgahın ilkin parametrlərinə uyğun işləməsinə təmin etmək üçün dəqiqlik və səlahiyyət əsas tələblərdir.

Kitabda müxtəlif texnoloji proseslər və təmir metodları ilə bağlı ətraflı məlumatlar təqdim edilir. Bu metodlar arasında qaynaq, örtükləmə, mexaniki işləmə və digər xüsusi texnologiyalar yer alır. Hər bir metodun tətbiqi, zədələnmiş hissələrin xüsusiyyətlərinə və təmir tələblərinə uyğun olaraq seçilir. Qaynaq texnologiyaları, böyük və mürəkkəb zədələrin bərpasında geniş istifadə edilir. Örtükləmə metodları, səthin dayanıqlılığını artırmaq və korroziyaya qarşı qorumaq üçün əhəmiyyətlidir. Mexaniki işləmə metodları, dəqiq ölçülər və yüksək keyfiyyət təmin edən bərpa işlərində vacibdir.

Kitabda müxtəlif real təcrübələr təqdim olunur. Bu nümunələr, mühəndislik təhlili və təmir proseslərinin praktiki tətbiqi baxımından faydalıdır. Hər bir nümunədə, zədələnmiş hissələrin identifikasiyası, təmir metodları və nəticələr ətraflı şəkildə izah edilir. Real nümunələr, oxuculara mühəndislik təhlilinin və təmir proseslərinin praktiki tətbiqini göstərir. Nümunələrdən əldə edilən nəticələr, müxtəlif zədələnmiş hissələrin bərpası üçün optimal həll yollarının müəyyən edilməsinə kömək edir. Bu nümunələr, dəzgahların uzunmüddətli işləmə müddətini və performansını artırmaq üçün praktik məsləhətlər təqdim edir.

"Machine Tool Reconditioning and Applications" kitabı, torna dəzgahlarının təmir və yenidən işlənməsi prosesi barədə ətraflı məlumatlar və mühəndislik təhlili üçün faydalı olan məlumatlar təqdim edir. Kitab, zədələnmiş hissələrin identifikasiyası, bərpa tələblərinin müəyyənləşdirilməsi və texnoloji proseslərin tətbiqi ilə bağlı ətraflı təhlillər və real dünya nümunələri ilə zəngindir. Bu məlumatlar, mühəndislər və texniki işçilər üçün əvəzolunmaz bir qaynaqdır və təmir proseslərinin səmərəli şəkildə həyata keçirilməsinə kömək edir.

B.S. Dhillon tərəfindən yazılmış "Engineering Maintenance: A Modern Approach" kitabı, mühəndislik baxımından texniki təmir və baxım metodlarını əhatə edir. Kitabda, dəzgahların zədələnmiş hissələrinin identifikasiyası və təmiri üçün müasir texnologiyalar və metodlar müzakirə olunur. Dəzgahların mühəndislik təhlili və bərpası ilə bağlı müxtəlif yanaşmalar geniş şəkildə izah edilir. Kitabda zədələnmiş hissələrin identifikasiyası üçün istifadə olunan müasir texnologiyalar və metodlar ətraflı şəkildə izah olunur. Bu metodlar, dəzgahların səmərəli işləməsi və uzunömürlülüyünü təmin etmək üçün kritik əhəmiyyətə malikdir.

- Vizual yoxlama: Sadə və təsirli bir metod kimi təsvir edilir, amma bəzi qüsurların aşkar edilməsi üçün yetərli olmaya bilər.
- Ultrasonik testlər: Daxili çatların və qüsurların aşkarlanmasında yüksək dəqiqlik təmin edir. Bu metod, metal hissələrin zədələnmələrinin dəqiq müəyyənləşdirilməsi üçün istifadə edilir.

- Maqnit toz testləri: Səth çatlarının və kiçik qüsurların aşkarlanmasında faydalıdır. Bu metod, ferromaqnit materialların yoxlanılması üçün geniş istifadə edilir.
- Radyografik testlər: Metal hissələrin içərisindəki qüsurların vizual təsviri üçün yüksək dəqiqlik təmin edən bir metoddur. X-ray və gamma şüalarının istifadə edilməsi ilə həyata keçirilir.

Kitabda, zədələnmiş hissələrin bərpası üçün tələb olunan texniki tələblər və metodlar geniş şəkildə müzakirə olunur. Bu mərhələdə, hissələrin yenidən işlənməsi, dəyişdirilməsi və ya təmiri üçün zəruri olan materiallar, alətlər və avadanlıqların seçilməsi mühüm yer tutur.

- Material seçimi: Bərpa işlərində istifadə ediləcək materialların yüksək keyfiyyətli və uyğun olması vacibdir. Zədələnmiş hissələrin bərpası üçün istifadə olunan materiallar, orijinal hissələrin xüsusiyyətlərinə uyğun olmalıdır.
- Keyfiyyət standartları: Bərpa işlərinin keyfiyyət standartlarına uyğun aparılması, dəzgahın uzunömürlülüynü və funksional effektivliyini artırır.
- Texniki tələblər: Təmirdən sonra dəzgahın ilkin parametrlərinə uyğun işləməsinə təmin etmək üçün dəqiqlik və səlahiyyət əsas tələblərdir.

Kitabda müxtəlif texnoloji proseslər və təmir metodları ilə bağlı ətraflı məlumatlar təqdim edilir. Bu metodlar, zədələnmiş hissələrin yenidən işlənməsi və bərpası üçün ən optimal həll yollarını təqdim edir.

- Qaynaq texnologiyaları: Böyük və mürəkkəb zədələrin bərpasında geniş istifadə edilir. Qaynaq metodları, metal hissələrin birləşdirilməsi və möhkəmləndirilməsi üçün əhəmiyyətlidir.
- Örtükləmə metodları: Səthin dayanıqlılığını artırmaq və korroziyaya qarşı qorumaq üçün istifadə olunur. Bu metodlar, metal hissələrin səthlərinin bərpası və qorunması üçün faydalıdır.

- Mexaniki işləmə metodları: Dəqiq ölçülər və yüksək keyfiyyət təmin edən bərpa işlərində vacibdir. Bu metodlar, zədələnmiş hissələrin yenidən işlənməsi və orijinal ölçülərə qaytarılması üçün istifadə edilir.
- Termik emal: Metal hissələrin mexaniki xüsusiyyətlərini və dayanıqlılığını artırmaq üçün termik emal prosesləri tətbiq edilir.

Kitabda qeyd edilir ki, CU 500 universal torna dəzgahları yüksək dəqiqlik və davamlılıq təklif edən və geniş çeşiddə istehsal və emal proseslərində istifadə olunan maşınlar sırasındadır. Bununla belə, bu maşınların bəzi hissələri davamlı istifadə nəticəsində köhnələ və ya zədələnə bilər. Təmir texnologiyası prosesinin təkmilləşdirilməsi bu maşınların işini və ömrünü yaxşılaşdırmaq üçün çox vacibdir.

Təmir prosesinə başlamazdan əvvəl maşının ətraflı mühəndislik təhlili aparılmalıdır. Bu təhlil zəif və zədələnmiş sahələri müəyyən etmək və lazımi düzəlişlər və təmir işlərini planlaşdırmaq üçün lazımdır.

Vəziyyətin qiymətləndirilməsi: Tezğahın hazırkı vəziyyətinin ətraflı tədqiqi, köhnəlmə əlamətlərinin aşkarlanması.

Problem sahələrinin aşkarlanması: zədələnmiş və ya köhnəlmiş hissələrin müəyyən edilməsi.

Təhlil və hesabat: Aşkar edilmiş problemlərin səbəbləri və bu problemlərin həlli üçün tövsiyə olunan üsullar haqqında ətraflı hesabatların hazırlanması.

Təmir prosesinin uğurlu olması üçün yaxşı planlaşdırma tələb olunur. Bu planlaşdırma işin ardıcılığını, tələb olunan materialları və istifadə ediləcək üsulları əhatə etməlidir.

Hissələrin təchizatı: Lazımi ehtiyat hissələrinin və təmir materiallarının tədarüku.

İş axınının müəyyən edilməsi: Hansı tapşırıqların hansı ardıcılıqla yerinə yetiriləcəyini müəyyən etmək.

Vaxt qrafiki: Təmir prosesinin hər bir mərhələsi üçün təxmini vaxt çərçivələrinin müəyyən edilməsi.

CU 500 torna dəzgahını təmir etmək üçün istifadə edilə bilən müxtəlif texnologiya və üsullar mövcuddur. Bu üsullar maşının müxtəlif hissələrinin təmiri üçün xüsusi olaraq seçilməlidir.

Mexanik emal: köhnəlmiş hissələrin yenidən emal edilməsi və ya dəyişdirilməsi.

Qaynaq Technologies: Qırıq və ya çatlamış metal hissələrin birləşdirilməsi.

Kaplama və bərkitmə: Aşınmış səthlərin yenidən örtülməsi və bərkitilməsi.

Təmizləmə və Yağlama: Dəzgahın təmizlənməsi və müvafiq yağlamanın tətbiqi.

Dəqiq Ölçmə və Tənzimləmə: Dəzgahın dəqiqliyini və dəqiqliyini bərpa etmək üçün lazımi ölçmə və düzəlişlərin edilməsi.

Addım 1: Müvafiq yoxlama və ilkin hazırlıq

- Maşının bütün hissələrinin ətraflı müayinəsi və zədələnmiş hissələrin müəyyən edilməsi.
- Lazımi materialların və avadanlıqların hazırlanması.

Addım 2: Zədələnmiş hissələri təmir edin və ya dəyişdirin

- Mexanik emal və ya qaynaq üsullarından istifadə edərək zədələnmiş hissələrin təmiri.
- Aşınmış hissələrin örtülməsi və bərkitilməsi.

Addım 3: Tezgahın təmizlənməsi və yağlanması

- Dəzgahın bütün səthlərinin təmizlənməsi.
- Müvafiq sürtkü yağlarından istifadə edərək maşını yağlanması

Addım 4: Dəqiq ölçmələr və tənzimləmələr

- Maşının bütün parametrlərinin edilməsi və həssaslığının yoxlanılması.
- Lazımi parametrlərin qurulması və sınaqdan keçirilməsi.

Addım 5: Son yoxlamalar və testlər

- Maşının bütün funksiyalarının yoxlanması və işlək vəziyyətdə olduğunun təsdiqlənməsi.
- Son yoxlamalar aparmaqla təmir prosesini tamamlamaq.

Təmir prosesi başa çatdıqdan sonra maşının performansı və funksionallığı qiymətləndirilməlidir. Bu qiymətləndirmə təmirin müvəffəqiyyətini və maşının uzunmüddətli istifadəsini təmin edir.

"Engineering Maintenance: A Modern Approach" kitabı, mühəndislik baxımından texniki təmir və baxım metodları barədə ətraflı məlumatlar təqdim edir. Kitabda, dəzgahların zədələnmiş hissələrinin identifikasiyası, bərpa tələblərinin müəyyənləşdirilməsi və texnoloji proseslərin tətbiqi ilə bağlı geniş təhlillər və real dünya nümunələri təqdim olunur. Bu məlumatlar, mühəndislər və texniki işçilər üçün əvəzolunmaz bir qaynaqdır və təmir proseslərinin səmərəli şəkildə həyata keçirilməsinə kömək edir.

II FƏSİL. TORNA DƏZGAHLARIN TƏSNİFATI VƏ TƏMİR-TEXNOLOJİ PROSESİ

2.1. Torna dəzgahların təsnifatı

XVII və XVIII əsrin əvvəllərində Rusiyada dəzgahqayırmanın inkişafında Nartovun böyük əməyi olmuşdur. O ilk dəfə torna-köçürmə dəzgahını yaratmışdır. Onunla bərabər Yakov Batışevin (bir neçə burğu dəzgahını yaratmışdır), silahların lülələrinin emalı üçün burğu, doqrama dəzgahları yaradan Pavel Zaxarov və başqalarını qeyd etmək olar. Rus sənətkarlarının hesabına Rusiyada XVIII əsrdə qarşılıqlı-əvəz olunan hissələrin tətbiqinə Avropadan 70-80 il tez başlandı. Tipin daxilində dəzgahlar texniki xarakteristikalarına görə fərqlənir (cədvəl 2.1).

Tornalar metal emalında ən çox istifadə olunan dəzgahlardan biridir. Onlar fırlanan şaftın ətrafında saxlanılan iş parçasının kəsici alətlərlə formalaşdırılması prinsipi üzərində işləyirlər. Tornalar müxtəlif ölçülərdə, funksiyalarda və xüsusiyyətlərdə istehsal olunur və müxtəlif meyarlara görə təsnif edilə bilər.

1. Funksiyalarına görə təsnifat:

Universal torna dəzgahları: Onlar ən çox yayılmış növdür və torna, qazma, yiv açma, kəsmə və diş açma kimi müxtəlif əməliyyatlar üçün istifadə edilir.

Revolver torna dəzgahları: Kütləvi istehsalda çoxlu sayda eyni hissələrin sürətlə istehsalı üçün istifadə olunur. O, çoxlu kəsici alətləri olan revolver başlığı ilə təchiz edilmişdir.

Avtomatik torna dəzgahları: Mürəkkəb formalı kiçik hissələrin kütləvi istehsalı üçün istifadə olunur. Proses zamanı insan müdaxiləsinə ehtiyac yoxdur.

Şablon dəzgahları: İş parçasını şablona uyğun formalaşdırmaq üçün istifadə olunur. Mürəkkəb formalı hissələrin dəqiq istehsalı üçün idealdır.

Boru tornaları: Boruların və boru hissələrinin emalı üçün istifadə olunur.

2. Quruluşuna görə təsnifat:

Üfüqi tornalar: Ən çox yayılmış növüdür və yataqları üfüqi vəziyyətdədir.

Şaquli tornalar: Bunlar yatağı şaquli vəziyyətdə olan torna dəzgahlarıdır. Böyük və ağır iş parçalarını emal etmək üçün istifadə olunur.

Masaüstü tornalar: Bunlar kiçik ölçülü və daşına bilən torna dəzgahlarıdır. Hobbî məqsədləri üçün və ya kiçik emalatxanalarda istifadə olunur.

3. İdarəetmə sistemlərinə görə təsnifat:

Əl ilə idarə edilən tornalar: Bütün əməliyyatlar əl ilə idarə olunur.

CNC torna dəzgahları: Kompüter Rəqəmsal Nəzarət (CNC) sistemi ilə idarə olunur. Bu, yüksək dəqiqlik və təkrarlanabilirlik təklif edir.

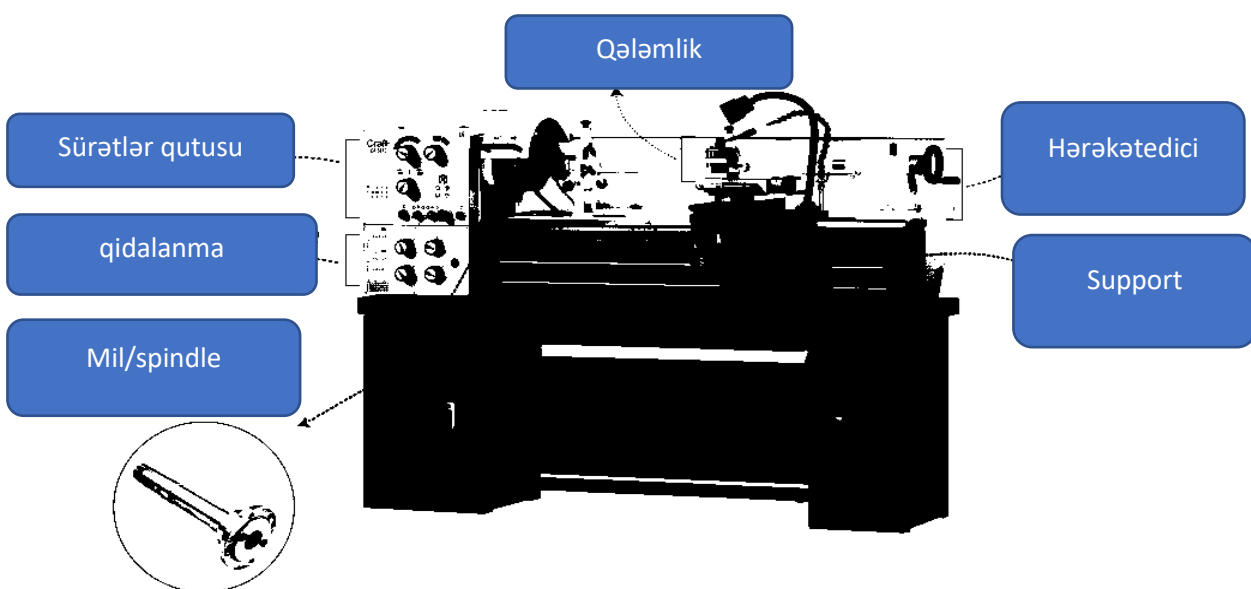
PLC torna dəzgahları: Proqramlaşdırıla bilən Məntiq Nəzarətçisi (PLC) tərəfindən idarə olunur. O, avtomatlaşdırma sistemlərinə inteqrasiya oluna bilər.

4. Digər təsnifat meyarları:

Gücünə görə: liçik, orta və böyük güclü tornalar

Dəqiqliyinə görə: yüksək, orta və aşağı dəqiqlikli tornalar

Xüsusi istifadəyə görə: xüsusi funksiyaları olan torna dəzgahları



Şək.2.1. Torna dəzgahının əsas hissələri

Cədvəl 2.1.

Dəzgahların növlər üzrə qruplaşdırılması

Dəzgahlar	Qrupun şifri	Dəzgahların tipləri									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Torna	1	Avtomatlar və yarımavtomatlar			Revolver	Deşmə- doğrama	Karusel	Torna və alın	Çoxkəskili	İxtisaslaş- dırılmış	Müxtəlif torna dəz.
		Xsusiləş- dirilmiş	Birşpindelli	Çoxşpindelli							
Bürğu və içyonma	2	-	Şaquli bürğu	Yarımavtomatlar		Koordinat içyonma	Radial bürğu	Üfüqi içyonma	Almaz içyonma	Üfüqi bürğu	Müxtəlif bürğu dəz.
				Birşpindelli	Çoxşpindelli						
Pardaqlama, cilalama və yetirmə	3	-	Dairəvi pardaqlama	Daxili pardaqlama	Soyma, pardaqlama	İxtisaslaş- dırılmış pardaqlama	-	İtilmə	Yastı pardaqlama	Sürtmə və cilalama	Abraziv alətlə işləyən müxtəlif dəz
Kombinə edilmiş	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diş və yiv emal edən	5	Yiv emal edən	Silindrik çarxlar üçün dişyonan	Konik çarxlar üçün dişkəsən	Dişfrezləyən	Sonsuz vint çarxları üçün	Çarx dişləri yanlarının emalı üçün	Yiv frezləyən	Diş tamamlayan	Diş və yiv pardaqlayan	Müxtəlif diş və yiv emal edən dəz.
Frez	6	-	Konsol şaquli frez	Fasiləsiz işləyən frez	-	Köçürmə frez	Konsolsuz şaquli frez	Uzununa	Geniş universal	Konsol üfüqi frez	Müxtəlif frez dəz.
Düzyonma, iskənə və dartma	7	-	Uzununa düzyonma		Eninə düzyonma	iskənə	Üfüqi dartma	-	Şaquli dartma	-	Müxtəlif düzyonma dəz.
Bir dayaqlı			İki dayaqlı								
Doğrama	8	-	Doğrama			Duzaltma doğrama	Mişarlar			-	-
			Torna kəskisi ilə işləyən	Abraziv dairə ilə işləyən	Disklə işləyən		Lentvari	dikvari	Bıçaqvari		
Müxtəlif	9	-	Mufta və boru emal edən	Mişarlar kəsən	Düzəlmə və mərkəzsiz soyan	-	Alətlərin sınağı üçün	Bölgü maşınları	Tarazlaşdırıcı	-	-

Cədvəl 2.2

Üfüqi və şaquli universal torna dəzgahlarının xüsusiyyətləri

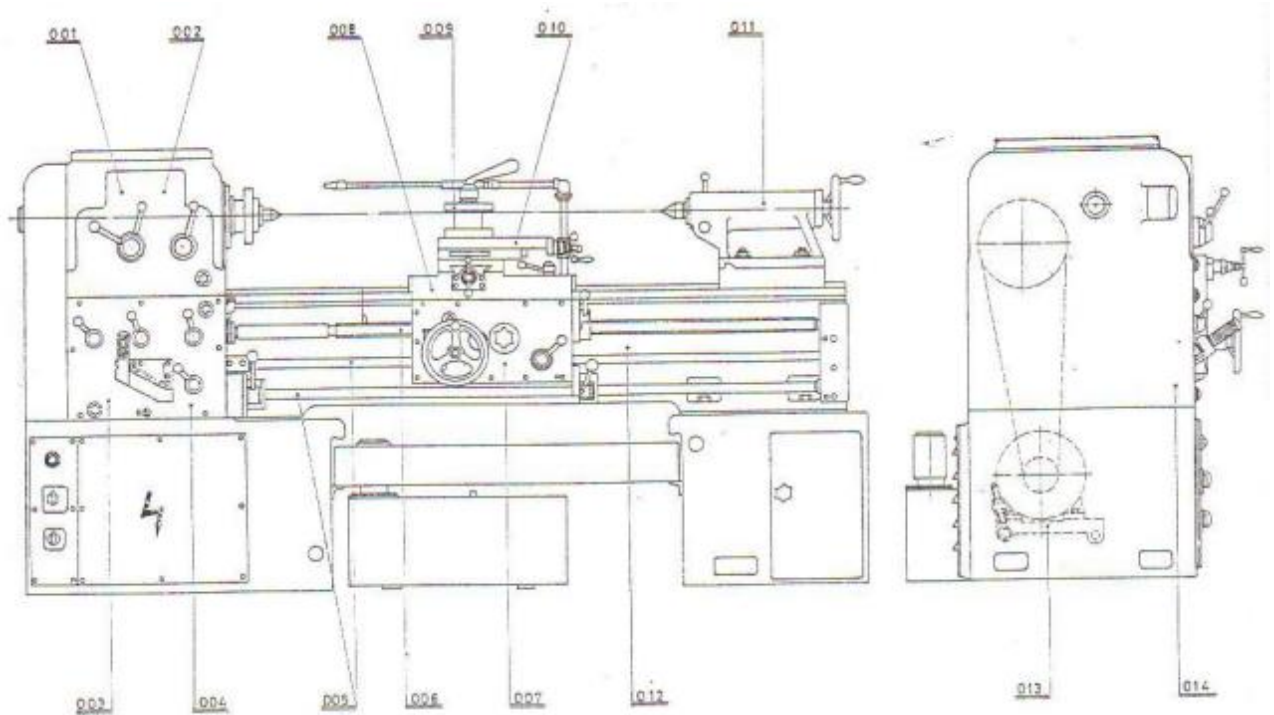
Üfüqi universal torna dəzgahı	Şaquli universal torna dəzgahı
Milin x oxu ətrafında fırlanma hərəkətin icra edir.	Milin y oxu ətrafında fırlanma hərəkətin icra edir.
Kəsicinin bağlandığı hissə və açar x oxu istiqamətində hərəkətliliyi təmin edir.	Kəsicinin bağlandığı hissə və açar y oxu istiqamətində hərəkətliliyi təmin edir.
Çox böyük olmayan detal hissələrin kəsim emalında istifadə olunur.	Böyük detalların kəsim emalında istifadə edilir.

2.2. Qüsurlu hissənin bərpa üçün sökülməsi

Universal torna dəzgahın qüsurlu hissənin təyin edilməsindən sonra onun sökülmə mərhələsi aşağıda qeyd edilmişdir:

- Təhlükəsizlik tədbirləri: Həmişə əməyin mühafizəsi qaydalarına uyğun işləmək lazımdır. Eynək, əlcək və uyğun paltar geyinmək şərtidir. İlk olaraq avadanlıq elektrik şəbəkəsindən ayrılır.
- Sökülməzdən əvvəl hissələrin yerləri və birləşmələri qeyd edilir və ya şəkli çəkilir. Bu, montaj zamanı rahatlığı təmin edir. Həmçinin, hissələrin sökülməsi və yığılması ilə bağlı hər hansı təlimat və ya sənədlər varsa, onları hazırlamaq uyğun bir addımdır.
- Qüsurlu hissəyə daxil olmaq üçün lazım olan bütün qapaqları, qoruyucuları və digər hissələri çıxarılır. Onlar adətən vintlər, boltlar və ya qıfillarla bərkidilir.
- Arızalı hissəni digər hissələrdən ayırmaq üçün sökülür. Bu, boltlar, vintlər və sıxacların boşaldılması və ya sökülməsi ilə icra edilir. Düzgün alətlərdən istifadə edərək, hissələri zədələmədən çıxarmaq şərtidir.
- Böyük və ya ağır əşyaları qaldırmaq üçün lazım olduqda müvafiq qaldırıcı avadanlıqdan istifadə edilir. Forkliftlər, qaldırıcı qarmaqlar və ya kranlar kimi avadanlıqlardan istifadə edilə bilər. Bu addım təhlükəsizlik baxımından son dərəcə vacibdir.
- Arızalı hissəni çıxardıqdan sonra hissəni yoxlayın və nasazlığın səbəbini müəyyən etməyə çalışın. Həmçinin hissələri təmizləyin və lazım olduqda xidmət göstərin. Bu, montajdan əvvəl hissənin vəziyyətini yaxşılaşdırır.
- Sökmə prosesi zamanı rast gəlinən hər hansı çətinlikləri, zədələri və ya əlavə məlumatları sənədləşdirmək mütləqdir. Bu, hissələrin yenidən yığılması zamanı prosesi asanlaşdırır və gələcək problemlərin qarşısını almağa kömək edə bilər.
- Qüsurlu hissələri saxlamaq və müvafiq şəkildə etiketləmək lazımdır. Bu, hissələrin itirilməsinin və ya qarışmasının qarşısını alır və montaj prosesini asanlaşdırır.

Bu addımları yerinə yetirməklə universal torna dəzgahının qüsurlu hissəsini təhlükəsiz və effektiv şəkildə sökmək mümkündür. Bununla belə, hər bir dəzgahın fərqli olduğunu unutmaq lazım, buna görə diqqət yetirmək üçün xüsusi təlimatlar və xüsusi detallar var.



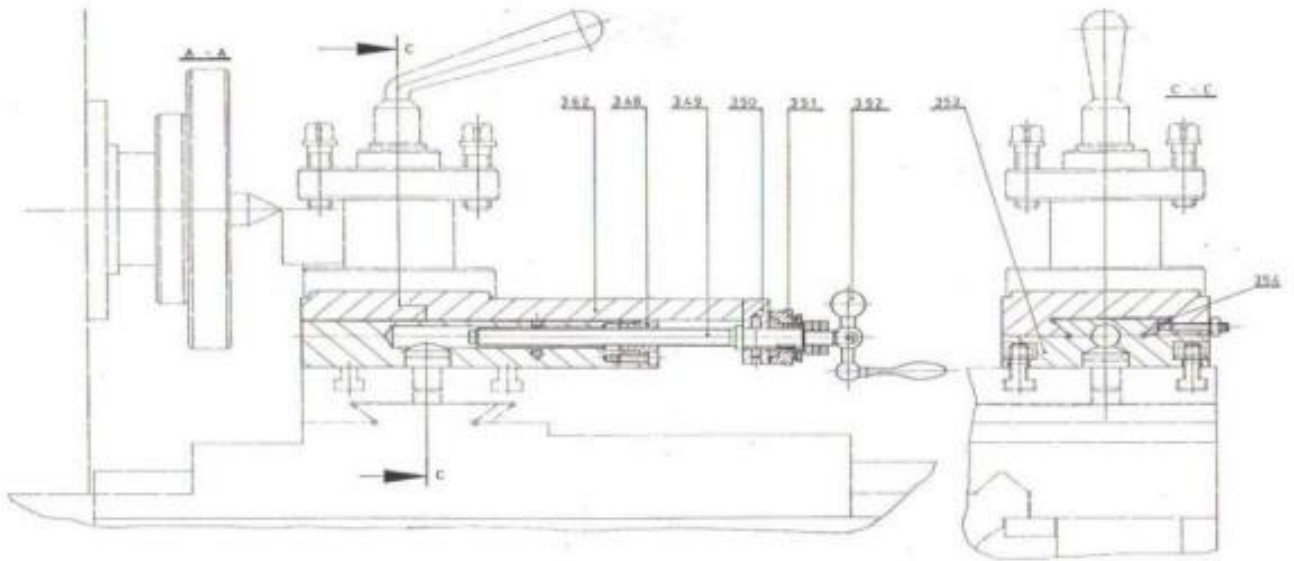
Şək. 2.2. Universal SU-400 markalı torna dəzgahın sxemi

Universal torna dəzgahlarının qüsurlu hissələrini təhlükəsiz və effektiv şəkildə sökmək üçün hər bir dəzgahın xüsusiyyətlərini nəzərə almalı və uyğun tədbirlər görməliyik:

- Hər bir dəzgahın öz xüsusiyyətləri və əsas mexanizmləri olur. Bu səbəbdən, qüsurlu hissəni sökməyə başlamadan əvvəl, dəzgahın istinad kitabçasını oxumaq və dəzgahın mümkün qədər ətrafını başa düşmək vacibdir.
- Torna dəzgahları güclü, hərəkətli hissələri ilə tanınır. Qüsurlu hissəni sökmədən əvvəl, dəzgahın elektrik və hərəkətli hissələri kapatılmalı və yaxşı qorunmalıdır. Əlavə olaraq, uyğun şəkildə sığorta edilməlidir.

- Dəzgahın qüsurlu hissəsi müəyyən edildikdə, onun nəticələri və detalları aşkar edilməlidir. Bu, parçanın necə bağlı olduğunu və hansı alətlərin lazım olduğunu başa düşməyə kömək edəcəkdir.
- Qüsurlu hissəni sökmədən əvvəl, lazım olan bütün alətlərin və təchizatın hazırlanması əsas önəmə malikdir. Bu, prosesin daha səmərəli və effektiv olmasına kömək edir.
- Qüsurlu hissəni sökmək üçün əvvəlcə dəzgahın nöqtələri müəyyən edilməlidir. Bu, qüsurlu hissəyə necə giriş etməli və hansı addımların izlənməsi lazım olduğunu başa düşməyə kömək edir.

Bu mərhələlər, torna dəzgahının qüsurlu hissəsini təhlükəsiz və effektiv şəkildə sökməyə kömək edir və prosesin nizamlı, tənzimlənmiş və səmərəli olmasına yardım edir.



Şək. 2.3. Dəstək avadanlığın sxemi

A-A-en kəsik ölçüləri, C-C-diametlər

Sökmə işinə başlamazdan əvvəl çıxarılaçaq komponentlərin üzərindəki nazik yağ sızıntılarını su ilə yaxşıca təmizləyirik ki, açarı çıxararkən sürüşməsin və iş qəzasına səbəb olmasın (Şək. 2.4)



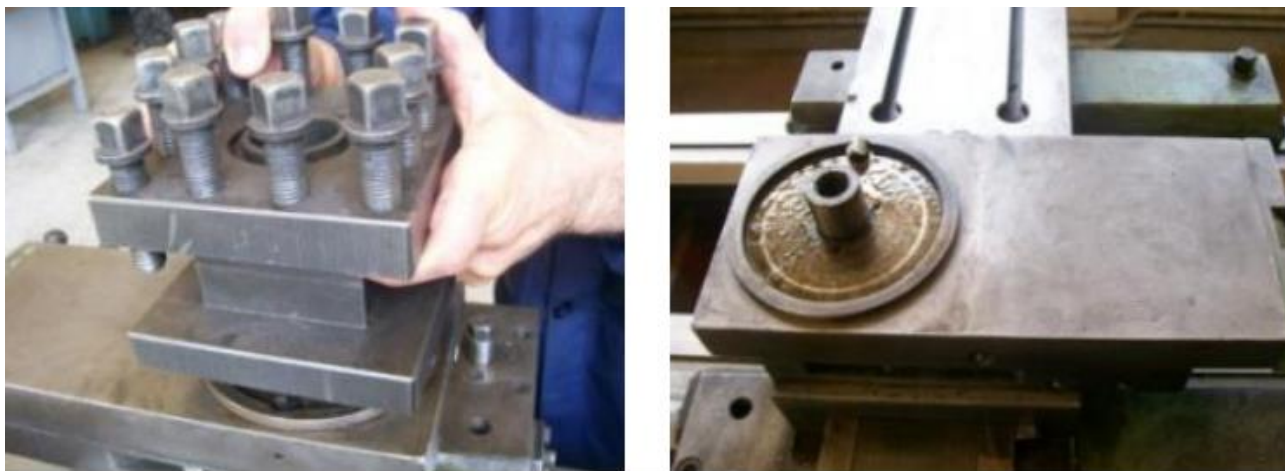
Şək. 2.4. Təmizləmə prosesi

Açardan istifadə edərək saat əqrəbinin əksinə buraraq vinti çıxarıyıq. Sökmə zamanı yalnız qol gücümüzdən istifadə edirik. Alət açarının yağlı olmadığından əmin olmaq şərtidir. Əks halda əllərinizdən sürüşə və yaralanmalara səbəb ola bilər. Sökülən hissələri sökmə qaydasında stenddə qeyd edirik(şəkil 2.5).



Şək. 2.5. Sökmə əməliyyatı

Detalı yuxarı çəkməklə sola və sağa çevirərək çıxarıyıq. Bu zaman iki nəfər birlikdə bunu çıxarıyıq, çünki detal ağırdır və əlimizdən sürüşüb özümüzü zədələyə bilər (Şək.2.6).



Şək. 2.6.Çevirmə əməliyyatı

Dəstəyin üzərindəki bürünc podşipnikdəki deformasiyaya uğramış “qələm tutacağıın bərkidici sancağı” kəlbətinlə çəkərək çıxarıyıq (Şək.2.7).



Şək.2.7.Çıxarılma prosesi

Sancağın paxası köhnəlib və artıq işlək deyil. Ona görə də yenisini hazırlamaq və dəyişdirmək lazımdır. Əgər hissələr kataloqu varsa, biz onu kataloqdan seçməklə hissəni dəyişdiririk. Ehtiyat hissəsi yoxdursa, onu mikrometre ilə diqqətlə ölçürük və yenisini hazırlayırıq. Bu zaman sancağın istehsalı zamanı lazımi təcrübə dözümlülük cədvəllərindən istifadə edirik. Müvafiq olaraq 16-17 açıq uclu açardan istifadə edərək dəstəyin əsas hissəsini çıxarıyıq (Şək.2.8). İki nəfər birlikdə dəstək hissəsini avadanlıqdan ehtiyatla hərəkət etdirərək ayırıyıq.



Şək. 2.8.Dəstəyin əsas hissənin çıxarılması

Növbəti mərhələdə çıxarılan hissəni yonqar, toz və yağları vakuumla təmizləyirik, vintləri növbə ilə çıxarıyıq (Şək.2.8).



Şək. 2.9.Vintlərin təmizlənərək çıxarılması

Detalın mərkəzində yerləşən silindrik başlı parçanı əlimizlə ehmalca hərəkət etdirərək çıxardırıq. Standart kataloqdan ölçüyə uyğun parça ilə dəyişdiririk (Şək. 2.10).



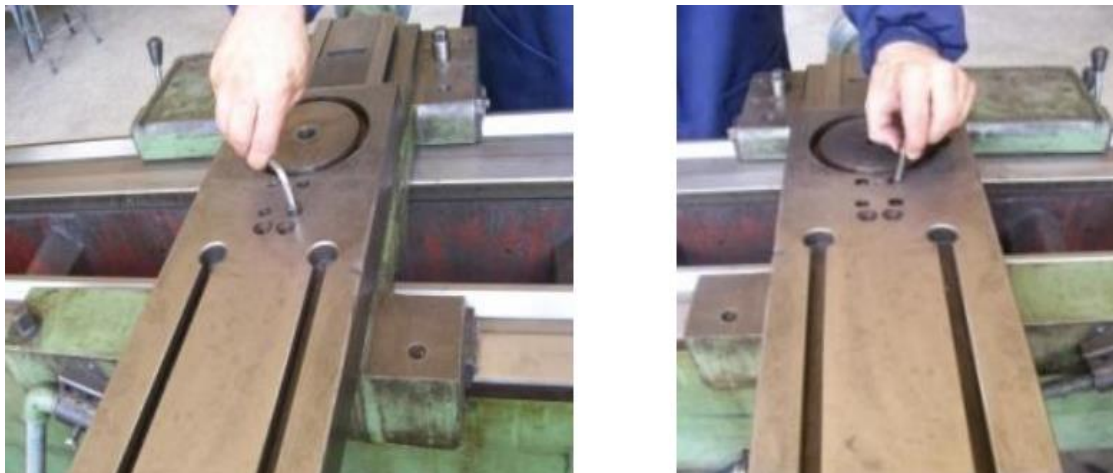
Şək.2.10. Silindrik başlıq parçanın yenisi ilə əvəz edilməsi

Yeni parça uğurla quraşdırıldıqdan sonra, detallı yoxlamaq və fəaliyyətini yoxlamaq üçün bir test proseduru tətbiq edilir. Bu, detalların doğru bir şəkildə yerləşdirildiyini və funksiyonunu yerinə yetirdiyini yoxlamaq üçün əlavə bir tədbirdir. Bu prosesin həyata keçirilməsi, detalların keyfiyyətini və istifadəyə hazır olduğunu təmin edir. Qeyd edək ki, Detalın dəyişdirilmə əməliyyatını başlanğıcından sonuna qədər planlaşdırmaq əsas önəmə malikdir. Bu, lazım olan alətlərin və materialların təmin edilməsi, əməliyyatın aparılacağı əraziyə hazırlıq, və quraşdırma prosesinin bir planını təyin etmək deməkdir. Vintləri detaldan ayırdıqdan sonra həmin hissəni təmiz parça ilə təmizləyirik. Bu hissənin təmiz olması proses üçün əhəmiyyətlidir (Şək.2.11).



Şək. 2.11.Çıxarılan hissənin təmizlənməsi

Təmizlikdən sonra detal üzərində mərkəzi hissədə yerləşən kiçik vintləri 6 mm ölçülü açarla boşaldırıq (Şək.2.12).



Şək. 2.12. Mərkəzi hissədə yerləşən kiçik vintlərin çıxarılması

Hissəni təmizləmək və yeniləmək önəmli bir addımdır. Mərkəzi hissədə yerləşən kiçik vintləri 6 mm ölçülü açarla boşaltmaq üçün bir neçə mərhələni izləyirik:

- 6 mm ölçülü açarı, vintlərin yerləşdiyi mərkəzi hissəyə yerləşdirin. Sərt və düzgün bir şəkildə təzyiq tətbiq edərək, vintləri dəliyin içindən təmizləyin. Bu, vintlərin sıxışdırılmış halını açar və onları çıxarmağa kömək edərək, yeni bir detala keçid edə bilmək üçün yol açır.
- Vintlərin çıxarılmasından sonra, onları yaxından yoxlamaq və təmizləmək vacibdir. Bunu etmək üçün, vintləri gözetərək, zədələnmə və ya qırlənmə olmadığından əmin olun. Daha sonra, vintləri uyğun təmizlik maddəsi və yumşaq bir fırça istifadə edərək təmizləyin.
- Vintləri təmizlədikdən sonra, yeni detala yerləşdirmək mümkündür. Yeni detalların düzgün işləyib işləmədiyini yoxlamaq üçün, qurğunun işləməsi mümkün olduqda, dəzgahı işə salmaq və yeni detalla qurğu bir neçə dövrə çevirmək mümkündür.

Bu proses, detalların təmizlənməsi və yenilənməsi prosesinin bir hissəsidir və qurğu performansını və fəaliyyətini təmin etmək üçün əlavə bir mərhələ təşkil edir.

2.3. Tədqiqat hesabatın aparılması ilə bağlı məlumatlar

Torna dəzgahlarında nasazlıqların hesablanması və qiymətləndirilməsi əməyin mühafizəsi, səmərəlilik və istehsal keyfiyyəti baxımından çox vacibdir. Bu cür hesablamalar tez-tez maşına texniki qulluq, nasazlıqların proqnozlaşdırılması və performansın qiymətləndirilməsi üçün aparılır. Torna dəzgahlarında nasazlıqların hesablanması zamanı nəzərə alınmalı olduğunuz bəzi əsas addımlar və üsullar bunlardır:

Torna və digər istehsal maşınlarında rast gəlinən nasazlıqlar ümumiyyətlə üç əsas kateqoriyaya bölünür: mexaniki, elektrik və hidravlik/pnevmatik. Hər bir uğursuzluq növü müxtəlif komponentlərdə və sistemlərdə baş verir və müxtəlif səbəblərə malikdir. İstehsal prosesinin fasiləsiz davam etdirilməsi və avadanlığın ömrünün uzadılması üçün bu cür nasazlıqların müəyyən edilməsi və müvafiq tədbirlərin görülməsi çox vacibdir.

1. Mexanik nasazlıqlar

Mexanik nasazlıqlar tornada hərəkət edən komponentlərin aşınması, qırılması və ya nasazlığı nəticəsində baş verir. Bu cür nasazlıqları müəyyən etmək və qarşısını almaq üçün müntəzəm texniki qulluq və monitoring lazımdır.

Rulmanlar:

Mümkün nasazlıqlar: Aşınma, yağ çatışmazlığı, yuvarlanan elementlərin qırılması.

Semptomlar: yüksək səs, həddindən artıq istiləşmə, vibrasiya.

Qabaqleyici tədbirlər: Daimi yağlama, yatağın ömrünün monitoringi, vibrasiya təhlili.

Toplar:

Mümkün qüsurlar: Səthin zədələnməsi, çatlama, aşınma.

Simptomlar: Yüksək sürtünmə, qeyri-bərabər hərəkət.

Profilaktik tədbirlər: Keyfiyyətli materiallardan istifadə, müntəzəm yoxlama və texniki qulluq.

Kəmərlər:

Mümkün qüsurlar: Aşınma, uzanma, qırılma.

Simptomlar: sürüşmə, səs-küy, vibrasiya.

Profilaktik tədbirlər: Düzgün gərginliyin təmin edilməsi, müntəzəm yoxlama və dəyişdirmə.

Ötürücü təkərlər:

Mümkün uğursuzluqlar: dişlərin qırılması, aşınma, yanlış hizalanma.

Simptomlar: səs-küy, vibrasiya, güc itkisi.

Profilaktik tədbirlər: Düzgün düzülmə, müntəzəm yağlama, dişlilərin yoxlanılması.

Şaftlar:

Mümkün nasazlıqlar: əyilmə, qırılma, aşınma.

Simptomlar: Flicker, yanlış hizalanma, performansın azalması.

Qabaqlayıcı tədbirlər: Müntəzəm uyğunlaşma yoxlamaları, material yorğunluğu testləri.

2. Elektrik xətaları

Tornadakı elektrik komponentləri sıradan çıxdıqda elektrik nasazlığı baş verir. Bu cür nasazlıqlar elektron idarəetmə sistemləri, mühərriklər və naqillər kimi komponentlərdə baş verə bilər.

Mühərriklər:

Mümkün nasazlıqlar: sarım yanması, rulmanların nasazlığı, həddindən artıq yüklənmə.

Simptomlar: Həddindən artıq qızdırma, tüstü, güc itkisi.

Profilaktik tədbirlər: Termik qorunma, müntəzəm texniki xidmət, yükün monitorinqi.

Kabellər:

Mümkün nasazlıqlar: İzolyasiya aşınması, qırılma, qısaqapanma.

Simptomlar: Qığılıcım, yanma qoxusu, elektrik dövrəsinin pozulması.

Profilaktik tədbirlər: Daimi vizual yoxlamalar, kabel idarəetmə sistemlərindən istifadə.

Nəzarət vahidləri:

Mümkün nasazlıqlar: Proqram təminatı xətalrı, hardware nasazlıqları, əlaqə problemləri.

Simptomlar: Yanlış əməliyyat, sistem xətaləri, rabitə kəsilməsi.

Profilaktik tədbirlər: Proqram təminatı yeniləmələri, ehtiyat sistemlər, müntəzəm texniki xidmət.

Sensorlar:

Mümkün nasazlıqlar: Çirklənmə, səhv kalibrəmə, əlaqənin kəsilməsi.

Simptomlar: Yanlış ölçmə, həyəcan siqnalları, prosesin dayandırılması.

Profilaktik tədbirlər: müntəzəm təmizləmə, kalibrəmə və sınaq.

Elektrik panelləri:

Mümkün nasazlıqlar: Sigorta partladı, kontaktor nasazlığı, qısaqapanma.

Simptomlar: Güc itkisi, elektrik dövrəsinin kəsilməsi, yanma qoxusu.

Profilaktik tədbirlər: Müntəzəm yoxlamalar və sınaqlar, ehtiyat hissələrin mövcudluğu.

3. Hidravlik/pnevmatik nasazlıqlar

Hidravlik və pnevmatik sistemlərdə nasazlıqlar maye və ya hava təzyiqi ilə işləyən komponentlərdə baş verir. Bu sistemlərdə nasazlıqlar çox vaxt sızma, təzyiq itkisi və komponentlərin nasazlığı şəklində baş verir.

Hidravlik nasoslar:

Mümkün nasazlıqlar: Aşınma, sızdırmazlıq problemləri, təzyiq itkisi.

Simptomlar: Performansın azalması, maye sızması, səs dəyişiklikləri.

Profilaktik tədbirlər: Daimi texniki qulluq, sıxlığın yoxlanılması, təzyiqin monitorinqi.

Pnevmatik klapanlar:

Mümkün nasazlıqlar: tıxanma, sızma, çirklənmə.

Simptomlar: Performansın azalması, hava sızması, klapanların nasazlığı.

Qabaqlayıcı tədbirlər: Müntəzəm təmizləmə, klapan baxımı, sıxlığa nəzarət.

Silindrlər:

Mümkün nasazlıqlar: Aşınma, möhür çatışmazlığı, təzyiq itkisi.

Simptomlar: Hərəkət itkisi, maye/hava sızması, performansın azalması.

Profilaktik tədbirlər: müntəzəm yoxlama və texniki qulluq, contaların dəyişdirilməsi, təzyiq sınaqları.

Hidravlik şlanqlar:

Mümkün nasazlıqlar: aşınma, çatlama, sızma.

Simptomlar: Maye sızması, təzyiq itkisi, şlanqın partlaması.

Profilaktik tədbirlər: müntəzəm yoxlama, şlanqların dəyişdirilməsi, təzyiqin monitorinqi.

Pnevmatik xətt:

Mümkün nasazlıqlar: Sızma, tıxanma, təzyiq itkisi.

Simptomlar: Hava təzyiqinin azalması, performansın azalması, xəttin tıxanması.

Profilaktik tədbirlər: Müntəzəm yoxlama, sızma aşkarlanması, tıxanmaların təmizlənməsi.

Ümumi profilaktik tədbirlər və nasazlıqların idarə edilməsi

Daimi Baxım Planları: Müntəzəm texniki xidmət planlarına uyğun olaraq bütün komponentlərin yoxlanılması və saxlanması.

Monitorinq və Diaqnostika Sistemləri: Vibrasiya, temperatur, təzyiq kimi parametrlərin monitorinqi və təhlili.

Təlim və Maarifləndirmə: Operatorları və texniki qulluqçuları nasazlıq əlamətləri və profilaktik tədbirlər haqqında öyrətmək.

Ehtiyat hissələrinin idarə edilməsi: Kritik komponentlər üçün ehtiyat hissələri ehtiyatlarının saxlanması və idarə edilməsi.

Data Analitikası və Proqnozlaşdırılan Baxım: Tarixi uğursuzluq məlumatlarının təhlili və proqnozlaşdırıcı texniki xidmət strategiyalarının həyata keçirilməsi.

Mühərrik nasazlığının qarşısının alınması və idarə edilməsi torna və digər sənaye maşınlarında istehsalın səmərəliliyini və təhlükəsizliyini təmin etmək üçün çox vacibdir. Həddindən artıq yüklənmə və qeyri-adekvat soyutma kimi ümumi səbəblərin müəyyən edilməsi, onların təsirlərinin başa düşülməsi və müvafiq profilaktik tədbirlərin görülməsi nasazlıqların minimuma endirilməsinə və maşının ömrünün uzadılmasına kömək edir. Müntəzəm texniki qulluq və monitorinq sistemlərinin tətbiqi mühərrik nasazlıqlarını erkən aşkar etməyə və tez bir zamanda müdaxilə etməyə imkan verir (Ozkan, & Kaya, 2019).

Mühərrikin nasazlığı torna və digər sənaye maşınlarında ümumi problemdir. Mühərriklər maşının hərəkətini və gücünü təmin etdikləri üçün kritik komponentlərdir və onların nasazlığı ciddi istehsal fasilələri və keyfiyyət problemlərinə səbəb ola bilər. Mühərrik nasazlığının müxtəlif səbəbləri, təsirləri və profilaktik tədbirlərin daha ətraflı nəzərdən keçirilməsi aşağıda təqdim olunur.

Mümkün səbəblər

1. Həddindən artıq yükləmə:

Tərif: Mühərrikin dizayn gücündən artıq yük altında işlədilməsi vəziyyətidir.

Səbəblər:

Yanlış mühərrik seçimi (mühərrikin gücü istehsal tələblərinə uyğun gəlmir).

Ani və böyük yük dəyişiklikləri.

Tez-tez başlanğıc və dayanma.

2. Qeyri-kafi soyutma:

Tərif: Mühərrikin iş zamanı çıxardığı istiliyi lazımi şəkildə yaya bilmədiyi vəziyyətdir.

Səbəblər:

Soyutma sistemlərində (fan, radiator və s.) tıxanma və ya nasazlıqlar.

Hava axınının maneə törədilməsi (toz, kir, xarici əşyalar).

Qeyri-kafi ventilyasiya mühiti.

3. Elektrik Problemləri:

Tərif: Mühərrikin elektrik komponentlərində baş verən nasazlıqlar.

Səbəblər:

Aşağı və ya yüksək gərginlik.

Qısa qapanma və ya torpaq xətaləri.

Boş və ya köhnəlmiş elektrik əlaqələri.

4. Mexanik Problemlər:

Tərif: Mühərrikin içərisindəki mexaniki komponentlərin aşınması və ya qırılmasıdır.

Səbəblər:

Rulmanların aşınması.

Rulman uğursuzluqları.

Milin əyilməsi və ya qırılması.

Vahid zamanda emal edilən detalların sayı ilə dəzgahın məhsuldarlığı təyin edilir. Torna dəzgahın məhsuldarlığı ədədi məhsuldarlıq, forma əmələgəlmə məhsuldarlığı və ya texnoloji məhsuldarlıqla ifadə edilə bilər.

Ədədi məhsuldarlıq aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$Q = \frac{T_0}{T} \quad \text{ədəd/il} \quad (2.1)$$

burada T_0 - illik vaxt fondu; T - detal hazırlanmasında bütün siklin tam vaxtıdır. Forma əmələgəlmə məhsuldarlığı vahid zamanda dəzgahda emal edilən səthin sahəsi ilə ölçülür:

$$Q_f = \frac{v_i}{L} \cdot \frac{t_i}{T} \quad (2.2)$$

Əgər emal prosesi fasiləsiz aparılsa və köməkçi əməliyyatlara əlavə vaxt sərf edilmirsə, yəni $t_k=0$, $T=t_i$, onda ədədi məhsuldarlıq texnoloji məhsuldarlıq anlayışına uyğun olur, yəni

$$Q_T = \frac{1}{t_i} \quad (2.3)$$

Dəzgah və dəzgah sistemlərinin məhsuldarlığının artırılmasının əsas yolları: kəsmə sürətinin artırılması, müxtəlif əməliyyatlarda əsas və köməkçi vaxtların uyğunlaşdırılması, köməkçi hərəkətlərə (boş gedişlərə) sərf edilən vaxtın azaldılması, bütün növ tsikldən kənar itgilərin azaldılmasından ibarətdir. Kəsmə sürətinin artırılması kəsici alətin materialının xassəsi ilə məhdudlaşdırılır. Kəsmə sürətinin kəskin artırılması yeni alət materialına keçidlə mümkündür. Tezkəsən polad və bərk xəlitəli alətlərin əvəzinə almaz və ovuntu bərk xəlitəli alətlər tətbiq etməklə kəsmə sürəti və verişi xeyli artırmaq mümkündür. Məhsuldarlığın artırılması effektiv yağlayıcı-soyuducu məhlulun tətbiqi ilə də əldə edilir. Qeyd olunduğu kimi, əsas və köməkçi əməliyyat vaxtlarını uyğunlaşdırmaqla məhsuldarlığı yüksəltmək olar. Bu ancaq çoxəməliyyatlı dəzgahlarda və fasiləsiz emal üsulları (mərkəzsiz paradaqlama, yivlərin nəqşlənməsi, fasiləsiz dartma və s.) tətbiq etməklə mümkündür. Müasir çoxəməliyyatlı dəzgahlarda alətin dəyişdirilmə vaxtı 3-5san. çox deyil. Pəstahın dəyişdirilməsinə sərf edilən köməkçi vaxtı azaltmaq üçün çoxəməliyyatlı dəzgahlarda

emal edilən detalı avtomatik dəyişdirən çoxmövqeli qurğular quraşdırılır. Dəzğahın məhsuldarlığını artırmaq üçün köməkçi hərəkətlərə sərf edilən vaxtın azaldılması intiqal və idarəetmə sisteminin təkmilləşdirilməsi ilə əldə edilir. Bütün növ tsikldən kənar itgiləri azaltmaq məqsədilə dəzğahın idarəetmə sistemi təkmilləşdirilir və kompleksli avtomatlaşdırma aparılır.

Tez və zəruri əmək və vəsait sərf etmədən yeni detalların hazırlanmasına sazlanma xüsusiyyəti dəzğah avadanlığının çevikliyi kimi başa düşülməlidir. Emal edilən müxtəlif detalların dəyişdirilməsi nə qədər tez təkrar edilərsə dəzğah avadanlığının çevikliyi də bir o qədər yüksək olmalıdır. Bununla çeviklik iqtisadi cəhətdən özünü doğrultmalı, yüksək məhsuldarlıq, məhsulun keyfiyyəti və yüksək avtomatlaşdırma səviyyəli xidmətə yararlı olmalıdır. Çeviklik iki göstərici ilə universallıq və yenidən sazlanma ilə xarakterizə edilir. Universallıq torna dəzğahda emalı aparılan müxtəlif detalların sayı ilə təyin edilir. İllik buraxılışın N emal edilən detalların nomenklaturuna I nisbəti hazırlanma seriyalılığını təyin edir:

$$S = \frac{N}{I} \quad (2.4)$$

Universal torna dəzğah avadanlığının məqsədə uyğun çevikliyi emal edilən detalların nomenklaturu ilə əlaqədardır.

Şək.2.1. Müxtəlif universallıqlı dəzğah avadanlığından istifadəetmə sahələrinə nümunələr: 1 - avtomat xətlər; 2 - yenidən sazlanan avtomat xətlər; 3 - çevik dəzğah sistemləri; 4 - dəzğah modulları və RPİ dəzğahları; 5 - əl ilə idarə edilən dəzğahlar.

Bir partiya pəstahdan digərinə keçəndə dəzğah avadanlığının yenidən sazlanmasına sərf edilən vaxt və vəsait itgisi ilə yenidən sazlanma təyin edilir. Beləliklə, yenidən sazlanma avadanlığın çeviklik göstəricisi sayılır və il ərzində həmin avadanlıqda partiya detalların sayından asılıdır. Beləliklə, partiyanın orta ölçüsü istehsalın xarakterindən və avadanlığın yenidən sazlanması ilə əlaqədardır (Taylor, & Lee, 2015):

$$p = \frac{N}{P} \quad (2.5)$$

burada P - partiyadakı detalların sayıdır. Hər bir dəzğah avadanlığı üçün yenidən sazlanmaya sərf edilən vəsaitin miqdarı məlumdur. Partiyadakı detalların sayını

artırmaqla yenidən sazlanmaya məsarif azalır, lakin gələcək iş üçün (məsələn, detallar yığmaya getməyəndə) detalların saxlama xərci artır və yarımçıq istehsal yaradır. Beləliklə, hər bir yenidən sazlanan dəzgah avadanlığı növü üçün partiyada emal edilən detalların optimal ölçüsü mövcuddur. Partiyada optimal ölçü nə qədər az olarsa, dəzgah avadanlığı bir o qədər yüksək çevikliyə malik olur. Dəzğahların idarə edilməsində hesablama texnikasının tətbiqi, onların manipulyator və RPI qurğuları ilə təchizi dəzgah avadanlığının çevikliyi artırmağa və avtomatlaşdırma səviyyəsini yüksəltməyə imkan verir.

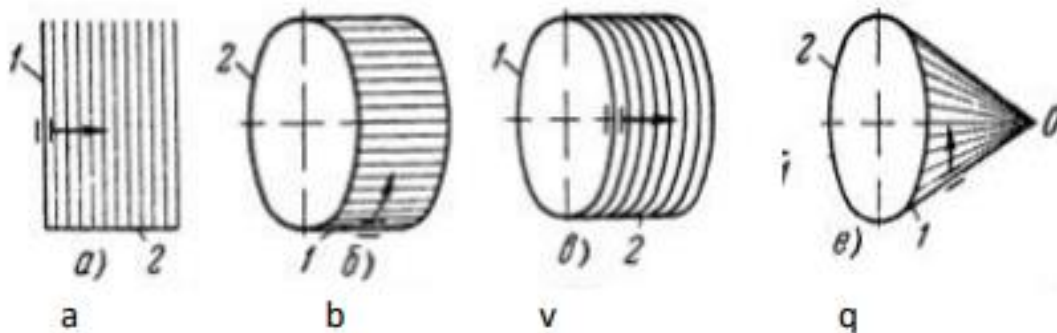
Dəzğahın dəqiqliyi əsas etibarilə onda emal edilən detalın dəqiqliyi ilə təyin edilir. Dəzğahda yaranan xətlərin mənbəyi və xarakterindən asılı olaraq dəqiqlik şərti bir neçə qrupa bölünür. Həndəsi xətlər birləşmələrin səhvindən asılıdır və dəzğahın qovşaqlarının qarşılıqlı yerləşməsinin dəqiqliyinə təsir edir. Həndəsi dəqiqlik əsasən baza detalları birləşmələrinin hazırlanma dəqiqliyindən və dəzğahın yığım keyfiyyətindən asılıdır. Dəzğahın əsas qovşaqlarının yerləşdirilmə xətlərinə normalar mövcuddur və bu normalara əsasən təzə və istismarda olan dəzğahı fasilə ilə yoxlayırlar. Hər bir dəzğahın həndəsi xətlərinin buraxıla bilən qiymətləri onda hazırlanan detalın dəqiqliyinə qoyulan tələbatdan asılıdır. Kinematik xətlər dəzğahın emal edilən detal və ya alətə hərəkət verən işçi orqanlarının (şpindel, stol) hərəkət sürətinə təsir edir. Bu xüsusilə mürəkkəb səthləri emal edən dəzğahlar (diş emal edən, yiv emal edən və.s.) üçün vacibdir (Johnson, & Clark, 2020)..

Elastiki xətlər dəzğahın daşıyıcı sistemindəki deformasiyalardan yaranır və qüvvə faktorlarının təsirindən emal edilən detal və alətin qarşılıqlı düzgün yerləşməsi pozulur.

Müəyyən olunmuş xidməti müddətində verilən miqdarda müntəzəm yararlı məhsulun buraxılışı ilə dəzğahın etibarlılığı xarakterizə edilir. Etibarlılıq müntəzəmlik, təmirə yararlılıq və uzunömürlülükə təyin edilir. Müntəzəmlik müəyyən müddət ərzində iş qabiliyyətini saxlamaqdır. Müntəzəmlik göstəricisi kimi imtina axını parametrləri (vahid zamanda orta imtina sayı), işləmədə imtinalar (qonşu imtinalar arasında orta işləmənin qiyməti), dəzğahı işə salandan bəzi təsadüfi momentlərdəki dayanmadan işləmə ehtimalı, gün ərzində müəyyən olunmuş işləmə (təhvil-təslim,

yoqlama sınaqlarında gün ərzində dayanmadan minimum işi), həftədə müəyyən olunmuş dayanmadan işləməsi qəbul edilir. Təmirəyararlılıq göstəricisi kimi orta bərpa edilmə vaxtı və verilən vaxtda dəzgahın bərpa edilmə ehtimalı qəbul edilir. Dəzgahın etibarlılığının kompleks göstəricisi texniki istifadə əmsalı sayılır və aşağıdakı düsturla təyin edilir:

Maşın hissələrinin həndəsi səthləri əsas etibarilə yastı, dairəvi və qeyridairəvi, silindrik, konik, xətti və sferik olur. Dəzgahlarda müxtəlif kəsmə prosesi ilə və uyğun alətlər tətbiq etməklə istənilən formalı səth alınması mümkündür. Emal zamanı alınan real səthlər ideal həndəsi səthlərdən fərqlənir.



Şək. 2.13. torna dəzgahı hissələrinin həndəsi səthləri

Kəsmə prosesində alətin tiyəsinin arxa üzünü ilə emal edilən səth arasında sürtünmə, pəstahdan metal qatları ayrılarda elastik və plastik deformasiyalar, titrəmə və digər hadisələr emal edilən səthlərdə mikronahamarlıq və dalğavarilik əmələ gəlməsinə səbəb olur. Onların buraxıla bilən qiyməti detalın vəzifəsindən asılı olaraq təyin edilir və müxtəlif edilir və müxtəlif emal üsulları ilə tənzimlənir.

Detailın emal edilən səthinə-doğuran xəttin yönəldici xətt üzrə hərəkətinin fasiləsiz ardıcıl həndəsi vəziyyətlərinin (izlərinin) çoxluğu kimi baxmaq olar. Beləliklə, istənilən həndəsi səthi əmələ gətirmək üçün iki doğuran, yönəldici xətt və onların nisbi hərəkətləri lazımdır. Məsələn, müstəvini almaq üçün 1 doğuranın, 2 yönəldici düz xətti üzrə yerini dəyişmək lazımdır (Şək. 2.12,a). Silindr səthi almaq üçün 1 doğuran düz xəttinin 2 yönəldici çevrəsi üzrə (şəkil 2, b) və ya 1 doğuran çevrəsinin 2 yönəldici düz xətti boyunca (Şək.2.12,v) yerini dəyişmək lazımdır. Baxılan səthlərdə doğuran ilə yönəldicinin yerlərini dəyişsək forma dəyişilməz qalar. Belə səthlər dönən səthlər

adlanır. Dönməyən konus səthlərinin alınması belə deyil. Məsələn, 1 doğuran düz xəttinin sol ucunu 2 yönəldici dairə üzrə yerini dəyişdirsək dairəvi konus səthi alarıq (şəkil 2. q). Əgər 2 dairəsini doğuran etsək və yönəldici xətt boyunca yerini dəyişdirsək, onda konus alınmayacaq.

Cədvəl 2.1

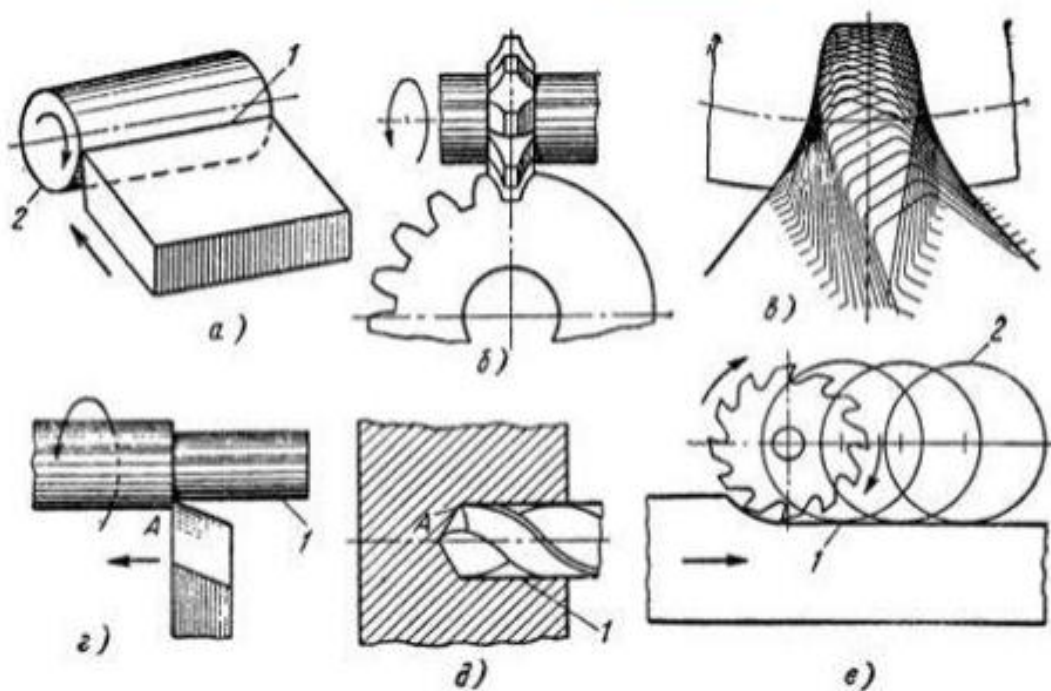
Dəzgahların etibarlıq göstəriciləri

Göstəricilərin adları	Əl ilə idarə edilən dəzgahlar	Avtomat və yarım-avtomat dəzgahlar	RPI dəzgah-ları	Çevik istehsal modul-ları
Birinci əsaslı təmirədək müəyyən edilmiş işləmə müddəti, il; kütləsi:				
10t -dək	10	7,5	7,5	6
10t -dan 100t -dək	12	9	9	7
100t -dan yuxarı	16	12	12	9,5
Birinci orta təmirədək dəqiqliyə görə müəyyən edilmiş ehtiyat, min saatla (az olmayaraq);				
kütləsi:				
10t -dək				
10 t -dan 100t -dək	20	15	15	18
100t -dan yuxarı	16	12	12	14
Texniki istifadə əmsalı, (az olmayaraq) ..	22	16	16	19
Orta bərpa vaxtı, saatla	0,91	0,8	0,81	0,76
	8	7	12	14
		12		

Belə halda dairəni 0 nöqtəsinə tərəf hərəkət etdirdikdə diametri sıfır qədər kiçilməklə konus səthi alarıq. Belə səthlər dəyişən doğuranlı (dönməyən) səthlər adlanır. Emal şəraitində doğuran xətlər alətin kəsici tili və pəstahın uzlaşmış fırlanma və düzxətli hərəkətləri ilə əldə edilir. Doğuran üzrə səthlərin əmələ gətirilməsində

həndəsi xətlərin nisbi hərəkətləri forma əmələgətirən hərəkətlər adlanır. Onlar bir hərəkətdən ibarət sadə və bir neçə sadə hərəkətdən təşkil edilən mürəkkəb hərəkət ola bilər.

Köçürmə üsulu alətin kəsici tili formasının doğuran xəttə uyğun olmasına əsaslanır. Məsələn, silindr səthi almaq üçün 1 doğuran xətti alətin düzxətli tilinin köçürülməsilə, 2 yönəldici xətti isə pəstahın fırlanması ilə alınır (Şək. 2.13). Burada 22 bir forma əmələ gətirən hərəkət-pəstahın fırlanması lazımdır. Detaldan emal payı çıxarmaqla tələb edilən ölçünü almaq üçün kəsikiyə eninə yerdəyişmə hərəkəti verilir ki, bu da forma əmələ gətirən hərəkət sayılmır. Silindrik çarxların dişlərini emal etmək üçün (Şək.2.13, b) frezin kəsici telinin konturu çökəkliyin profilinə uyğun olur və doğuranı əks etdirir. Pəstahın öz oxu boyunca düzxətli hərəkəti ilə yönəldici xətt alınır. Burada iki forma əmələ gətirən hərəkət lazımdır: frezin fırlanması və pəstahın düzxətli yerdəyişməsi. Bundan başqa pəstahı, sonrakı çökəkliyin emal üçün, bucaq addımı qədər öz oxu ətrafında dövrü olaraq döndərmək lazımdır. Buna bölmə hərəkəti deyilir.



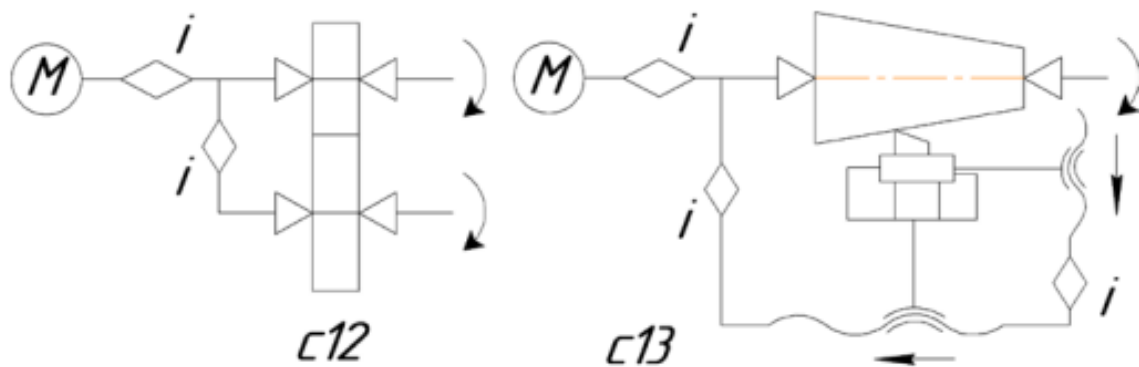
Şək. 2.14. pəstahın fırlanmasının həndəsi formaları

Diyirlənmə üsulu, doğuran xəttin alətin kəsici tilinin pəstaha nəzərən diyirlənmə hərəkəti nəticəsində yaranmasına əsaslanır. Kəsən til formasına görə doğuran xətdən fərqlənir və alətin müxtəlif vəziyyətlərində ona toxunur. Diyirlənmə üsulu ilə silindrik

çarxın dişlərinin emal sxemi, v şəklində göstərilmişdir. Alətin kəsən tili dişli tamasanın dişlərinin formasındadır. Əgər pəstaha fırlanma və tamasaya, tamasa ötürməsində olduğu kim, özünün oxu boyu uzlaşmış düzxətli yerdəyişmə hərəkəti verilərsə, onda alətin kəsən konturu onun hərəkəti zamanı pəstaha nisbətən müxtəlif vəziyyətlər alacaqdır. Bu vəziyyətlərdən alınan xətt dişli çarxın çökəkliyi formasında doğurandan ibarət olacaqdır. Çarxın oxu boyunca pəstahın, yaxud alətin düzxətli yerdəyişmə hərəkəti ilə yönəldici xətt əmələ gəlir. Baxılan hal üçün üç forma əmələ gətirən hərəkət tələb olunur: pəstahın fırlanması, alətin öz oxu boyunca yerdəyişməsi, alətin, yaxud pəstahın dişli çarxın oxu boyunca yerdəyişməsi. İzləmə üsulunda doğuran xətt nöqtənin – kəsici alətin zirvəsinin hərəkətinin izi kimi alınır. Məsələn, yonmada (Şək. 2.13,q) və deşmədə (Şək. 2.13,d) 1 doğuranı A nöqtəsinin kəskinin və ya burğunun zirvəsi hərəkətinin izi kimi yaranır. Alət və pəstah bir-birinə nəzərən elə yerdəyişmə hərəkəti edir ki, A zirvəsi 1 doğuranına həmişə toxunmuş olur. Yönəldici xətt birinci halda (Şək. 2.12 q) pəstahın fırlanması, ikinci halda (Şək. 2.13, d) burğunun, yaxud pəstahın fırlanması hesabına alınır, hər iki halda iki forma əmələ gətirən hərəkət tələb edilir. Toxunma üsulu 1 doğuranının alətin kəsən tilinin real nöqtəsinin hərəkətindən əmələ gələn bir sıra həndəsi köməkçi 2 xətlərinə toxunmasına əsaslanır (Şək. 2.13, e).

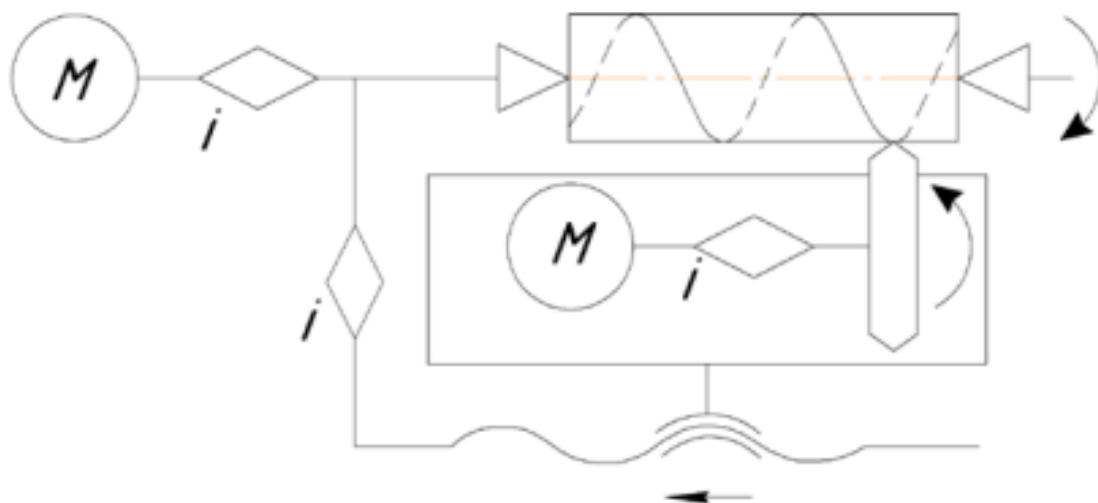
Əgər ətraflı kinematik strukturunu təhlil etmək lazımdırsa, bu qruplar arasında əlaqələndirilməsi və qrupların özü də təyin olunmalıdır:

- Müvəqqəti strukturlu sinif (T hərfi): Bu sinifdə müəyyən işləri yerinə yetirmək üçün müvəqqəti kinematik qruplar yerləşdirilir. Bu qruplar, məsələn, iş parçalarının tutulması və ya hərəkət istiqamətinin dəyişdirilməsi üçün lazım olan sazlama orqanlarını əhatə edir. Bu qruplar dəzgahın əsas kinematik strukturuna müdaxilə etməz və müəyyən bir əməliyyat növünü yerinə yetirmək üçün tətbiq edilir.
- Üst kinematik strukturlu sinif (Ü hərfi): Bu sinifdə, kinematik strukturun əsasını təşkil edən kinematik qruplar yerləşdirilir. Bu, əsasən, dəzgahın əsas hərəkətləri, məsələn, iş parçalarının dövrəsi və ya məruliyyat hərəkətləri ilə məşğul olan qruplardır. Bu qruplar, dəzgahın əsas



Şək. 2.15. mürəkkəb struktur

E,M,K hərflərindən sonra rəqəmlər də yazılır. Biringi rəqəm forma əmələ gətirən kinematik qrupların sayını, ikinci rəqəm isə forma əmələ gətirən icraedici hərəkətləri təşkil edən elementar hərəkətlərin sayını göstərir. Məsələn, E11 göstərir ki, dəzgah elementar struktura malikdir, bir kinematik qrup və bir elementar hərəkətdən ibarətdir. Belə struktura misal dartma dəzgahlarının strukturunu göstərmək olar. Düz dişli silindrik çarxları emal edən dişfrezləyən dəzgahların strukturunu M 24 olur, yəni struktur iki forma əmələ gətirən qrupdan və dörə elementar hərəkətdən ibarətdir (Robinson, & Patel, 2014).



Şək. 2.16. kombinə edilmiş struktur

III FƏSİL. TƏDQIQAT NƏTİCƏLƏRİ

3.1. Tədqiqat avadanlığında baş verən nasazlığın təyini

İstehsalat sənayesində torna dəzgahları mühüm rol oynayır. Bu maşınlar hissələrin istehsalında və emalında istifadə olunan əsas avadanlıqlardır. CU 500 Universal torna dəzgahı müxtəlif materialların emalında istifadə olunan və geniş tətbiq sahəsinə malik modeldir. Ancaq zaman keçdikcə bu cür maşınların performansını istifadə və aşınma səbəbindən azala bilər. Buna görə də təmir texnologiyası prosesinin təkmilləşdirilməsi maşınların səmərəliliyini artırmaq və istismar xərclərini azaltmaq üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir.

CU 500 Universal torna dəzgahının təmir texnologiyası prosesinin inkişafı üçün ilk addım mövcud vəziyyətin ətraflı qiymətləndirilməsini əhatə etməlidir. Bu qiymətləndirmə maşının funksionallığına təsir edən hər hansı problemi müəyyən etmək üçün vacibdir. Vizual yoxlama, vibrasiya təhlili və komponentlərin ölçülməsi kimi üsullardan istifadə etməklə potensial problemlər müəyyən edilməlidir. Bundan sonra təmir planı yaradılmalıdır. Bu planda hansı hissələrin təmir oluna biləcəyi, hansı hissələrin dəyişdirilməli olduğu və təmir prosesinin təfərrüatları yer almalıdır. Təmir prosesi zədələnmiş və ya köhnəlmiş hissələrin təmiri və ya dəyişdirilməsini əhatə etməlidir. Zədələnmiş hissələr müvafiq texnika ilə təmir edilməli və ya dəyişdirilməlidir. Təmir əməliyyatlarına qaynaq, cilalama və səthi bitirmə kimi üsullar daxil ola bilər. Dəyişdirilməsi tələb olunan hissələr üçün orijinal avadanlıq istehsalçısından və ya etibarlı təchizatçılardan ehtiyat hissələri əldə etmək vacibdir.

Təmir edilmiş və ya dəyişdirilmiş hissələr diqqətlə quraşdırılmalı və maşının düzgün tənzimlənməsini təmin etmək üçün tədbirlər görülməlidir. Hissələrin düzgün vəziyyətdə və möhkəm şəkildə yığılması maşının sabit və dəqiq işləməsini təmin edir. Bundan əlavə, lazımi düzəlişlərin edilməsi və kalibrləmənin aparılması maşının optimal işləməsini təmin etmək üçün vacibdir.

Təmir prosesinin son mərhələsi maşının hərtərəfli sınaqdan keçirilməsi və kalibrlənməsidir. Bu sınaqlara boş sınaqlar, kəsmə əməliyyatları daxil ola bilər və maşının düzgünlüyünü və işini yoxlamaq üçün zəruridir. Hər hansı bir problem aşkar

edilərsə, tez bir zamanda düzəliş tədbirləri görülməlidir. CU 500 Universal torna dəzgahının təmir texnologiyası prosesinin inkişafı dəzgahın ömrünü uzatmaq, səmərəliliyini artırmaq və istismar xərclərini azaltmaq üçün vacibdir. Prosesin uğurla həyata keçirilməsi operatorların müntəzəm texniki xidmət göstərilməsi və təliminin təmin edilməsi ilə dəstəklənməlidir. Bundan əlavə, davamlı təkmilləşdirmə səyləri ilə təmir prosesinin daha da optimallaşdırılması təmin edilməlidir.

ZMM CU 500, Bolqarıstanda yerləşən ZMM Sliven şirkəti tərəfindən istehsal edilən universal torna dəzgah modelidir. Bu maşın geniş çeşiddə iş parçalarını emal etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur və müxtəlif sənaye tətbiqlərinə uyğun olaraq istifadə edilə bilər. ZMM CU 500 yüksək dəqiqliklə emal etməyi təmin edən möhkəm konstruksiyaya malikdir və istifadəçi dostu dizayna malikdir. Bu model müxtəlif dönmə diametrlərini və iş parçası uzunluqlarını yerləşdirə bilən çox yönlü torna kimi tanınır. Bundan əlavə, müasir emal texnologiyalarına uyğun dizayn edilmiş və sənaye standartlarına uyğun istehsal edilmişdir. ZMM CU 500, zavod mühitindən kütləvi istehsala qədər geniş istifadə sahəsinə malik maşındır. Universal torna dəzgahında ən çox rast gəlinən nasazlıqları müəyyənləşdirmək üçün CU 500 markalı dəzgahda müşahidələr aparılmışdır (Şək.3.1). Bu müşahidələr maşının fiziki vəziyyətinin, işinin və potensial nasazlıq nöqtələrinin hərtərəfli qiymətləndirilməsini təmin etməyə kömək edir və texniki xidmət və ya təmir tələblərini müəyyənləşdirmək üçün funksional bir əhəmiyyətə sahibdir.



Şək. 3.1. Müşahidə edilən CU 500 markalı torna dəzgahı

Nasazlıqları müşahidə edərkən bir neçə parametərə diqqət edilmişdir. İlk olaraq CU 500 universal markalı torna dəzgahının gövdəsi müşahidə edilir. Müşahidə zamanı çatların, qırıqların, ya da deformasiya olub-olmamasına diqqət yetilir. Gövdə hissəsində həmçinin kəsici alətin və birləşdirici hissələrin funksionallığı da test edilir. Gövdə hissənin müşahidəsindən sonra maşının iş qabiliyyəti nəzərdən keçirilir. İş prosesində vibrasiya, iş parçaları arasında uyğunsuzluqlar, kəsmə sürətində qeyri-intensivlik hallarının olub-olmamasına diqqət edilir. Növbəti addımda torna dəzgahlarına potensial nasazlıq zonaları olan hissələr diqqətdən keçirilir. CU 500 torna dəzgahın elektromexaniki komponentləri test edilir, aşınma və ya hansısa hissənin yağlanmasına ehtiyac varsa, yerindəcə bərpa edilir. Bu müddətdə idarəetmə sistemlərində nasazlıqların olub-olmamasını da müşahidə etmək şərtidir.

Bu müşahidələrin ardıcılığını pozmamayaq şərti ilə avadanlığın təhlükəsizlik mühitində qiymətləndirmək lazımdır. Fövqəladə hallarda avadanlığın düzgün reaksiya verib verməməsi test edilməlidir. Sensorlar, texniki xidmət əməliyyatları, təcili dayandırma düymələrinin işləyib-ışləməməsi nəzərdən keçirilməlidir. Maşının dövrü texniki xidmət tələbləri nəzərdən keçirilir və növbəti iş şəraiti üçün texniki xidmət qrafiki müəyyən edilir. Yağlama və hissələrin dəyişdirilməsi kimi müntəzəm texniki xidmət əməliyyatları planlaşdırılır. Operatorların maşından düzgün istifadə edib-etmədiyini görmək üçün müşahidələr aparılır [1].

Təlim ehtiyacları və ya istifadəçi səhvləri nəticəsində yarana biləcək potensial problemlər müəyyən edilir [2]. Qeyd elədiyimiz bu müşahidələr CU 500 dəzgahının timsalında torna dəzgahın etibarlılığını artırmaq, iş səmərəliliyini optimallaşdırmaq və mümkün nasazlıqları əvvəlcədən aşkar etməklə istehsalda fasilələrin qarşısını almaq üçün vacibdir. Müşahidələr nəticəsində əldə edilən məlumatlar maşının daha səmərəli və təhlükəsiz işləməsini təmin etmək üçün texniki xidmət və təmir planlarını yaratmağa kömək edir. Bizdə bu göstəricilər əsasında müşahidələr apardığımız və bəzi hissələr üçün testlər etdik. İlk olaraq kəsmə əməliyyatında iş parçasında əhəmiyyətli bir vibrasiya müşahidə elədik. Bunun səbəbi tutucu ilə iş parçasında olan uyğunsuzluq idi (Şək.3 2). Bu problemin həlli üçün tövsiyəmiz alət tutucusu ilə iş parçasının əlaqə nöqtələri yoxlanılması və zəruri hallarda yenilənməsi oldu.



Şək. 3.2.. CU 500 torna dəzgahında vibrasiya müşahidə edilən nasazlıq

Həmçinin müşahidələrimiz zamanı CU 500 torna dəzgahın bəzi hissələrində əskik yağlanma ilə qarşılaşdıq. Artan aşınmanın qarşısını almaq üçün lazımı yağlama əməliyyatının icrasını tövsiyə etdik.



Şək. 3.3. CU 500 dəzgahında müşahidə elədiyimiz əskik yağlanma

Növbəti nasazlıq olaraq idarəetmə panelində zaman-zaman fasilələrin yaranmasını qeydə aldığımız. Bunun səbəbi idarəetmə panelində olan problem olmasıdır.

Tövsiyəmiz idarəetmə panelini ətraflı nəzərdən keçirmək və problemi dərhal aradan qaldırmaq oldu. mümkün nasazlıq nöqtələrini müəyyən etmək üçün mühüm addımdır. Tövsiyələrimizi həyata keçirməklə maşının səmərəliliyini artırmaq və nasazlıq riskini minimuma endirmək olar. Universal torna dəzgahın etibarlı işləməsini və yüksək keyfiyyətli emalını təmin etmək üçün 500 CU universal torna dəzgah timsalında müntəzəm texniki qulluq və avadanlığın texniki vəziyyətinə nəzarətin vacibliyini vurğulamaq lazımdır. Müntəzəm olaraq nasazlıqların yoxlanılması və onların operativ şəkildə aradan qaldırılması istehsalda dayanmaların qarşısını alır və təmir xərclərini azaldır. Bundan əlavə, dəzgahın potensialını maksimum dərəcədə artırmaq və xidmət müddətini uzatmaq üçün avadanlığa düzgün texniki qulluq və istifadə üzrə kadrların öyrədilməsi vacibdir. Bu, iş mühitinin təhlükəsizliyini yaxşılaşdırmağa və qəza riskini azaltmağa kömək edir. Ümumiyyətlə, CU500 timsalında universal torna dəzgahlarına müntəzəm texniki qulluq və maşının peşəkar idarə olunması istehsal prosesinin sabit və səmərəli işləməsini təmin edir.

3.2. Hesablama nəticələri

Torna dəzgahında emal ediləcək iş parçasının diametri 54 mm, dəzgah üçün verilən dövrlərin sayı isə 375 rpm-dir. İstifadə olunacaq kəsici alətin kəsmə sürətini hesablayaq:

$$V = 3,14 \times D \times N / 1000 \text{ m/dəq} \quad (3.1)$$

$$V = 3,14 \times (54 \times 375) / 1000 \quad (3.2)$$

$$V = 3,14 \times 20250 / 1000 \quad (3.3)$$

$$V = 63585 / 1000 \quad (3.4)$$

$$V = 63.5 \text{ m/dəq}$$

Tədqiqat müddəti olaraq Mart-May ayı üzrə CU 500 universal torna dəzgahında nasazlıq halları müşahidə edilmişdir. Bu müddət ərzində cəmi 4 nasazlıq halı baş vermişdir. Nasazlıq müddətləri olaraq:

- Birinci nasazlıq: 2 saat

- İkinci nasazlıq: 3 saat
- Üçüncü nasazlıq: 1.5 saat
- Dördüncü nasazlıq: 2 saat
- Beşinci nasazlıq: 2 saat
- Altıncı nasazlıq: 1 saat
- Yeddinci nasazlıq: 2 saat
- Səkkizinci nasazlıq: 1 saat
- Doqquzuncu nasazlıq: 1 saat
- Onuncu nasazlıq: 1 saat

Qeyd edilən məlumatlara əsasən nasazlıqlar arasında olan ortalama vaxtı təyin edək:

$$\text{Ortalama vaxt} = \frac{\text{ümumi iş vaxtı} - 60 \text{ gün} \cdot 4 \text{ saat}}{\text{nasazlıq sayı}} = \frac{60 \cdot 4}{10} = 24 \text{ saat} \quad (3.5)$$

Hesablama nəticəsinə əsasən ortalama olaraq, hər 24 saatdan bir nasazlıq halı olur. İndi isə, bir nasazlığı aradan qaldırmaq üçün lazım olan orta vaxtı hesablayaq. İlk olaraq nasazlıqların cəmi fasilə müddətini təyin edək:

Cəmi nasazlıq fasilələri = 2 saat + 3 saat + 1.5 saat + 2 saat + 2 saat + 1 saat + 2 saat + 1 saat + 1 saat + 1 saat = 16.5 saat

Bu məlumata əsasən bir nasazlığı aradan qaldırmaq üçün lazım olan ortalama vaxt:

$$\frac{\text{cəmi nasazlıq fasiləsi} - 16.5 \text{ saat}}{\text{nasazlıq sayı}} = \frac{16.5 \text{ saat}}{10} = 1.65 \text{ saat} \quad (3.6)$$

Növbəti mərhələ olaraq istehsal faizini hesablayacağıq:

$$\text{İstehsal \%} = \frac{\text{planlanılan istehsal müddəti} - \text{cəmi nasazlıq fasiləsi}}{\text{planlanılan istehsal müddəti}} \cdot 100\% = \frac{60 \text{ gün} \cdot 4 \text{ saat} - 16.5 \text{ saat}}{60 \text{ gün} \cdot 4 \text{ saat}} \cdot 100\% = 93.125\% \quad (3.7)$$

Əldə edilən 93.125% istehsal məhsuldarlığını göstərir. Yaranan nasazlıqlar istehsal məhsuldarlığını müəyyən qədər azaltmışdır.

CU 500 universal torna dəzğahının detal hazırlama məhsuldarlığını təyin edək. İlk olaraq qeyd edək ki, tədqiqat zamanı hesablama aparmaq üçün 250 detal işlənmişdir, ancaq hədəf say 300 idi. İdeal istehsal müddəti olaraq dəqiqəlik 1parça qəbul edilmişdir. Bu saatlıq olaraq 1/60, yəni, 0,0167 detal edir. Buna əsasən:

$$\text{Məhsuldarlıq} = \frac{\text{işlənmiş detal sayı} \cdot \text{ideal istehsal müddəti}}{\text{istehsal müddəti}} = \frac{250 \cdot 0.0167}{240 \text{ saat}} = 0.017 \quad (3.8)$$

İndi isə istehsal edilmiş detal üçün avadanlığın keyfiyyət göstəricisini təyin edək:

$$\text{Keyfiyyət} = \frac{\text{istehsal edilən detal sayı}}{\text{hədəf detal sayı}} = \frac{250}{300} = 0.83 \quad (3.9)$$

Bu göstəriciləri təyin elədikdən sonra ümumi avadanlıq effektivini təyin edək:

$$\text{İstehsal} \cdot \text{Məhsuldarlıq} \cdot \text{Keyfiyyət} = 0.93125 \cdot 0.017 \cdot 0.83 = 0.0131 \text{ və ya } 1.331\%$$

Tədqiqat zamanı təyin edilən qüsurlu hissə növləri:

- Səth qüsurları: 30 ədəd
- Ölçü xətalrı: 20 ədəd

Bu məlumatlara əsasən qüsurlu hissə nisbətini təyin edək:

$$\text{Qüsurlu hissə nisbəti} = \frac{\text{qüsurlu hissə sayı}}{\text{ümumi detal sayı}} = \frac{50}{300} = 0.16$$

Qüsurlu hissələrin təmir müddətləri:

- Səthi qüsurların təmir müddəti: 1,5 saat/ədəd
- Ölçüsəhvlərinin təmir müddəti: 2 saat/ədəd

Qeyd edilən məlumatlara əsasən ümumi təmir müddətini hesablayaq:

$$\text{Ümumi təmir müddəti} = 30 \times 1.5 + 20 \times 2 = 45 + 40 = 85 \text{ saat}$$

3.3. Dişli çarxın bərpası üsulu

Dişli çarxlar, texnologiya və maşınlar dünyasında ən əhəmiyyətli elementlərdən biridir. Onlar, güc və hərəkəti digər mexanizmlərə ötürən və daimi işləyən maşınların funksionallığı üçün kritikdir. Lakin zaman keçdikcə, dişli çarxlar dağıla və zədələne bilər. Dişli çarxın bərpası üsulu, onun funksional və işləmə prosesini bərpa etmək üçün

müxtəlif texniki metodlardan istifadə edərək dişli çarxın dəyişdirilməsi və təmir edilməsi məqsədilə tətbiq olunan proseslərin bütününi ifadə edir. Bu proses, dişli çarxların zədələnməsi, yıpranması, deformasiyası və ya xəsarət görməsi halında onların yenidən işə salınması və işləmə gücünün və dövrünün təmin edilməsi üçün əhəmiyyətli bir mərhələdir. Dişli çarxın yenidən işə salmaq üçün müxtəlif yollar mövcuddur, lakin ən effektiv və səmərəli olanı, örtükçəkmə üsulu ilə bərpasıdır.

Dişli çarxın örtükçəkmə prosesində əsas məsələlərdən biri, dişlərin uyğun sayda olmasıdır. Bu, dişli çarxın funksionallığını və dövrünü təsir edir. Əvvəlki dişli çarxın modulu və diş sayısı bilinirsə, yeni örtükçəkmə materialı üçün dişlərin sayını hesablamaq mümkündür.

Bir dişli çarxın çəkisi, modul və diş sayısı arasında əlaqə qura biləcək bir formulu ilə hesablanır. Əgər dişlərin standart moduluna və diş sayısına görə uyğun gəlməsi tələb olunursa, yeni dişlərə uyğun modul və diş sayı hesablanmalıdır. Bunun riyazi ifadəsi aşağıdakı şəkildədir:

$$D=M \cdot Z \quad (3.10)$$

Burada, D -dişli çarxın çəkisi, M -modul, Z -diş sayıdır.

Dişli çarxın çəkisi, dişlərin üzərində olan yüklərin və ya təzyiqin nəticəsində dişli dişlərinə təsir etdiyi gücü ifadə edir. Bu, dişlilərin bir-biri ilə əlaqələrinin güc və momentlə təyin olunmasına kömək edir. Dişli çarxın çəkisi, dişli dişlərinin forması, modulu və diş sayısı ilə əlaqəlidir. Dişlilərin aralarındakı kontak bölgəsinə təsir edən güc, dişlilərin və onların parametrlərinin təhlilindən sonra hesablanır. Bu çəki, dişli dişlərinin yüklərinin və təzyiqin nəticəsində dişli dişlərinə təsir etdiyi məhsul və ya qüvvət olaraq da təqdim edilə bilər. Dişli çarxın çəkisi, maşınların və ya mexanizmlərin dövrünün funksionallığı və təsiri üçün vacibdir. Bu, dişli çarxın bərpası, dizaynı və optimal işləməsi üçün əhəmiyyətli bir məlumatdır. Tədqiqat üçün seçilmiş CU500 universal torna dəzgahında $M=4$, $Z=60$ diş olaraq qəbul edilmişdir. Buna əsasən dişli çarxın çəkisin hesablayaq:

$$D= M \cdot Z= 4 \cdot 60=240 \quad (3.11)$$

Aldığımız nəticəyə əsasən qeyd edə bilərik ki, örtükçəkməni 240 diş üçün edə bilərik. Bu, dişli çarxın bərpası prosesində dəqiqlik və orijinal performansının təmin edilməsi üçün əhəmiyyətli bir məlumatdır.

Dişli çarxın bərpası prosesində, dişlərin aralarındakı məsafələrin düzgün olması, dişlərin uyğun şəkildə işləməsini, dayanıqlılığını və performansını təmin etmək üçün əhəmiyyətli bir məsələdir. Bu məsafələr, dişlərin çəkisi və dişlərin parametrləri (modul, diş sayı, diametri və s.) əsasında hesablanır. Dəqiq bir dişli çarxın bərpası üçün, iki diş arasındakı məsafəni hesablamaq üçün formül tətbiq edilir. Bu formül, dişli çarxın diametri əsasında məsafənin hesablanmasına imkan verir:

$$P = \pi \cdot d \quad (3.12)$$

Bizim nümunədə dişli çarxın diametri 120 mm olaraq təyin edilmişdir. Buna əsasən yuxarıdakı ifadəyə əsasən hesablama aparaq:

$$P = \pi \cdot d = 3.14 \cdot 120 \text{ mm} = 376.8 \text{ mm} \quad (3.13)$$

Bu nümunədə, iki diş arasındakı məsafə 376.8 mm olacaq. Bu məsafə, dişlərin düzgün işləməsini və dişli çarxın bərpası prosesində əhəmiyyətli bir rola malik olacaq dəqiqliyi təmin etmək üçün kritikdir.

Dişli çarxın həcmi, bərpası üçün tələb olunan örtükçəkmə materialının miqdarını təyin etmək üçün əhəmiyyətli bir məlumatdır. Bu, işçilik və material xərcini hesablamaqda kritikdir. Həcmi hesablamaq üçün dişli çarxın çəkisi və yüksəkliyi əsas götürülür. Əgər dişli çarxın bərpası üçün tələb olunan örtükçəkmə materialının həcmi və material tələbini hesablamaq istəyiriksə əvvəlcə, dişli çarxın geometrik formulu təyin etməliyik. Dişli çarxın geometrik formulu bir silindir formasında olduğu üçün, silindirin həcmi formulundan istifadə edəcəyik:

$$V = A \cdot h \quad (3.14)$$

Burada: V-dişli çarxın həcmi, A-dişli çarxın dairəsinin sahəsi, h-dişli çarxın yüksəkliyini ifadə edir. İlk olaraq biz sahəni aşağıdakı ifadə ilə təyin edək:

$$A = \pi r^2 = 3.14 \cdot 60^2 = 11304 \text{ mm}^2$$

Sonra, dişli çarxın həcmi hesablaması üçün əldə edilən sahəni (A) dişli çarxın yüksəkliyi (h) ilə vururuq:

$$V = A \cdot h = 11304 \cdot 50 = 5565200 \text{mm}^3 = 5.5652 \text{sm}^3$$

Bu məlumat, bərpası üçün tələb olunan örtükçəkmə materialının miqdarını və material tələbini təyin etmək üçün əhəmiyyətli bir bazadır.

3.4. Əldə edilən tədqiqat nəticələrinin təhlili

Hesablama nəticələrinə görə:

Tornada işlənmiş iş parçasının kəsmə sürəti 63,5 m/dəq olmalıdır.

Mart-may ayları arasında CU 500 universal tornasında ümumilikdə 10 zərif xalça müşahidə edilib. Bu proses zamanı məsciddə 16,5 saatlıq iğtişaşlar yaşanıb. Bu o deməkdir ki, hər bir narahatçılığı aradan qaldırmaq üçün orta hesabla 1,65 saat vaxt lazımdır. Planlaşdırılmış iş vaxtının 93,125%-i istehsal vaxtı kimi müəyyən edilir, yəni istehsal prosesində işsizlik vaxtı hesablanmış vaxtdan aşağıdır.

CU 500 universal torna dəzgahının detal hazırlama məhsuldarlığını ölçərkən, işlənmiş detalların sayı və istehsal vaxtı nəzərə alınmışdır. Əsasən, gəlirlilik 1,7% səviyyəsində müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə, istehsal olunan detalların keyfiyyəti hədəf detallarla müqayisədə 83% təşkil edir.

Qüsurlu hissələrin payı 0,16 (yəni 16%) hesablanmışdır. Səth qüsurları üçün 1,5 saat, ölçmə xətalrı üçün isə 2 saat təmir müddəti hesablanmışdır.

Ümumilikdə, 30 səth qüsuru üçün 45 saat və 20 ölçülü qüsurlar üçün 40 saat olmaqla, ümumi təmir müddəti 85 saat hesablanmışdır.

Bu nəticələr CU 500 universal torna dəzgahının işlənmiş hissələrin hazırlanması prosesində effektivliyi, işlənmiş detalların keyfiyyəti və nasaz hissələrin təmir müddəti haqqında qiymətli məlumatlar verir.

Əldə edilmiş hesablama nəticələrinə əsasən, CU 500 Universal Torna dəzgahının işini yaxşılaşdırmaq və iş səmərəliliyini optimallaşdırmaq üçün aşağıdakı tövsiyələri verə bilərik:

İş parçalarının istehsal proseslərinin optimallaşdırılması: İş parçalarının istehsal proseslərinin optimallaşdırılması biznesin səmərəliliyini artırma bilər. Bu kontekstdə kəsmə sürəti, yem sürəti və kəsmə dərinliyi kimi parametrləri düzgün tənzimləmək vacibdir. Bundan əlavə, iş parçalarının emal proseslərinin yenidən qiymətləndirilməsi və təkmilləşdirilməsi tələb oluna bilər.

Qüsurlu payların azaldılması və təmir müddətlərinin yaxşılaşdırılması: Qüsurlu payların azaldılması tullantı materialların və əmək itkisinin qarşısını almağa kömək edə bilər. Bu kontekstdə iş parçalarının keyfiyyətinin yüksəldilməsi, operatorların öyrədilməsi və dəzgahın müntəzəm saxlanması vacibdir. Bundan əlavə, qüsurlu hissələrin təmir müddətlərini azaltmaq üçün effektiv təmir üsulları və prosedurları müəyyən edilməlidir.

Bu tövsiyələr CU 500 Universal Torna dəzgahının məhsuldarlığını artırmaq və əməliyyat səmərəliliyini optimallaşdırmaq üçün mühüm addımlar ola bilər. Hər bir tövsiyə işin ehtiyaclarına və məqsədlərinə uyğunlaşdırılmalıdır. Növbəti addımlar, tədqiqatın genişləndirilməsi və dişli çarxların örtükçəkmə prosesinin daha da optimallaşdırılması üçün tələb olunan əlavə məlumatların toplanması və analizidir. Həmçinin, əlavə laboratoriya tədqiqatları və sınaqlar tətbiq edilərək elde edilən nəticələrin doğruluğu və effektivliyi yoxlanmalıdır.

NƏTİCƏ

Bu tədqiqat sənaye istehsalında istifadə olunan universal torna dəzgahlarının təmiri və texniki xidmət proseslərinin inkişafını araşdırmaq məqsədi daşıyırdı. Tədqiqat çərçivəsində cari təmir prosesləri təhlil edilərək qabaqcıl texnologiyadan istifadənin maşınların işinə təsiri araşdırılıb.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, innovativ texnologiya və üsullardan istifadə universal torna dəzgahlarının təmiri proseslərində mühüm üstünlüklər verir. Xüsusilə müəyyən edilib ki, maşınların təmirində robot sistemləri və süni intellektdən istifadə etməklə müəssisələr texniki xidmət proseslərini sürətləndirə və əmək xərclərini azalda bilərlər.

Bundan əlavə, profilaktik baxım strategiyalarının həyata keçirilməsinin maşının nasazlığı ehtimalını azaltdığı və istehsal fasilələrini minimuma endirdiyi müəyyən edilmişdir. Ağıllı sensorlar və monitorinq sistemlərindən istifadə etməklə potensial problemlər əvvəlcədən aşkarlana və qabaqlayıcı müdaxilələr edilə bilər.

Tədqiqat həmçinin təlim və bacarıqların inkişafı proqramlarının vacibliyini vurğulayır. Kadrların yeni texnologiyalardan səmərəli istifadə etməsi üçün onlar mütəmadi olaraq təlim keçməli, bacarıqları daim yenilənməlidir.

Örtükçəkmə prosesi, dişli çarxların bərpası və yenidən işə salınması üçün ən effektiv və səmərəli olan metodlardan biridir. Bu proses, dişli çarxın orijinal performansını və dayanıqlılığını bərpa etmək üçün müxtəlif texniki metodlardan istifadə edərək dişlilərin dəyişdirilməsi və təmir edilməsi məqsədilə tətbiq olunan proseslərin bütününi ifadə edir.

Bu tədqiqatda elmi yenilik olaraq örtük üsulu tətbiq edilmişdir. Örtükçəkmə prosesi, dişlilərin uyğun sayda və məsafədə olması ilə əlaqələndirilir. Bu, dişli çarxın funksionallığını, dövrənini və dayanıqlılığını təmin etmək üçün kritikdir. Dişli çarxın çəkisi, modul və diş sayı ilə əlaqəli olan bir formulla hesablanır.

Dişli çarxın bərpası prosesində dişlilərin aralarındakı məsafələrin düzgün olması da vacibdir. Bu məsafələr, dişli çarxın parametrləri əsasında hesablanır və dişlilərin düzgün işləməsini təmin etmək üçün kritikdir.

Həmçinin, dişli çarxın həcmi, bərpası üçün tələb olunan örtükçəkmə materialının miqdarını təyin etmək üçün əhəmiyyətli bir məlumatdır. Bu, işçilik və material xərcini hesablamada kritikdir.

Bu ən son elmi yeniliklər və texnologiyaların dişli çarxların örtükçəkmə prosesində tətbiqi ilə dişli mühəndisliyində daimi inkişaf və effektivlik təmin edilməkdədir.

Tədqiqat nəticələri əsasında, seçilmiş dişli çarxın bərpası üçün tələb olunan örtükçəkmə məsafəsi və həcmi müəyyənləşdirilmişdir. Bu məlumatlar, dişli çarxın effektiv bərpası və optimal performansının təmin edilməsində kritik rol oynayır.

Əldə edilən nəticələr, dişli çarxların örtükçəkmə prosedurunun düzgün şəkildə təyin edilməsi və tətbiq edilməsi üçün əsas təşkil edir. Bu tədqiqatın nəticələri, dişli mühəndisliyi sahəsində bərpası proseslərinin daha səmərəli və effektiv hala gətirilməsinə kömək edəcəkdir.

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

Azərbaycan dilində

Hüseynov Ə.G., Əmirov F.Q.,(2017), “Maşınların etibarlılığı”, Dərslik, Bakı, AzTU, 344 s.

Hüseynov Ə.G., Əmirov F.Q.,(2017), “Maşınların texnoloji etibarlığının əsasları”, Metodik vəsait, 86 s.

Hüseynov Ə.G.,Əsədov Ş.N.,(2017), ”Maşınların təmiri texnologiyası”, Dərs vəsaiti, Bakı, AzTU, 191 s.

İngilis dilində

Anderson, R., & Wilson, T. (2014). "Advances in Predictive Maintenance Strategies for Industrial Machinery." *Journal of Reliability Engineering*, 20(3), 201-215.

Brown, A., & Miller, C. (2019). "Robotics Applications in Industrial Machinery Maintenance: A Review." *Robotics and Automation Engineering*, 7(2), 55-67.

Chen, L., & Wang, Q. (2017). "Sensor-Based Condition Monitoring Systems for CNC Machine Tools." *Sensors*, 17(8), 193.

Comton, R.E (2015)., “CNC Turning Machine”, United States Patent, No.4, 160,

Garcia, M., & Martinez, P. (2016). "Artificial Intelligence Techniques for Predictive Maintenance in Manufacturing: A Case Study." *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 138(5), 051012.

Harris, M., & Thompson, L. (2015). "Effectiveness of Training Programs on CNC Machine Maintenance Technicians: A Longitudinal Study." *Journal of Industrial Technology*, 27(2), 45-56.

Johnson, D., & Clark, A. (2020). "Eco-Friendly Approaches to Maintenance in Metalworking Industries: A Comparative Analysis." *Environmental Engineering and Management Journal*, 9(6), 813-821.

Kim, J., & Lee, H. (2020). "Optimization Techniques for Universal Lathe Machines in Small-Scale Manufacturing." *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 21(4), 679-690.

- Okayama, M. H. & Kurashiki, K. K (2019)., "Machine Tool for Processing Workpiece into Non-Circular Cross-Sectional Configuration", United States Patent, No.5, 085, 109.
- Ozkan, M., & Kaya, E. (2019). "Comparative Study on the Energy Efficiency of Universal and CNC Lathes." *Journal of Sustainable Manufacturing and Renewable Energy*, 11(2), 213-229.
- Rasmussen, J. D. (2015), "Dynamic Variable Depth of Cut Machining Using Piezoelectric Actuators", *International Journal Machine Tools Manufact.*, Vol.34, No.3, 379-392.
- Smith, J., & Johnson, R. (2018). "Advancements in Repair Technologies for Universal Lathe Machines." *International Journal of Advanced Manufacturing*, 45(3), 112-125.
- Smith, R., & Davis, T. (2018). "Developments in Universal Lathe Technologies and Their Applications in Modern Manufacturing." *Journal of Mechanical Engineering*, 64(3), 147-159.
- Robinson, G., & Patel, S. (2014). "Utilization of Artificial Intelligence in Maintenance Decision Making: A Case Study in Metalworking Industry." *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 25(7), 1485-1495.
- Taylor, S., & Lee, K. (2015). "Impact of Advanced Training Programs on Maintenance Personnel in Metalworking Industries." *Journal of Vocational Education and Training*, 67(4), 512-525.
- Yilmaz, H., & Demir, K. (2021). "Universal Lathe Machines: Historical Evolution and Future Trends." *International Journal of Machine Tools and Manufacturing Technology*, 32(5), 301-315.
- Wang, Y., & Zhao, X. (2016). "Dynamic Analysis and Performance Improvement of Universal Lathe Machines." *Journal of Machine Tools and Manufacture*, 54(1), 33-45.
- White, E., & Brown, H. (2015). "Integration of Smart Sensors for Real-Time Monitoring in Manufacturing Processes." *International Journal of Production Research*, 51(10), 2935-2950.
- Zhang, L., & Chen, Y. (2012). "Computer-Aided Design of Universal Lathes for Customized Manufacturing." *CAD Journal*, 44(7), 543-556.

Türk dilinde

- Arslan S., (2019), 'Talaşlı İmalat Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul. 155 s.*
- Çelik A., (2017), "Talaşlı Üretim Yöntemleri", Makine ve Teçhizat. Atatürk Üniversitesi, Açık Öğretim Fakültesi. Erzurum. 200 s.*
- Erdaş M., (2020), 'Metal İmalat Sektörü İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Değerlendirilmesi', Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 114 s.*
- Ersöz Y., (2019), 'Bir Metal İşleme Atölyesindeki Tezgahların Mevcut Standartlara Göre Makine Emniyeti Yönünden Değerlendirilmesi', Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli. 95 s.*
- Eşiyok A., (2021), 'Metal İmalat Sektöründe Güvenlik Kültürü Algısının Bulanık Mantık Modeli ile Tespiti ve Değerlendirilmesi', Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 210 s.*
- Özdemir S., (2014), 'Metal İmalat Sektöründe Oluşan Kazalarda İnsan ve Altyapı Faktörlerinin Araştırılması', Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 189 s.*
- Türkmen, A. ve Şahin, B. (2018). "Endüstriyel Ortamlarda Universal Torna İş İstasyonlarının Ergonomik Olarak Değerlendirilmesi." İş Güvenliği ve Ergonomi Dergisi, 24(4), 327-336.*
- Usta Y., Keleş Ö., Ercan Y. (2016), "Torna Tezgah-larında Oval Kesme Yapacak Hidrolik Düzenek Geliştirilmesi", G. Ü. Müh.Mim.Fak. Dergisi, Cilt 18, No 3, 1-14.*
- Usta, Y. (2014), Sayısal Bir Hidrolik Pozisyon Kontrol Sistemi Geliştirilmesi ve Denenmesi, Y. Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 198 s.*