

SİSTEM ANALİZİ ƏSASINDA SURƏTKÖÇÜRMƏ İLƏ DİŞPARDAQLAMA SƏMƏRƏLİYİNİN BİRBAŞA YÜKSƏLDİLMƏSİ

Nəriman Moğbil oğlu Rəsulov¹, Mürsəl Zabit oğlu Ələkbərov²

¹Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan

²BP Exploration (Caspian Sea) Limited, Bakı, Azərbaycan

DIRECT INCREASING OF EFFICIENCY IN TOOTH GRINDING BY COPYING METHOD BASED ON SYSTEM ANALYSIS

Nariman Mobil Rasulov¹, Mursal Zabit Alakbarov²

¹Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan: nariman.rasulov@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0003-0114-8819>

²BP Exploration (Caspian Sea) Limited, Baku, Azerbaijan: mursal.alakbarov@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0515-0633>

Abstract. The grinding by copying of working surfaces of gear teeth is of particular importance in ensuring their high production and operational qualities. The article presents a general concept developed for designing highly efficient mechanical processing technological operations, based on the system analysis of tooth grinding through copying method. It also outlines the directions for directly increasing efficiency, determined by examining the functional relationships of mechanical processing specific to the output parameters of tooth grinding. The essence of directly increasing the efficiency of shaped and gear surfaces and the possible sources to achieve this are explained. The theoretical basis for directly increasing efficiency by reducing the number of working passes in tooth grinding without decreasing the accepted allowance and actual cutting depth is provided, along with the results of experimental trials. The developed methodology is recommended for use in increasing the efficiency of mechanical processing operations.

Keywords: system, hierarchy, tooth grinding, copying, efficiency, direct, increase, number of passes.

© 2025 Azerbaijan Technical University. All rights reserved.

Giriş. Mexaniki emal səmərəliyinin yüksəldilməsi hazırlanan hissələrin, o cümlədən onun təşkilədicisi olduğu məmulun, bir tərəfdən istehsal keyfiyyətinin yüksəldilməsi ilə əlaqədar olaraq istismar göstəricilərinin yüksəldilməsini, digər tərəfdən isə texnoloji əməliyyatın çevikliyinin artırılması və s. ilə əlaqədar olaraq məmulun texnoloji maya dəyərinin azalmasını, onun rəqabət qabiliyyətinin yüksəldilməsini təmin edir. Odur ki, maşın hissələrinin səthlərinin müxtəlif üsullarla emal səmərəliyinin yüksəldilməsinə çoxsaylı tədqiqat işləri həsr edilmişdir [1-4]. O cümlədən, fasonlu yastı səthlərin, onların çox geniş yayılmış nümunəsi olan evolvent və digər profilli səthlərin sürətköçürmə ilə dişparadaqlama (SKDP) səmərəliyinin yüksəldilməsi üzrə bir sıra texnoloji məsələlər həll edilmişdir [5-7]. Fasonlu yastı səthlərin, dişlərin işçi profillərinin səmərəli emalını təmin edən paraqlama üsulları işlənmiş, sınaqdan keçirilmiş və pozitiv nəticələr alınmışdır [8-10].

Qeyd etmək lazımdır ki, emal səmərəliyinin yüksəldilməsi ilə bağlı tədqiqat işləri lokal xarakter daşımış, ümumiləşdirici konsepsiya işlənməmiş və tədqiq edilməmişdir. Hesab edirik ki, hər hansı texnoloji emal növünün səmərəliyi məsələsinə, onu önləyən texnoloji əməliyyatlar da nəzərə alınmaqla, kompleks yanaşılmalı, məsələnin həlli üçün ümumi konsepsiya işlənilməli və ondan istifadə edilməlidir. Bunun üçün, tədqiqat obyektı-tipik nümunə kimi seçilmiş mexaniki emalla formalaşdırma növünə sistemli yanaşılmalı, onu önləyən, onunla bilavasitə və bilavasitə əlaqəli olan səthləri, səthlərin keyfiyyət göstəricilərini, formalaşdırma mexanizmləri, texnoloji çıxış parametrləri, texnoloji prosesin gedişində təsirdə olan dinamiki, kinematikı və statiki əlaqələr araşdırılmalı və onların tədqiqat obyektinə təsir mexanizmi nəzərə alınmalıdır.

Beleliklə, mexaniki emal əməliyyatlarının səmərəliyinin sistem analizinin tətbiqi ilə yüksəldilməsi məsələlərinin rəşional həlli üçün SKDP timsalında ümumiləşdirilmiş konsepsiyanın işlənməsi aktual məsələdir.

Problemin qoyuluşu. Bütün növ mexaniki emal əməliyyatlarını yerinə yetirmək üçün iki növ hərəkətdən-yerdəyişmələrdən istifadə olunur: texnoloji sistem elementlərinin emal olunan səthin forma və ölçülərində dəyişiklik yaradan yerdəyişmələri-texnoloji gedişlər və onları icra etmək üçün yerinə yetirilməsi tələb olunan köməkçi gedişlər [11], [12, s. 95-116]. Əməliyyata daxil olan belə

yerdəyişmələr, avadanlıq, alət, pəstah, tərtibat, nəzarət, statiki, kinematiki, dinamiki əlaqələr və s. vahid bir sistem təşkil edir [13, s. 15-40], [14-16]. Həmçinin, hissəni hazırlayarkən bu cari əməliyyatı (məsələn, SKDP) önləyən bir sıra digər əməliyyatlardan (məsələn, pəstahalma, termiki emal, frezləmə və s.) istifadə edilir. Önləyən əməliyyatlar, onları yerinə yetirərkən baş verən çevrilmələr və s. ilə, qeyd olunan cari mexaniki emal əməliyyatı (məsələn, SKDP) arasında müəyyən material, səth keyfiyyəti, dəqiqlik, iqtisadi və s. əlaqələri mövcud olur. Deməli, ön əməliyyatlarda təmin edilən bəzi çıxış parametrlərini idarə etməklə də tədqiq edilən cari əməliyyatda səmərəliyi təmin etmək, onu idarə etmək olar. Beləliklə, cari əməliyyatda qoyulan tədqiqat məsələsi-əməliyyat, onunla dolayı əlaqədə olan ön əməliyyatlarla mürəkkəb bir sistem təşkil edir. Məlum olduğu kimi, bu zaman, cari əməliyyat üst sistem, onu önləyənlər isə alt sistemlər kimi özlərini büruzə verirlər.

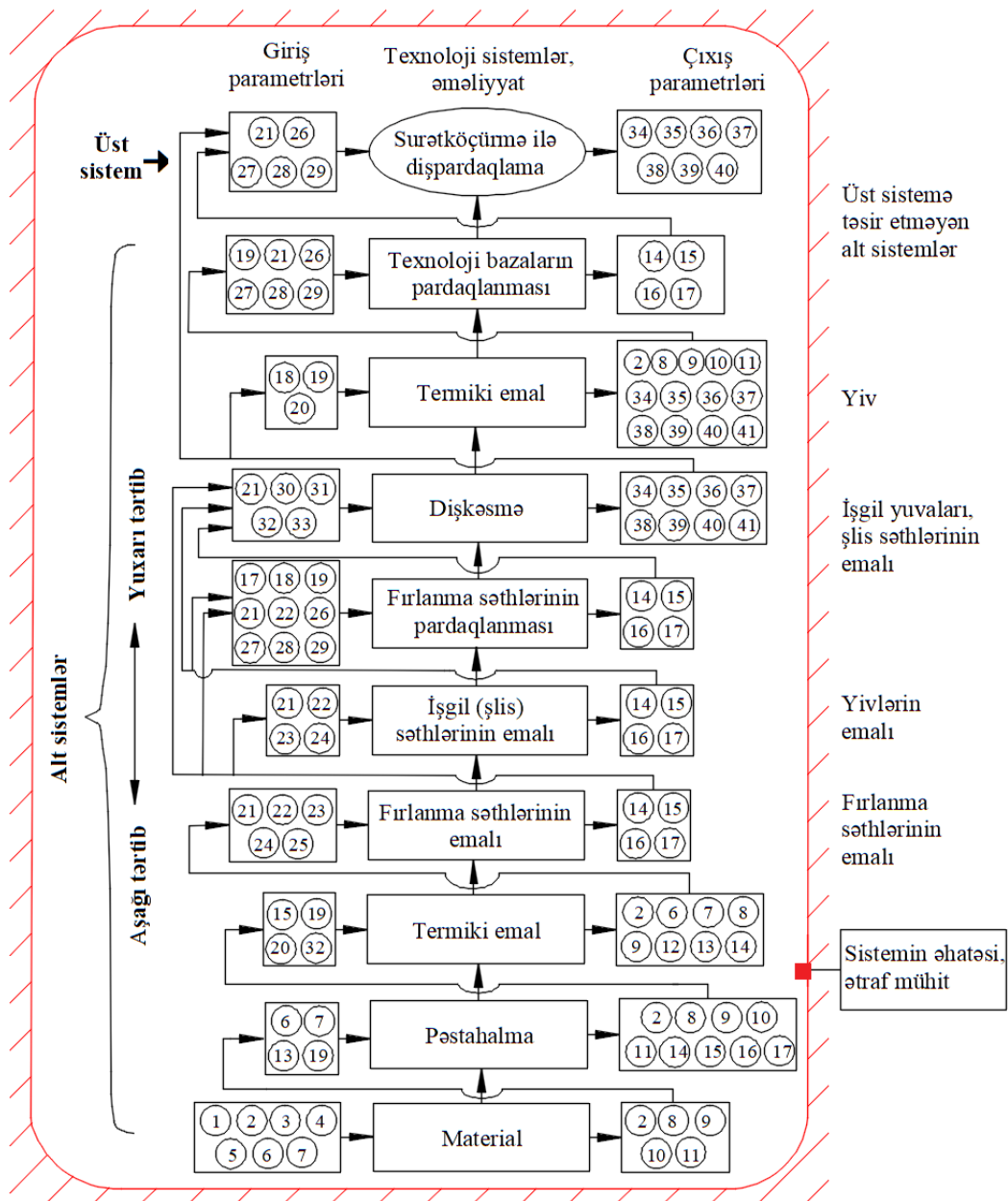
İşin məqsədi dişlərin sürətköçürmə ilə paradaqlanmasının sistem analizi timsalında əməliyyatın səmərəliyini birbaşa yüksəltmə istiqamətlərinin müəyyənəşdirilməsi və onlardan birinin sınaqdan keçirilməsidir.

Məsələnin həlli metodikası. SKDP texnoloji əməliyyatının sistem analizini aparmaq üçün onun, onu önləyən, onunla birbaşa əlaqəsi olan termiki emal, fırlanma səthlərinin emalı və s. ilə bağlı olan bütün əlaqələri nəzərə alınmaqla, dekompozisiyası aparılmışdır. Bunun üçün sistem analizi üzrə mövcud olan metodikadan istifadə edilmişdir [15, 17]. Bu zaman sistemə xas olan bütövlük və emerjentlik xassələrinin gözlənilməsi, həmçinin konstruktivlik, tərkib elementlərinin yönümlük və qarşılıqlı əlaqə, texnolojilik və məqsədyönümlük əlamətlərindən istifadə etməklə sistemin iyerarxiya sxemi tərtib edilmişdir (Şəkil 1). Sxem tərtib edilərkən dişli çarxların tipik-ümumiləşdirilmiş texnologiyaları və SKDP ilə birbaşa və dolayı əlaqəsi olan hər bir əməliyyat alt sistem kimi nəzərə alınmışdır. Yəni, hər hansı dişli çarxda işgil və ya şlis səthləri olmaya bilər. Belə hallarda həmin alt sistem iyerarxiya sxemindən silinməlidir. Ola bilər ki, hər hansı əməliyyatdan (məsələn, işgil yuvasının emalı) dişli çarxın hazırlanmasında istifadə olunsun, lakin, bu zaman formalaşdırılan səthdən dişparadaqlamada texnoloji baza kimi istifadə olunmasın. Analoji hallarda da, həmin mərhələ iyerarxiya sxemindən xaric edilməlidir. Ümumilikdə, SKDP səmərəliyi ilə əlaqəli olan ilkin amillər mahiyyəti və təsir mexanizmi ilə fərqlənən altı qrup üzrə sistemləşdirilir.

SKDP sisteminin iyerarxiya sxeminin mikrosəviyyədə analizi əsasında əməliyyatın səmərəliyini birbaşa və dolayı yollarla yüksəltmə istiqamətləri müəyyən edilmişdir. Aydındır ki, SKDP səmərəliyinin eyni zamanda hər iki tədbirlə yüksəldilməsi isə daha yüksək nəticələr verir.

Fasonlu səthləri paradaqlama səmərəliyinin birbaşa yüksəldilməsinin mahiyyətini yalnız üst sistemə birbaşa aid olan konstruktiv və texnoloji tədbirlər, bu sistemin elementlərində yerinə yetirilən dəyişikliklər, çevrilmələr və idarə etmələrlə səmərəliliyin yüksəldilməsi təşkil edir.

Sistemin analizi ilə müəyyən edilir ki, SKDP səmərəliyinin birbaşa yüksəldilməsi əsas iki istiqamətdə: paradaqlamada keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması və texnoloji maya dəyərinin azaldılması ilə həyata keçirilə bilər. Keyfiyyət göstəricilərinin yaxşılaşdırılması öz növbəsində bir-birindən formalaşma mexanizmi ilə kəskin fərqlənən üç istiqamətdə: dəqiqlik parametrlərinin, səth qatı keyfiyyətinin və nahamarlıq göstəricilərinin yaxşılaşdırılması ilə aparılır. Texnoloji maya dəyərinin azaldılmasında üç istiqamətdə – məhsuldarlığın yüksəldilməsi, texnoloji əməliyyatın mexanikləşdirməsi və avtomatlaşdırılması ilə aparılır. Paradaqlamada dişlərin parametrlərinin dəqiqliyi, onların səthlərinin nahamarlıq və səth qatı keyfiyyətlərinin, həmçinin məhsuldarlığın yüksəldilməsi sırf dişparadaqlamaya aid olan texniki və texnoloji tədbirlər və texnoloji sistemin tərkib elementlərinin avtomatlaşdırılması və mexanikləşdirilməsi ilə həyata keçirilə bilər. Dişparadaqlama səmərəliyinin keyfiyyət göstəriciləri ilə birbaşa yüksəldilməsi nəticəsində dişli çarxların dişlərinin, onların işçi səthlərinin istismar göstəricilərinin yüksəldilməsi əsas götürülür. Maya dəyərinin aşağı salınması isə dişli çarxın rəqabət qabiliyyətinin yüksəlməsini təmin edir.



Şəkil 1. SKDP sisteminin ierarxiya sxemi

1 – Xammal, 2 – Kimyəvi elementlər (tərkib), 3 – Formalaşdırma üsulu, 4 – Formalaşdırma şəraiti, 5 – Ətraf mühit, 6 – Formalaşdırma alət, 7 – Formalaşdırma rejimi, 8 – Materialın quruluşu, 9 – Dənəvərlik, 10 – Materialın bərkliyi, 11 – Materialın bircinsliyi, 12 – Pəstahalma üsulu, 13 – Pəstahalma şəraiti, 14 – Ölçü və forma dəqiqliyi, 15 – Səthlərin qarşılıqlı vəziyyət dəqiqliyi, 16 – Səthlərin nahamarlıq keyfiyyəti, 17 – Səth qatının keyfiyyəti, 18 – Termiki emal üsulu, 19 – Termiki emal şəraiti, 20 – Termiki emal rejimi, 21 – Yerləşdirmə sxemi, 22 – Emal üsulu, 23 – Kəsən alət, 24 – Kəsmə rejimi elementləri, 25 – Kəsmə şəraiti, 26 – Pardaqlama üsulu, 27 – Pardaqlama dairəsi, 28 – Pardaqlama rejimi, 29 – Pardaqlama şəraiti, 30 – Dişkəsmə üsulu, 31 – Dişkəsən alət, 32 – Dişkəsmə rejimi, 33 – Dişkəsmə şəraiti, 34 – Radial ölçülərin parametrlərinin dəqiqliyi, 35 – Çevrə boyu parametrlərinin dəqiqliyi, 36 – Dışın uzunluğunu üzrə parametrlərinin dəqiqliyi, 37 – Profilin dəqiqliyi, 38 – Baza yerləşdirmə səthinə nəzərən çənbərin (ekssentriklik) dəqiqliyi, 39 – Profilin nahamarlıq keyfiyyəti, 40 – Profilin səth qatının keyfiyyəti, 41 – Dişpardaqlama üçün emal payı.

SKDP əməliyyatında texnoloji çıxış parametrlərinin keyfiyyətlərinin və ya məhsuldarlığın, onların hər ikisinin yüksəldilməsinin mümkün mənbələrinin idarə edilməsi ilə səmərəliyin birbaşa yüksəldilməsi $E(1)$:

$$E(\uparrow) \Rightarrow f(M_i, S_i, C_i, O_i) = \begin{cases} < M_1, M_2, M_3, \dots > \\ < S_1, S_2, S_3, \dots > \\ < C_1, C_2, C_3, \dots > \\ < O_1, O_2, O_3, \dots > \end{cases}$$

ilə ifadə oluna bilər. Burada, i – səmərəliyi yüksəltmə mənbələrinin sıra sayı, mənbələr üçün fərqli ola bilər,

$M_1, M_2, M_3, \dots$ – materialın keyfiyyətinin,

$S_1, S_2, S_3, \dots$ – statiki texnoloji əlaqələrin,

$C_1, C_2, C_3, \dots$ – forma, ölçü və s. konstruksiyanın dəyişdirilməsi üzrə əlaqələrin,

$O_1, O_2, O_3, \dots$ – forma dəyişdirməyə xidmət edən köməkçi hərəkət əlaqələrinin idarə edilməsi ilə səmərəliyin yüksəldilməsidir.

SKDP səmərəliyinin birbaşa yüksəldilməsi tədbiri kimi, burada, məhsuldarlığın yüksəldilməsi istiqaməti üzrə, AzTU-da işlənən üsula əsasən, dişpardaqlamada kəsmə dərinliyinin azalması ilə əlaqədar olaraq işçi gedişlərin sayının azaldılması qəbul edilir.

Məsələnin həlli. Dişpardaqlama üçün məsləhət görülən emal payını saxlamaqla, emal bölgəsində maili vəziyyətdə olan diş pardaqlamaq, onun vəziyyətindən-yerləşmə bucağından aslı olaraq, faktiki kəsmə dərinliyinin azalmasını təmin edir. Dişin evolvent işçi profilini bütövlükdə pardaqlamağa imkan verən sonuncu maili diş faktiki kəsmə dərinliyinin, demək olar ki, 40 %-dən çox azalmasını təmin edir [6, 8]. Nəticədə, nəzərdə tutulan pardaqlama payını emal sxeminin, kəsmə rejiminin tələblərini nəzərə almaqla, istehsalatda qəbul edildiyi kimi dörd işçi gedişə deyil, üç işçi gedişə çıxarmaq imkanı yaranır.

Məhdud miqyasda aparılmış tədqiqat işləri bu texnoloji tədbirin ilkin yararlığını göstərmişdir. Lakin, etibarlı qərarların verilməsi, çoxsaylı, genişmiqyaslı, dişli çarxların əksər, əsas parametrləri üzrə aparılmış tədqiqatların nəticəsinə əsaslanmalıdır.

Dişlərinin sayı 34, modulu 5 mm, dişli çənbərin uzunluğu 25 mm olan, polad 12XH3A materialından bərkliyi HRC₃ 57-63 hazırlanan dişli çarxlarda iki variant üzrə (dörd və üç gedişli pardaqlama) dişlərin pardaqlanmasında mikrobərkliyin müqayisəli araşdırılması maili dişdə üçgedişli pardaqlamanın əlverişliliyini göstərmişdir [9]. Burada həmin təcrübələrdən alınan, dişlərin addım dəqiqliyinin müqayisəli araşdırılmasının nəticələri təqdim edilir.

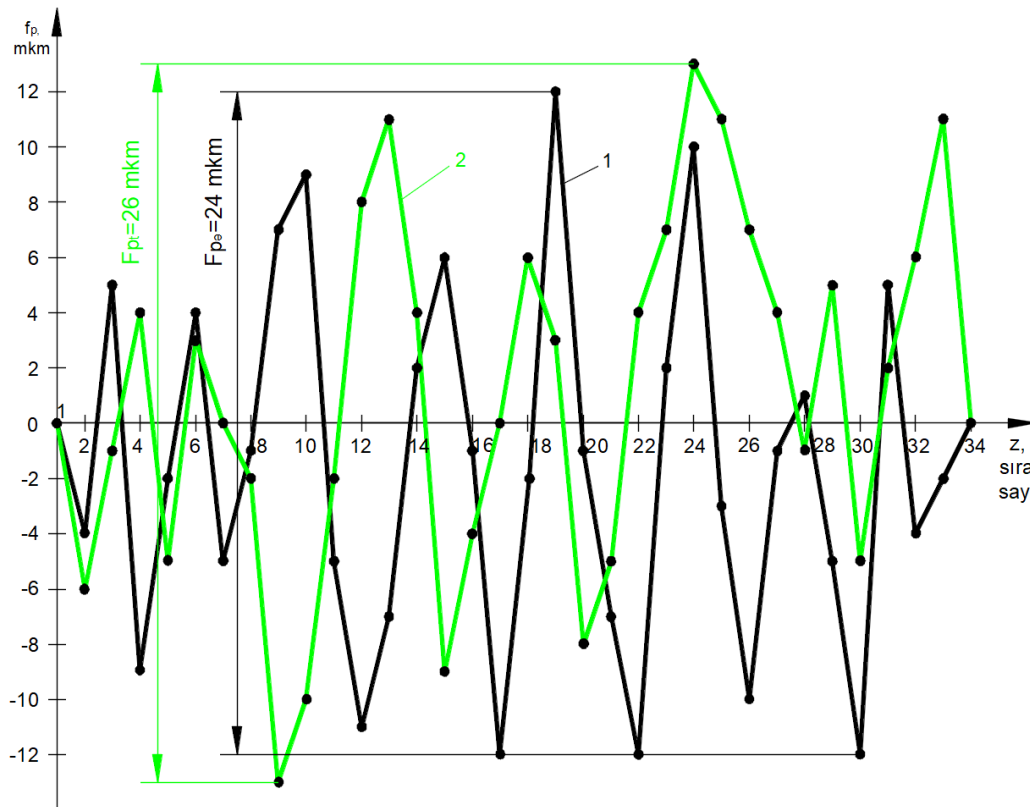
Müzakirə: Ənənəvi, dördgedişli emalda ilk iki gedişdə kəsmə dərinliyi 0,1 mm, üçüncü gedişdə 0,06 mm, dördüncü gedişdə 0,04 mm; üç gedişli pardaqlamada, ilk gedişdə 0,18 mm, ikincidə 0,09 mm, üçüncü gedişdə 0,03 mm qəbul edilmişdir. Müqayisə edilən hər iki növ pardaqlama üçün kəsmə sürəti $V \approx 36$ m/s; son ikiqat gedişlərdə sürət 1800 mm/dəq, digər gedişlərdə isə ikiqat gediş sürəti 3000 mm/dəq olmuşdur.

Hər iki variant üzrə pardaqlanmış dişli çarxlarda profillərin səth keyfiyyətləri cizgi üzrə tələb olunan həddə, dəqiqlik parametrləri isə, cizgidə göstərilmiş 7C ГОСТ 1643-81 üzrə olmuşdur [18, s. 137-148], [19].

Hər bir variant üzrə üç dişli çarxda kəsilmiş dişlərin addım parametrləri bütün dişlər üzrə ardıcıl olaraq ayrı-ayrı mütəxəssislər tərəfindən ölçülmüşdür. Ölçülərin nəticələrinə əsasən, paralel təcrübələrin sayının kifayətliyi təmin edilmişdir.

Üç paralel ölçmədən alınan nəticələrin orta qiymətinə əsasən addımın dişlər üzrə dəyişməsi, toplu xətanın formalaşması qrafiki qurulmuşdur (Şəkil 2). Şəkildə göstərildiyi kimi mövcud üsulla, dörd gedişli dişpardaqlamada toplu xəta $Fp_4=24$ mkm, üç gedişli dişpardaqlamada isə $Fp_3=26$ mkm olmuşdur. Hissənin cizgisinə əsasən dişlərin dəqiqlik dərəcəsi 7 olmalıdır. Standart üzrə dəqiqlik dərəcəsi 7 olan uyğun dişli çarxlar ($z=34$, $m=5$ mm) üçün yol verilən tam toplu xəta $Fp=51$ mkm, addım xətası isə $f_{pT}=\pm 14$ mkm olmalıdır.

Beləliklə, hər iki halda cizgidə tələb olunan dəqiqlik təmin edilmiş və üç gedişli emaldan alınan nəticələr mövcud-dörd gedişli emalda dişlərin ardıcılığı üzrə alınan addım xətalarına nisbətən stabil olmuşdur.



Şəkil 2. Pardaqlanmış dişlərdə addımın toplu xətasının formalaşması:

1) dördgedişli, 2) üçgedişli pardaqlama

Beləliklə, SKDP-prosesinin sistem analizi ilə, ona təklif olunan sistemli yanaşma ilə dişpardaqlama səmərəliyinin yüksəldilməsi, dişpardaqlama vaxt normasının azaldılması əldə edilir.

Nəticə.

1. Dişli çarxlarda dişlərin sürətköçürmə ilə pardaqlanmasının sistem analizi aparılmış, pardaqlama səmərəliyini birbaşa yüksəldilməsi metodikası işlənilmiş, səmərəliyin yüksəldilməsinin birbaşa yolla, üst sistemin formalaşması mənbələrini əks etdirən səmərəliyin yüksəldilməsi mənbələri müəyyən edilmiş və ümumiləşdirilmiş matris formasında təqdim edilmişdir.

2. Dişlərinin sayı 34, modulu 5 mm, dişli çənbərin uzunluğu 25 mm olan, polad 12XH3A materialından bərkliyi HRC₃ 57-63 hazırlanan dişli çarxlarda tövsiyə olunan faktiki emal payı və kəsmə dərinliyini saxlamaqla SKDP səmərəliyinin birbaşa yüksəldilməsi dördgedişli emalın üçgedişli ilə əvəz olunması ilə həyata keçirilmiş və pardaqlamadan alınan keyfiyyət göstəriciləri təmin edilmişdir. O cümlədən, dişlərin addımlarının toplu xətalari üzrə alınan nəticələr müqayisəli olaraq təqdim edilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Fedir Novikov, Volodymyr Polyansky, Oleksiy Yermolenko, Andrii Ivashura and Oksana Yermolenko. Improving the efficiency of gear grinding technology for mine conveyor drives. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012038>
2. T.N. Ivanova, A.I. Korshunov, I.N. Sannikov, V.N. Tyukpiekov. Research of grinding process of gears with involute profile to increase its efficiency. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 327 (2018) 042046. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/327/4/042046>
3. Sarvan Aziz, Improving surface quality in flat grinding operations using modern technological methods. AzTU, Machine Science, 2024, № 2, p 59-64. <https://doi.org/10.61413/XTTO3306>
4. Некрасов Р. Ю., Овсянников В. Е. Комплексный анализ методов повышения эффективности обработки на станках с ЧПУ // Тюменский научный журнал. 2024, № 2, с. 25–29. <https://doi.org/10.24412/3034-154X-2024-2-25-29>

5. Rasulov N.M., Alekberov M.Z., Nadirov U.M. More Efficient Copy Grinding of Complex Surface. Russ. Engin. Res. 41, 829-831 (2021). <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068798X21090227>
6. Rasulov N.M., Nadirov U.M., M. Alakbarov M.Z. Improving the efficiency of grinding teeth by copying with the control of dynamic technological connections. / SOCAR Proceedings. Special Issue 1 (2022) 029-035. DOI: 10.5510/OGP2022SI100697. <https://proceedings.socar.az/en/journal/85>
7. Расулов Н.М., Шабиев Е.Т. “Повышение эффективности шлифования зубьев зубчатых колес методом копирования на основе управления глубиной резания”. Известия ВУЗов Машиностроение. МБТУ, 2017, №2 с. 90-97. <https://doi.org/10.18698/0536-1044-2017-2-90-97>
8. Rasulov N.M., Mammadov A.S., Alakbarov M.Z., Shabiyev E.T. The issues of improving surface quality and productivity in the grinding with copy method of shaped and tooth surfaces. IntechOpen - Open Access books “Advances in Materials Processing - Recent Trends and Applications in Welding, Grinding, and Surface Treatment Processes” 29 April 2024, pp. 103-122, London, DOI: 10.5772/intechopen.1004849. <https://www.intechopen.com/chapters/1180557>
9. Rasulov N.M., Shabiyev E.T., Damirova G.V., Alakbarov M.Z., Huseynov Y.E. Increasing the efficiency of forming complex rotating surfaces with the controlling of technological connections. Key Engineering Materials Vol. 979, april 2024, p. 55-62, Switzerland. <https://doi.org/10.4028/p-jc7OVU>
10. Ермолаев В.К. “Развитие профильного шлифования” “РИТМ машиностроения”. № 4-2019, с. 40-48. <https://ritm-magazine.com/ru/magazines/2019/zhurnal-ritm-mashinostroeniya-no-4-2019#page-4950>
11. J.T.Black, Ronald A. Kohser, DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing, 13th Edition ISBN: 978-1-119-49282-5, May 2019, 896 p. Materials and Processes in Manufacturing May-2019
12. Артомонов В.Д., Федоров Ю.Н. Анализ эффективности процессов зубонарезания цилиндрических колес: монография. – Тула: ТулГУ, 2008. – 356 с.
13. Mövla-zadə V.Z. Texnoloji proseslərin sistem analizi. Dərs vəsaiti. Bakı, “Təhsil” NPM-2003, 130 s.
14. Rasulov N.M., Nadirov U.M., Alekberov M.Z. Generalized Assessment of Machined Surfaces Quality. Russ. Engin. Res. 40, 822-825 (2020). <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068798X20100202>
15. Alan Dennis, Barbara Haley Wixom, Roberta M. Roth. Systems Analysis and Design. John Wiley & Sons, 2014 M11 pp.144-148. https://books.google.az/books/about/Systems_Analysis_and_Design.html?id=PxZ6oAEACAAJ&redir_esc=y
16. Bogatenkov S.A., Sazanova N.S., Guzeev V.I., Yusubov N.D., Abbasova H.M. Increasing the Productivity of Multi-tool Machining on Automated Lathes by Optimizing the Tool Positions. Russian Engineering Research, 2021, vol. 41, pp. 1075-1079. <https://doi.org/10.3103/S1068798X21110058>
17. Mahbubur Rahman Syed, Sharifun Nessa Syed. Handbook of Research on Modern Systems Analysis and Design Technologies and Applications. July 2009, p. 698, USA. DOI: 10.4018/978-1-59904-887-1. <https://www.igi-global.com/book/handbook-research-modern-systems-analysis/490>
18. Антонюк В.Е. и др. Зубчатые передачи. Нормативно-методическое обеспечение точности зубчатых передач на этапе проектирования. // Минск: Беларуская наука, 2016, 251 с. <https://znanium.ru/read?id=349713>
19. ГОСТ ISO 1328-1-2017: Передачи зубчатые с цилиндрическими. Система ISO. Классификация допусков на боковые поверхности зубьев зубчатого колеса. Часть 1. Определения и допускаемые значения отклонений на боковые поверхности зубьев зубчатого колеса. Москва Стандартинформ, 2018. 48 с. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293733/4293733518.pdf>

SİSTEM ANALİZİ ƏSASINDA SURƏTKÖÇÜRMƏ İLƏ DİŞPARDAQLAMA SƏMƏRƏLİYİNİN BİRBAŞA YÜKSƏLDİLMƏSİ

N.M.Rəsulov, M.Z.Ələkbərov

Xülasə. Dişli çarxlarda dişlərin işçi səthlərinin sürətköçürmə ilə pardaqlanması onların yüksək istehsal və istismar keyfiyyətlərinin təmin edilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Məqalədə sürətköçürmə ilə dişpardaqlamanın təmsalında, onun sistem analizi əsasında, yüksək səmərəliyə malik mexaniki emal texnoloji əməliyyatlarını layihələndirmək üçün işlənmiş ümumi konsepsiya və dişpardaqlamanın çıxış parametrləri ilə mexaniki emala xas olan funksional əlaqələrin araşdırılması əsasında müəyyən edilmiş səmərəliyi birbaşa yüksəltmənin istiqamətləri təqdim edilir, fasonlu və dişli səthlərin səmərəliyini birbaşa yüksəltmənin mahiyyəti, ona nail olmanın mümkün mənbələri açıqlanır. Təcrübədə qəbul edilmiş emal payı və faktiki kəsmə dərinliyini azaltmadan dişpardaqlamada işçi gedişlərin sayının azaldılması ilə səmərəliyin birbaşa yüksəldilməsinin nəzəri əsası və aparılmış sınaq təcrübələrinin nəticələri verilir. İşlənmiş metodika mexaniki emal əməliyyatlarının səmərəliyinin yüksəldilməsində istifadə üçün tövsiyə edilir.

Açar sözlər: sistem, iyerarxiya, dişpardaqlama, sürətköçürmə, səmərəlik, birbaşa, yüksəltmə, gedişlərin sayı.

Accepted: 15.05.2025