

SPORIREA PRODUCTIVITĂȚII RECTIFICĂRII ANGRENAJELOR

Alexandru MAZURU

Universitatea, Facultatea Inginerie Mecanică Industrială și transporturi, Departamentul Ingineria Fabricației, Chișinău, Moldova

Alexandru Mazuru, alexandru.mazuru1987@gmail.com

Rezumat. It is established, that increase of speed of cutting for grinding cogwheels allows to increase efficiency of processing from 1,6 up to 1,85 times and to achieve accuracy and quality of the processed surfaces at one level. Approximately the same values of resistance of the tool at the same time are kept. With increase of speed deterioration of the tool on 1,6 times decreases. Results are received when $V_d/V_m=100$, where V_d -speed of the tool, V_m - speed of turn of a table.

Cuvinte cheie: differential change gears, index change gears, gear-cutting machine, kit.

Introducere

Viteza de aşchiere influențează asupra productivității și uzurii specifice a sculei abrazive la rectificarea roților dințate din diferite tipuri de oțel cu discuri 24A25CM17K43 pe mașina-unealtă 53A30P. Mașina-unealtă de danturat este echipată cu dispozitiv special, scula este pusă în mișcarea de rotație de un motor electric cu trei faze cu frecvența de 500, 800 Hz și turații $n = 24000; 36000; 48000 \text{ min}^{-1}$. Astfel viteza de aşchiere poate fi schimbată de la 10 până la 75 m/s cu condiția păstrării durabilității T și înălțimii rugozității suprafeței rectificate (parametrul R_a , tabelul).

Conform analizei datelor sporirea vitezei de la 35 până la 70 m/s permite a spori productivitatea prelucrării de 1,7 ori pentru oțel 45 și 1,6 ori pentru oțel 20H și 40HN3MA, micșorând în același timp uzura discului cu 1,7 și 1,6 ori corespunzător. Rezultatele sunt obținute (fig. 1) pentru raportul $V_d/V_m = 100$.

Tabelul 1

Rezultatele cercetarilor experimentale

Oțelul prelucrat	Viteza de aşchiere, m/s	Parametrii obținuți în urma rectificării			
		T, min	$R_a, \mu\text{m}$	$q, \frac{\text{mm abraz.}}{\text{mm semif.}}$	$Q_{r1}, \frac{\text{mm}}{\text{mm min}}$
Oțel 45	35	17	0,99	0,014	66
(HRC 44-48)	70	16	1,0	0,008	114
Oțel 20H	35	12	1,8	0,028	65
(HRC 62-65)	70	12	1,8	0,016	110
Oțel 40HN3MA	35	11	0,68	0,078	62
(HRC 58-64)	70	10,5	0,70	0,048	104

În rezultatul cercetărilor s-a determinat, că pentru rectificarea angrenajelor cu mișcarea de rulare a semifabricatelor și mișcarea sfero spațială a sculei, cel mai optimal din punct de vedere a atingerii cerințelor desenului tehnic la precizia și calitatea suprafețelor prelucrate este păstrarea raportului $V_d/V_m = 100$. De asemenea la prelucrarea cu viteze de aşchiere sporite în comparație cu cele obișnuite (30-35 m/s) se obținute o sporire considerabilă a productivității prelucrării. Tendința spre micșorarea acestui raport pe baza sporirii vitezei de rotire a mesei V_m aduce la micșorarea preciziei de prelucrare din cauza apariției vibrațiilor, care apar în sistemul tehnologic (sporirea forțelor centripete, ne uniformitatea uzurii sculei și altele). În cazul dat avantajul sporirii vitezei de aşchiere practic nu se realizează. Micșorarea valorii V_m se răsfrânge negativ asupra balansului termic a procesului de rectificare, prin micșorarea caracteristicilor calitative a suprafeței rectificate. Din aceste considerente, la proiectarea operației de rectificare a suprafeței angrenajului precesional, înlăturarea adaosului de bază ($\approx 90\%$) este necesar de a efectua la o viteză mai mare decât cea recomandată. Partea rămasă a adaosului este necesar de a elimina la o fază când vitezele de aşchiere sunt mai mici și de dorit ca raportul $V_d/V_m = 100$ să fie păstrat, pentru a asigura precizia și calitatea necesară de prelucrare.

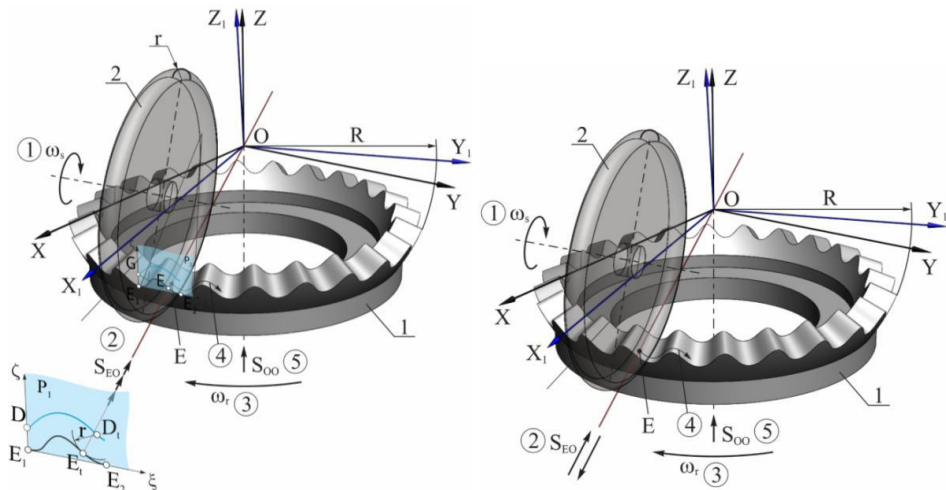


Fig. 1. Schema cinematică a procedurii de generare prin rectificare cu sculă-disc profilat periferic, varianta I (a) și variația II (b)

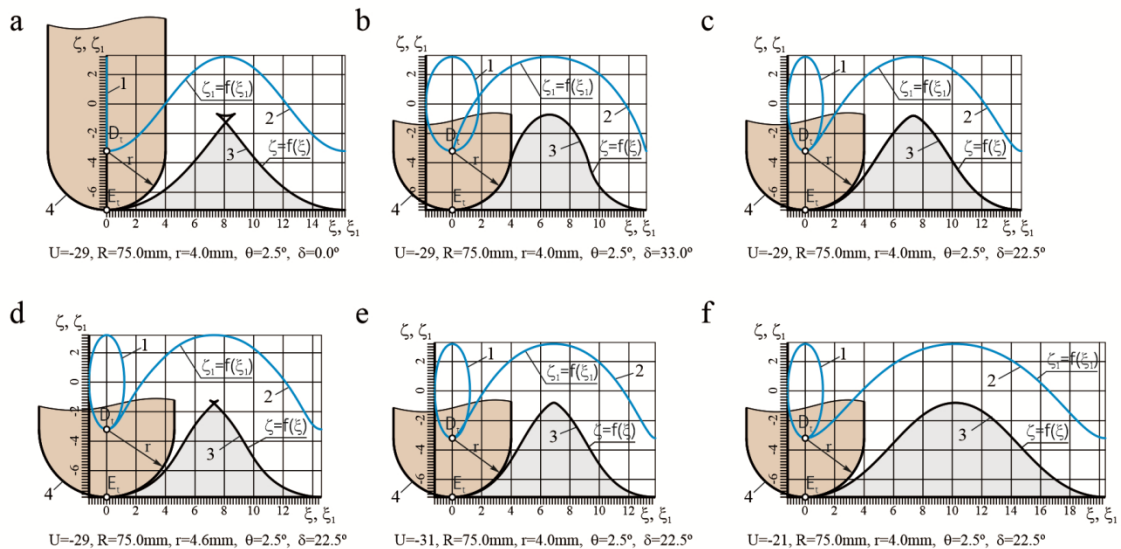


Fig. 2. Profilogramele generării profilului dinților cu sculă precesională: 1, 2 – traiectoriile mișcării centrului sculei în sistemul de coordonate imobil OXYZ și, respectiv, în cel mobil OX₁Y₁Z₁; 3 – profilul dintelui; 4 – conturul generator al sculei

O astfel de concepție permite a realiza operația de rectificare a angrenajului în mai multe etape ori cicluri, iar automatizarea varierii regimurilor de aşchiere, care include și viteza de aşchiere, permite să o realizăm dintr-o singură fază. În același timp la etapa de înlăturare a adaosului de bază sporirea vitezei de aşchiere permite a micșora numărul curselor de lucru pe baza majorării vitezei de înlăturare a metalului, care la rândul său micșorează timpul cu mașina, iar cu automatizarea varierii regimurilor de aşchiere, se micșorează timpul auxiliar, legat de altă fază. Alegerea variantei funcționării cilului operației de rectificare cu posibilitatea utilizării vitezelor sporite de aşchiere depind de aceea, care din probleme se rezolvă la rectificare.

Sporirea vitezei de înlăturare a metalului este aproximativ proporțională sporirii vitezei de aşchiere cu realizarea cerințelor înalte către precizia cotelor obținute și calității suprafețelor prelucrate.

Sporirea rapidă a vitezei de înlăturare a adaosului de metal cu cerințe libere față de precizia cotelor obținute și calitate a suprafeței.

Consecutivitatea unui ciclu în regim automat e următoare. La faza începătoare rectificarea se desfășoară la regimuri de degroșare. După înlăturarea adaosului de degroșare are loc trecerea automată la regim de finisare, se micșorează avansul radial și viteza de rotire a mesei. La obținerea cotei necesare se deconectează avansul radial și se trece la faza de rectificare fără avans radial,

numărul trecerilor se indică prealabil. După finisarea acestei faze se cuplează avansul de îndepărtare a dispozitivului cu scula de la roata dințată, masa se oprește și ciclul de prelucrare s-a finalizat.

În ciclul automat de prelucrare se include profilarea discului abraziv după un număr concret de treceri, care se determină în prealabil. Cu mecanismul de profilare cinematic există o legătură cu mecanismul de schimbare a vitezei de rotire a discului. La micșorarea diametrului discului abraziv sistemul de supraveghere transmite o comandă spre sporirea frecvenței de rotire a axului principal. Automatizarea ciclului se realizează prin măsurarea cotei curente a semifabricatului cu un aparat de control activ și dirijarea cu varierea vitezei de așchiere și avans prin trimiterea unei comenzi corespunzătoare.

La rectificarea în ciclu automat are loc schimbarea vitezei de rotire a mesei de la turații mai mari la turații mai mici la trecerea de la regimurile de degroșare la cele de finisare, în același timp la regimurile de finisare se micșorează și numărul de treceri.

Controlul experimental a unui astfel de procedeu de prelucrare prin rectificarea roților dințate a prezentat, că timpul de prelucrare se micșorează cca 18 %. Să menționăm, că perioada durabilității sculei a discului abraziv după ambele variante a rămas practic egală.

Este posibilă o variantă de modificare a vitezei de așchiere fără trepte la rectificarea aceleași roată dințată cu aceeași sculă. Această variantă permite micșorarea timpului cu mașina cu 1,85 față de prelucrarea cu viteză constantă, egală cu 35 m/s, datorită excluderii "finisării". În același timp parametrii calității suprafeței și preciziei rămân practic aceeași în ambele cazuri ($R_a = 0,5 \mu\text{m}$, eroarea de pas și de profil). Viteza de așchiere și viteza de deplasare a mesei se modifică după fiecare rotație a mesei. Valoarea vitezei prealabil se calculează ținând cont de numărul de curse necesare pentru înlăturarea adaosului necesar la valoarea avansului radial ales a discului rectificator astfel, ca să se păstreze raportul $V_d/V_m = 100$.

Ținând cont de faptul că angrenajul precesional se rectifică fără întreruperea contactului semifabricat-sculă trecerea de la o viteză de așchiere la alta este preferabil de a o realiza reglabil fără trepte. Astfel se neutralizează acțiunile negative posibile a perioadei de trecere asupra calității și preciziei de prelucrare a suprafeței și uzurii sculei. Variantele propuse sunt efective în cazul când se respectă condițiile de prelucrare (caracteristica discului abraziv, conținutul și metoda de răcire-ungere a zonei de prelucrare, regimurile de profilare ș.a.). În cazul modificării acestor condiții (ca exemplu, asupririi condițiilor față de calitatea suprafeței se recomandă a mări tăria suprafeței cu o treaptă) se poate de stabilit o altă variantă de prelucrare, elaborată după același principiu.

Concluzii

1. Utilizând faze combinate de prelucrare prin folosirea vitezelor raționale de așchiere putem simțitor să majorăm productivitatea prelucrării, să asigurăm precizia și calitatea suprafeței cerute de prelucrare cu păstrarea valorilor constante a durabilității sculei, să sporim eficacitatea operației de rectificarea roților dințate din oțel cu discuri din electrocorund.

Referințe

- [1] Klocke F and Eisemblätter G 1997 *Dry cutting* CIRP Annals 46 (2) 519-526.
- [2] Brinksmeier E, Mutlugunes Y, Aurich JC and Shore P 2010 *Ultra precision grinding* CIRP Annals 59 (2) 652-671.
- [3] Aurich JC Brinksmeier E Blum H and Brecher C 2009 Modelling and simulation of process: machine interaction in grinding Production Engineering 3 (1) 111-120.
- [4] Stingaci I. Grinding of the gears with high depth processing. MATEC Web of Conferences 112:01019, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711201019>. 2017
- [5] Casian M. The processing accuracy of the gear. MATEC Web of Conferences 112:01019, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201711201026>. 2017
- [6] Bostan I. Dulgheru V. Glușco C. Mazuru S. and Vaculenco M. Antologia invențiilor Vol 2 Transmisii planetare precesionale (Chișinău Bons Offices) 2011.
- [7] Mazuru S., Vaculenco M *Issues technology manufacturing precessional gears with nonstandard profile generating* IX international congress "Machines Technologies Materials 2012" Varna Bulgaria Vol I.

- [8] Vlase A. Scaticailov S. *Tehnologii de prelucrare pe mașini de danturat*, Chișinău Tehnica-UTM. 2014.
- [9] Mazuru S and Scaticailov S. *Tehnologii și procedee de danturare a roților dințate* Univ. Tehn A Moldovei Chișinău Tehnica-UTM, 2018.
- [10] Mazuru S. , Cernov A. 2004 *Aprecierea calității organelor de mașini la etapa de pregătire tehnologică a producției*. Buletinul institutului politehnic Iași tomul LIV Fascicula Vc. Iași 749–752.
- [11] Mazuru S. , Scaticailov S. *L'efficacite de la rectification de la force et de la vitesse*. Buletinul institutului politehnic Iași, tomul XLVIII, Supliment I Iași 237 – 240. 2002.
- [12] Laurențiu S Coteață M Pop N and Coelho A *Impact phenomena at the abrasive jet machining*. Nonconventional technologies Review No 1 96-99, 2009.
- [13] Mazuru S. Mechanism of training component kinematics error gears in operation technology hardening chemical – heat (Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași Tomul LVI (LX) Fasc 2a) 2010.
- [14] Bostan I. Mazuru S. and Botnari V. Kinetic process of teeth grinding (The 15 th International Conference Modern Tehnologies, Quality and Innovation ModTech Vadul lui Voda Moldova România. 2011.
- [15] Mazuru S. System reliability and optimization processing parametrs for its accuracy of elements, First part. The 14 the International Conference Modern Technologies, Quality and Innovation Slănic Moldova Romania 2010.
- [16] Slatineanu L Dodun O & Coteata M 2008 *Theoretical Model of the Surface Roughness at the End Milling with Circular Tips* Annals of DAAAM for 2008 & Proceedings of the 19th International DAAAM Symposium Editor B. Katalinic Vienna Austria 1273-1274.
- [17] Mazuru S. and Scaticailov S. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012010, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1018/1/012010>, 2021.
- [18] Mazuru S., Trifan.N. and Mazuru A. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1018 012011, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1018/1/012011>, 2021.
- [19]. Mazuru S. Technological processes generating non-standard profiles of precessional gear. Thesis for doctor of technical sciences, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19477.76005>, 2019.
- [20]. Botnari V., Mazuru S. Influence of Processing Parameters on the Quality of the Superficial Layer after Processing Surfaces with Plastic Deformation Processes. Applied Mechanics and Materials Vol 657, 2014, pp. 147-153.
- [21]. Casian M. Mazuru S. Theoretical and experimental aspects concerning elastic behavior in the grinding technological system, Advanced Materials Research Vol 1036 pp 286-291
- [22]. Casian M. Mazuru S. 2014 A study concerning the workpiece profile after grinding process of precessional gear wheels Advanced Materials Research Vol 1036, 2014, pp. 292-297.
- [23]. Stanislav DUER, Radoslav DUER, Sergiu MAZURU. "Determination of the expert knowledge base on the basis of a functional and diagnostic analysis of a tehcnical object" . Neconventional Tehnologies revive volume XX no.2/2016.
- [24]. Bostan Ion, Mazuru Sergiu & Casian Maxim. Axial adjustment method for precessional transmissions, TEHNOMUS jurnal. Nr. 17.2017.
- [25]. Bostan Ion, Mazuru Sergiu. Processes generating non-standard profiles variable convex- concav of precessional gear. Journal of Engineering Sciences and Innovation. Volume 5, Issue 2 / 2020, pp. 111-122.
- [26]. Bostan Ion, Mazuru Sergiu & Scaticailov Serghei. Technologies for precessional planetary transmissions toothing generation. TEHNOMUS jurnal. Nr. 20.2013. p.226-233.
- [27]. Laurențiu Slătineanu, Margareta Coteață, Nicolae Pop, Sergiu Mazuru, Antonio Coelho, Irina Beșliu. Impact phenomena at the abrasive jet machining. Nonconventional technologies Review , nr. 1, 2009, 96-99.
- [28]. Mazuru S., Metelski V. Constructive metods to ensure the accuracy of tehnological-quality indicators gears. The 16th International Confercencce Modern Tehnologies, Quality and Innovation. ModTech 2012, 24-26 May, 2012, Sinaia, Romania.
- [29]. Mazuru S., Technological processes generating non-standard profiles of precessional gear. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19477.76005>, 2019.