

Н.Е. Байсалова*, Е.Я. Шаяхметов, Д.Н. Серикбеков
Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., көш. Глинка, 20 А
*e-mail: baisalova.nazym@mail.ru

ЭКСПЕРИМЕНТ ЖҮРГІЗУ АРҚЫЛЫ КЕДІР-БҰДЫРЛЫҚТЫ ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ПАРАМЕТРЛІК МОДЕЛІН НАҚТЫЛАУ

Аңдатпа: Бұл жұмыс беттің кедір-бұдырын қалыптастырудың параметрлік моделін зерттеуге және нақтылауға арналған. Қолданыстағы параметрлік модельді нақтылау кедір-бұдырдың пайда болу процесіне әсер ететін оңтайлы параметрлерді анықтау мақсатында эксперименттік зерттеулер жүргізу арқылы жүргізілді. Эксперимент әр түрлі факторларды қарастырады, мысалы, өңдеу жылдамдығы, құрал түрі, материалдың бастапқы сипаттамалары және басқалары, олардың беттің соңғы сипаттамаларына әсерін анықтау мақсатында. Мақалада өңдеу шарттарына байланысты сегіз $a_{i(i=1,2,3,4)}$ және $b_{i(i=1,2,3,4)}$ параметрлері бар математикалық модель сипатталған. Беттің кедір-бұдырын қалыптастыруда құралдың Кесу бөлігінің материалы, кесу жылдамдығы үлкен рөл атқарады. Алынған деректер кесу жылдамдығының барлық диапазонында $ra-V$ логистикалық талдауын жүргізу үшін бастапқы параметр мәндерін тағайындау кезінде пайдаланылды.

Зерттеу нәтижелерін материалдарды өңдеу процестерін оңтайландыру және алынған өнімдердің сапасын жақсарту үшін қолдануға болады. Деректер өнеркәсіптік және инженерлік қосымшаларда беттің кедір-бұдырын қалыптастырудың дәлірек және тиімді модельдерін жасау үшін маңызды мәліметтер береді. Алынған нәтижелер модельдің болжамдарын растап қана қоймайды, сонымен қатар Үстірт сипаттамалардың қалыптасуында маңызды рөл атқаратын қосымша нюанстарды анықтайды.

Түйін сөздер: математикалық модель, кедір-бұдыр, тәжірибе, талдау, беткі қабат, бұралу.

Кіріспе

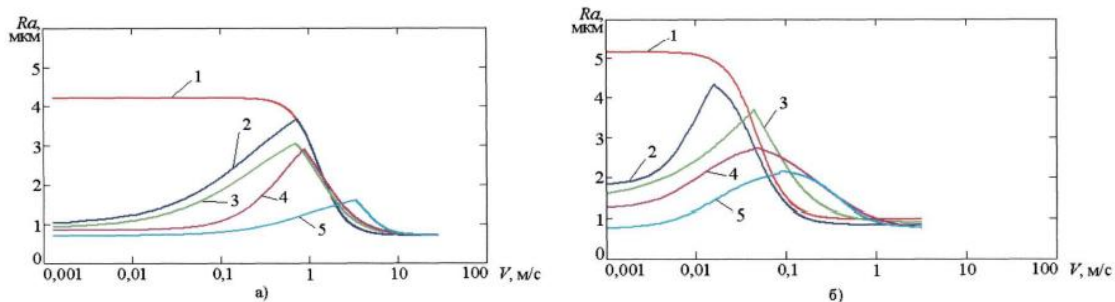
Беттің кедір-бұдырын қалыптастыру процестері өнеркәсіптік өндіріс пен инженерлік қосымшалар саласында шешуші рөл атқарады. Бұл процестерді тиімді басқару Өнімнің жоғары сапасына қол жеткізудің, сондай-ақ өндірістік процестерді оңтайландырудың негізгі факторы болып табылады. Осы мақсатқа жетудің бір әдісі-әр түрлі параметрлердің беткі кедір-бұдырдың пайда болуына әсерін жүйелеуге мүмкіндік беретін параметрлік модельдерді қолдану [1].

Зерттеудің мақсаты өңдеу жылдамдығы, құрал түрі және бастапқы материалдың сипаттамалары сияқты әртүрлі факторларды ескере отырып, кедір-бұдырды қалыптастыру процесіне әсер ететін оңтайлы параметрлерді анықтау болып табылады. Нәтижелер өндірістік процестерді оңтайландыру үшін маңызды деректерді ұсынып қана қоймайды, сонымен қатар өнеркәсіптік және инженерлік тәжірибеде қолданылатын дәлірек модельдерге негіз болады. Бұл зерттеулер материалдарды өңдеудің заманауи технологияларына және өндірілетін өнімнің сапасын жақсартуға негізгі үлес болып табылады.

Зерттеу әдістері

Математикалық модельдің сипаттамасы: математикалық модель [2] өңдеу шарттарына тәуелді сегіз $a_{i(i=1,2,3,4)}$ және $b_{i(i=1,2,3,4)}$ параметрлері бар. Осы параметрлерді сипаттау үшін біз жұмыстардан алынған эксперимент деректерін қолдандық [3, 4].

Алынған деректер екі логистиканы бірлесіп қолдану арқылы кесу жылдамдығының барлық диапазонында $Ra-V$ логистикалық талдауын жүргізу үшін бастапқы параметр мәндерін тағайындау кезінде пайдаланылды. Логистикалық талдаудың нәтижесі болып табылатын математикалық модельдің барлық параметрлері 1-суретте математикалық модельдің көмегімен есептелген тәуелділік графиктері көрсетілген [5,6]. Модельді құрудың осы кезеңінде есептелген деректердің сәйкестігі туралы қазірдің өзінде айтуға болады, мысалы, R^2 анықтау коэффициенті 0,97-ден 0,99-ға дейінгі диапазонда, ал есептеудің стандартты қателігі 0,19-дан аспайды.



СОТС: 1 – вакуум, 2 – ауа, 3 СОЖ – май негізіндегі салқындатқыш, 4 – су, 5 – белсенді шешімдер

1 сурет – Болат 45 (а) және болат 12Х18Н10Т (б) үшін математикалық үлгі бойынша [2] тәуелділік графиктері

Деректерді талдау а₁ параметрінің мәні 0,7-1,8 мкм аралығында өзгеретінін көрсетеді. Ауада бұралу арқылы өңдеу кезінде және май негізіндегі СОЖ көмегімен бұрау кезінде су негізіндегі СОЖ көмегімен бұралумен салыстырғанда а₁ параметрлері жоғары болады.

45 болатты және 12Х18Н10Т болатты салыстыру кезінде беттің кедір-бұдыр қисықтарының кесу жылдамдығына тәуелділігі экстремум жылдамдығының мәні бойынша (V_M) қисықтарға қараған кезде (1 сурет) ретке жақын. Мұның бәрі, әрине, a_4 және b_4 параметрлерінің мәндерін көрсетеді, ал осы екі болат үшін СОТС белсенділігінің өсуімен V_M және a_4 және b_4 мәндерінің бірдей өсу тенденциясы сақталады.

Құралдың кескіш бөлігінің материалының түрі беттің кедір-бұдырлығын қалыптастыруда үлкен рөл атқара алады, бұл мәлімдемені тексеру үшін біз бірқатар құрал материалдары қолданылатын [3, 4] тәжірибелік деректерді пайдаланамыз. Осы тәжірибелер кезінде кесу режимдері: жұмыс материалы болат 45, токарлық, СОТС (ауа, ССІ4); $s=0.075$ мм/айн; $t=0.5$ мм; $r_b=0.8$ мм; $\varphi=45^\circ$; $\varphi_1=15^\circ$; $\gamma=0^\circ$; $\alpha=6^\circ$).

Сондай-ақ пайдалану үшін оңтайлы [2] параметрлерді біріктіру арқылы азайту болып табылады, СОТС негізгі түрлерін ажыратуға болады: 1 – вакуум; 2 – ауа; 3 – Май негізіндегі салқындатқыш СОЖ; 4 – су негізіндегі салқындатқыш.

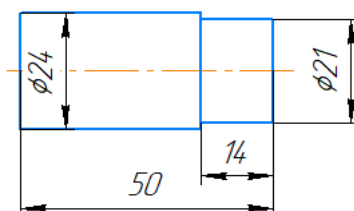
45 және 12Х18Н10Т болат үшін математикалық модельдің параметрлік сипаттамасының адекваттылығының жеткілікті жоғары мәндері алынды [2]: анықтау коэффициенті 0,9...0,98 диапазонында жатыр, есептеудің стандартты қателігі 0,1. Кедір-бұдырлықтың кесу жылдамдығына тәуелділіктері көрсетілген: тәжірибелік мәліметтер бойынша [3, 4] және 45 болат үшін математикалық модель [2] арқылы есептелген (СОТС: ауа және су негізіндегі кесу сұйықтығы).

Осылайша, бұралу кезінде беттің кедір-бұдырын қалыптастыру процесінің математикалық моделі бар деп айтуға болады, оның негізі кедір-бұдырдың (R_a) кесу жылдамдығына және қолданылатын СОТС-қа күмбез тәрізді тәуелділігі болып табылады, ол $R_a(\max(V_M))$ қиылысу нүктесімен қиылысатын екі логистикадан тұратын үзіліс функциясымен сипатталады. Вакуумда бұралған кезде $ra-V$ математикалық тәуелділіктің ерекше жағдайы, мұнда ол тек модельдің екінші терминімен сипатталады [2] бүкіл кесу жылдамдығының интервалында.

Тәжірибе жүргізу және параметрлік модельді нақтылау

Бұл жұмыстағы біздің міндетіміз-цементтелген карбидті кескіш құралдармен (құралдармен) пышақты өңдеу процесінің кеңейтілген жағдайында математикалық модельдің параметрлік сипаттамаларын іс жүзінде нақтылау.

Кесу жылдамдығы сақина бөлігінің сыртқы бетінің айналуымен 0,005 м/с-тан 10 м/с-қа дейін үш еседен астам өзгерген кезде эксперименттік зерттеу жүргізіледі (сурет).2) (аяқтарды Фрезерлеу, алдын ала кедір-бұдырлықтан кейін); негізгі беру (0,075 мм/айналым), 0,05... Бөлшектердің негізгі өлшемі 0,6 мм/айналым шегінде өзгереді (сурет). 2); бөлшектердің материалы-45 болат [7].



2 сурет – Білік бөлігі

Математикалық модель бойынша кедір-бұдырдың пайда болуына аспаптық материалдардың аз әсерін ескере отырып, Т15К10 қатты қорытпадан жасалған пластиналары бар өтпелі тірек кескіш қолданылды. Құралдың негізгі параметрлері: кескіш 2501-0567 МЕСТ 18870-73, ГОСТ 2379-73 сәйкес пластиналардың пішіні [8].

Тәжірибе үшін 2003 жылы шығарылған 6056 маркалы бұрандалы кескіш машина қолайлы техникалық жағдайда пайдаланылды қолданылды. Тәжірибенің өзі «Семей механикалық зауыты» ЖШС базасында, механикалық цехта жүргізілді.

Зерттеу келесі салқындатқыштарды қолдану арқылы жүргізілді: ауа және су негізіндегі салқындатқыш – TESHCOOL 1000 маркасы, ол сумен араласатын макроэмульсия. 0,075 мм/айн берілісімен (негізгі беру ретінде 0,075 мм/айн таңдаймыз) біз 0,0035 м/с-тен 4,5 м/с (0,0035, 0,005, 0,01, 0,016, 0,042, 0,9, 1,0, 2,0, 3,0, 4,5).

Қалған берілістер үшін жылдамдықтың үш аймақтағы кедір-бұдырлығына әсері зерттелді (1 кесте), бұл төмен жылдамдықта; берілген материал үшін жиналудың максималды түзілуіне сәйкес жылдамдықта; жоғары жылдамдықтар. Тәжірибе максималды 7 м/с жылдамдықпен жүргізілді, қалғандары үшін (төмен жылдамдықтар 0,01 ... 0,05; максималды түзілу 0,4 ... 1,2) [3] деректері пайдаланылды.

1 кесте – Зерттеу материал үшін 7м/с жылдамдықтағы кедір-бұдырға жылдамдықтың әсері болат 45, барлығы 18 үлгі өңделді (9 су араластырғыш эмульсияны СОЖ ретінде және 9 ауа ортасында өңдеу кезінде)

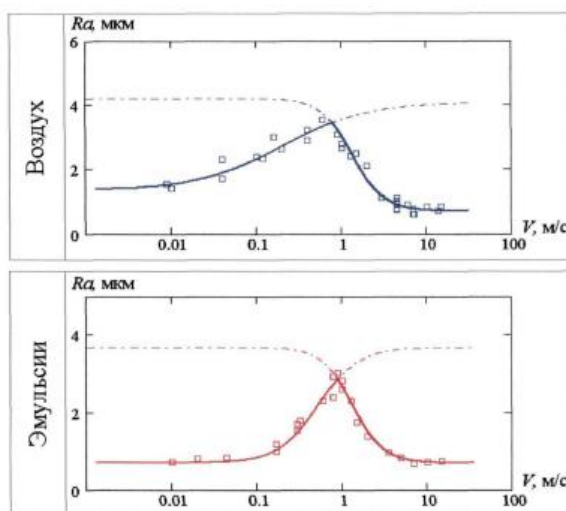
Жылдамдық аймағы	V м/с	Кедір-бұдырлық Ra					
		Беріліс (орта-ауа)			Беріліс (орта-СОЖ-эмульсия)		
		0,05	0,3	0,6	0,05	0,3	0,6
Жоғары жылдамдықтар	5... 15 (негізгі 7 м/с)	0,72	3,1	8,7	0,71	3,7	8,1
		0,81	4,1	9,2	0,61	3,2	7,9
		0,8	3,8	9,2	0,75	3,5	8,9

Кедір-бұдырды өлшеу «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ-да «ТЖ және МШ» кафедрасында, 1100 аудитория, № 7 корпуста жүргізілді. Өлшеулер 130-профильометрде жүргізілді.

2 кесте – Математикалық модельдің түзетілген параметрлік сипаттамасы [2] ($S = 0,075 \frac{\text{мм}}{\text{айн}}$, $r_b = 0,8 \text{ мм}$)

b_4	0,13	0,13	0,13
b_3	-5,36	-5,36	-5,50
$b_1 + b_2$, мкм	4,2	4,2	3,68
b_2 , мкм	3,50	3,5	2,98
b_1 , мкм	0,70	0,70	0,7
a_4	-	-0,68	-0,28
a_3	-	2,00	4,17
$a_1 + a_2$, мкм	-	4,09	3,68
a_2 , мкм	-	2,74	2,98
a_1 , мкм	-	1,35	0,70
V_M , м/с	-	0,78	0,87
	Вакуум	Ауа	Су СОЖ
	Болат 45		

Жүргізілген эксперименттің деректері жалпы математикалық модель бойынша есептелген деректермен сәйкес келеді [2]. Алайда, төмен жылдамдықты кесу аймағында ауаны СОЖ ретінде пайдаланған кезде эксперимент деректері есептелгеннен асып түсті, бұл a_1 мәнін арттырды және $a_1=b_1$. теңдігін бұзды. Алынған эксперимент деректеріне логистикалық талдау жүргізе отырып, математикалық модельдің параметрлік сипаттамасына түзетулер енгізілді. Математикалық модельдің нақтыланған параметрлік сипаттамасы 2-кестеде көрсетілген.



– модель бойынша есептелген тәуелділіктің ойдан шығарылған тармақтары [2]

3 кесте – 45 болаттар үшін эксперимент пен математикалық модель бойынша есептелген деректерді салыстыру [2] (COTC – ауа; қатты қорытпасы бар тіреуіш кескіш құрал; $s=0.075$ мм/айн; $t=0,5$ мм)

Модельді пайдаланған кезде a_1 , b_1 параметрлері кескіштің жоғарғы жағындағы беріліс пен радиусқа тәуелділік ретінде көрсетілуі керек. Бұл 4-суретте кедір-бұдырдың берілуіне тәуелділігі ретінде ұсынылған, ол екі бөлімнен тұрады:

1. 0,2 мм/айн дейін бұрау кезінде кедір-бұдырлық 0,7-ден 2 мкм-ге дейін баяу өседі (жоғары кесу жылдамдығы аймағы); 1,6-дан 3,5 мкм-ге дейін (төмен кесу жылдамдығы аймағы); 2,5-тен 4,5 мкм-ге дейін (максималды өсу жылдамдығы аймағы).
2. екінші бөлімде эксперимент бойынша қысық есептелгенмен біріктіріледі, содан кейін кедір-бұдырлық беру квадратына пропорционалды түрде артады [8].

2 тәуелділік, жоғары жылдамдықтар үшін модельдің b_1 параметрінің өзгеруін көрсетеді. Салқындату сұйықтығымен бұрау кезінде төмен жылдамдықтар үшін тәуелділік кедір-беріс қисығымен сәйкес келеді, сәйкесінше оны беру қисығында a_1 параметрін сипаттау үшін пайдалануға болады.

Талдаудан көрініп тұрғандай, 2, 3, 4 тәуелділіктерін ($S = 0,2 \dots 0,3$ мм/айнға дейін) экспоненциал арқылы жеткілікті жақсы жуықтаумен сипаттауға болады. Кішкентай берілістер үшін (0,2 мм/айн төмен) және кескіш ұшының қисықтық радиусы 0,8 мм болса, экспоненциалды тәуелділік ретінде көрсетуге болады:

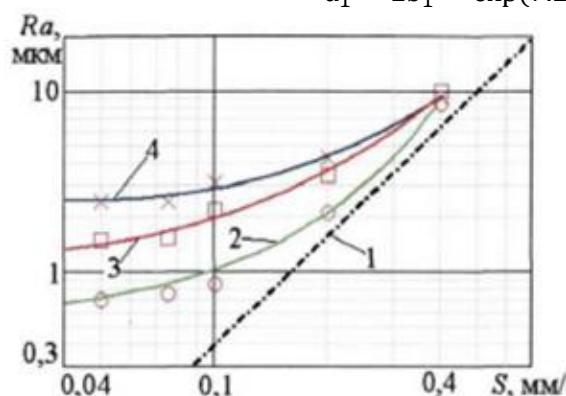
$$Ra = 0.5 \cdot \exp(7.2 \cdot S) \quad (1)$$

Жүргізілген талдауды ескере отырып, осы тәуелділіктен $A1$, $B1$ моделінің параметрлерінің берілуіне тәуелділігі көрсетілген теңдеуді алуға болады:

$$a_1 = b_1 = 0.5 \cdot \exp(7.2 \cdot S) \quad (2)$$

Алайда, ауада бұралған кезде (2) теңдеуге өзгерістер енгізіледі, өйткені бұл жағдайда a_1 , b_1 параметрлері тең емес (4-сурет):

$$a_1 = 2b_1 = \exp(7.2 \cdot S) \quad (3)$$



(материал-45 болат, СОЖ жоқ бұралу: В. Л. Чебышев формуласы бойынша 1 – $Ra_{расч}$; 2 формуласы бойынша 2-4 – b_1 ; 0 – $V=7$ м/с; ■ – $V=0,01$ м/с; x – $V=V_M$ (максимум) [10])

4 сурет-кедір-бұдырлықтың берілістерге тәуелділігі

Осылайша металдарды қайрау кезінде беттің кедір бұдырын қалыптастырудың математикалық моделін осы түрде қабылдаймыз:

$$Ra(V) = \begin{cases} a_1 + \frac{a_2}{1 + \exp(-a_3 \cdot (\log(V) - a_4))} & \text{при } V \leq V_M \\ b_1 + \frac{b_2}{1 + \exp(-b_3 \cdot (\log(V) - b_4))} & \text{при } V \geq V_M \end{cases} \quad (4)$$

ауада бұралған кезде: $a_1 = 2b_1 = \exp(7.2 \cdot S)$

СОЖ көмегімен бұрау кезінде: $a_1 = b_1 = 0.5 \cdot \exp(7.2 \cdot S)$

мұндағы a_1 , b_1 – модель параметрлері; $a_{i(i=2,3,4)}$, $b_{i(i=2,3,4)}$ параметрлері әрбір жеке материал үшін таңдалады және sots (3-кесте) және бұралу шарттарына қатысты өзгермейді. Бұл математикалық модель сыртқы беттерді әрлеу және жартылай өңдеу үшін жұмыс істейді.

Эксперимент нәтижелері

1. Металдарды қайрау кезінде беттің кедір-бұдырын қалыптастырудың математикалық моделі (4) теңдеуімен көрсетілген. Көміртекті болаттардың негізгі өкілі ретінде 45 болатқа арналған бұл модельдің параметрлік сипаттамасы 3-кестеде келтірілген.
2. Эксперимент пен теориялық деректерді талдау бұл математикалық модельді сыртқы беттерді әрлеу үшін жұмыс деп санауға болатындығын көрсетеді.

Ғылыми нәтижелерді талқылау

Эксперимент барысында алынған ғылыми нәтижелерді талқылау олардың маңыздылығы мен зерттеу тақырыбына әсерін түсінудегі негізгі қадам болып табылады. Бұл жұмыста эксперимент бетінің кедір-бұдырының пайда болуына әсер ететін параметрлердің өзара байланысын егжей-тегжейлі қарастыруға мүмкіндік берді. Нәтижелер параметрлік модельдің негізгі болжамдарын растады, сонымен қатар қосымша назар аударуды және талдауды қажет ететін күтпеген аспектілерді анықтады.

Маңызды қорытынды параметрлердің белгілі бір комбинациялары кедір-бұдырлыққа бұрын болжанғаннан гөрі айтарлықтай әсер етеді. Бұл жағдай технологиялық процестерді оңтайландырудың жаңа көкжиектерін ашады, бұл оңтайлы беткі сипаттамаларға қол жеткізу үшін параметрлерді дәлірек реттеуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, экспериментте табылған ерекшеліктер материалдарды беттік өңдеу саласындағы қосымша зерттеулердің бастапқы нүктесі бола алады. Бұл ерекшеліктерді түсіну кедір-бұдырды бақылау мен басқарудың тиімді әдістерін жасауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде өндіріс сапасының жақсаруына және соңғы өнімдердің өнімділігінің жақсаруына әкелуі мүмкін [11].

Қорытынды

Қорытындылай келе, кедір-бұдырдың пайда болуының параметрлік моделін нақтылау бойынша эксперимент жүргізу осы тақырыпты зерттеудегі маңызды кезең болып табылады. Алынған нәтижелер модельдің болжамдарын растап қана қоймайды, сонымен қатар Үстірт сипаттамалардың қалыптасуында маңызды рөл атқаратын қосымша нюанстарды анықтайды. Бұл тәжірибе процестерді оңтайландыру және өнім сапасын жақсарту үшін жаңа перспективалар ұсына отырып, параметрлер мен кедір-бұдырлық қатынастары туралы түсінігімізді байытады. Осы тақырыпты одан әрі зерттеу және дамыту инженерлік және технологиялық шешімдерді одан әрі жетілдіруге ықпал ете отырып, дәлірек және тиімді модельдерге әкелуі мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Optimisation of cutting parameters of new material orthotic insole using a Taguchi and response surface methodology approach / P.W.Anggoro et al // Alexandria Engineering Journal. – 2022. – № 61. – P. 3613-3632.
2. Определение стабильности параметров шероховатости по характеру резания во времени: научный проект / Университет имени Шакарима города Семей / А.М. Алимуратов А.М., 2022.
3. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под общей ред. С.Г. Энтелиса, Э.М. Берлинера. М.: Машиностроение, 1995. – 496 с.
4. Серов М.Е. Определение закономерностей формирования шероховатости поверхностей при лезвийной обработке и оценка возможностей смазочно-охлаждающих технологических сред по ее снижению: дис....канд. тех. наук: 05.03.01 / Серов Михаил Евгеньевич. – Горьк. политехн. ин-т им. А.А. Жданова. – Горький, 1988. – 222 с.
5. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем : учеб. пособие / В.И. Аверченков, В.П. Фёдоров, М.Л. Хейфец – М.: Флинта, 2011. – 271 с.
6. Трент Е.М. Резание металлов / Е.М. Трент; Перевод с англ. Г.И. Айзенштока. – Москва: Машиностроение, 1980. – 263 с.
7. Denghui Li. Active control of milling chatter considering the coupling effect of spindle-tool and workpiece systems / Li. Denghui, Cao Hongrui, Chen Xuefeng // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2022. – Volume 169. – P. 108769.

8. Jianghai Shi Chatter stability analysis in Micro-milling with aerostatic spindle considering speed effect / Shi Jianghai, liang Jin Xiao, Cao Hongrui. // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2022. – Volume 169. – P. 108620.
9. Infrared Thermography for Investigation of Surface Quality in Dry Finish Turning of Ti6Al4V / De Maddis et al // Metals/ – 2022. – № 12. – P. 154.
10. Чебышёв П.Л. Полное собрание сочинений. Том IV. Теория механизмов / Отв. ред. акад. И.И. Артоболевский, акад. Н.Г. Бруевич. –Изд. акад. наук СССР, Москва-Ленинград – 1951. Т. 4. – 1951. – 254 с.
11. Установление точности обработки поверхности в процессе резания и определение факторов, влияющих на стабильность параметров шероховатости с учетом эффекта деформации при тепловом воздействии и действии колебаний режущих инструментов / Д.Т. Жайлаубаев, С.С. Шахова и др. // Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time: Materials of the VII International Scientific-Practical Conference. Nagoya, Japan, February, 2022. – С. 9-11.

References

1. Optimisation of cutting parameters of new material orthotic insole using a Taguchi and response surface methodology approach / P.W.Anggoro et al // Alexandria Engineering Journal. – 2022. – № 61. – R. 3613-3632. (In English).
2. Opređenje stabilnosti parametara šerokhovatosti po karakteru rezaniya vo vremeni: nauchnyi proekt / Universitet imeni Shakarima goroda Semeei / A.M. Alimuratov A.M. – 2022. (In Russian).
3. Smazочно-okhlazhdayushchie tekhnologicheskie sredstva dlya obrabotki metallov rezaniem: Spravochnik / Pod obshchei red. S.G. Ehntelisa, E.H.M. Berlinera. – M.: Mashinostroenie, 1995. – 496 s. (In Russian).
4. Serov M.E. Opređenje zakonomernosti formirovaniya šerokhovatosti poverkhnosti pri lezviinoi obrabotke i otsenka vozmozhnosti smazочно-okhlazhdayushchikh tekhnologicheskikh sred po ee snizheniyu: diS...kand. tekhn. nauk: 05.03.01 / Serov Mikhail Evgen'evich. – Gor'k. politekhn. in-t im. A.A. Zhdanova. – Gor'kii, 1988. – 222 s. (In Russian).
5. Averchenkov V.I. Osnovy matematicheskogo modelirovaniya tekhnicheskikh sistem: ucheb. posobie / V.I. Averchenkov, V.P. Fedorov, M.L. Kheifets – M.: Flinta, 2011. – 271 s. (In Russian).
6. Trent E.M. Rezanie metallov / E.M. Trent; Perevod s angl. G.I. Aizenshtoka. – Moskva: Mashinostroenie, 1980. – 263 s. (In Russian).
7. Denghui Li. Active control of milling chatter considering the coupling effect of spindle-tool and workpiece systems / Li. Denghui, Cao Hongrui, Chen Xuefeng // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2022. – Volume 169. – R. 108769. (In English).
8. Jianghai Shi Chatter stability analysis in Micro-milling with aerostatic spindle considering speed effect / Shi Jianghai, liang Jin Xiao, Cao Hongrui. // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2022. – Volume 169. – R. 108620. (In English).
9. Infrared Thermography for Investigation of Surface Quality in Dry Finish Turning of Ti6Al4V / De Maddis et al // Metals/ – 2022. – № 12. R. 154. (In English).
10. Chebyshev P.L. Polnoe sobranie sochinenii. Tom IV. Teoriya mekhanizmov / Otv. red. akad. I.I. Artobolevskii, akad. N.G. Bruevich. –Izd. akad. nauk SSSR, Moskva-Leningrad – 1951. Т. 4. – 1951. – 254 s. (In Russian).
11. Ustanovlenie tochnosti obrabotki poverkhnosti v protsesse rezaniya i opredelenie faktorov, vliyayushchikh na stabil'nost' parametrov šerokhovatosti s uchetom ehffekta deformatsii pri teplovom vozeistvii i deistvii kolebanii rezhushchikh instrumentov / D.T. Zhailaubaev, S.S. Shakhova i dr. // Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time: Materials of the VII International Scientific-Practical Conference. Nagoya, Japan, February, 2022. – S. 9-11. (In Russian).

Н.Е. Байсалова*, Е.Я. Шаяхметов, Д.Н. Серикбеков
 Университет имени Шакарима города Семей,
 071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А
 *e-mail: baisalova.nazym@mail.ru

УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПУТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Данная работа посвящена исследованию и уточнению параметрической модели формирования шероховатости поверхности. Уточнение имеющейся параметрической модели проводилось путем проведения экспериментальных исследований с целью определения оптимальных параметров, влияющих на процесс формирования шероховатости. В рамках эксперимента рассматриваются различные факторы, такие как скорость обработки, тип инструмента, исходные характеристики материала и другие, с целью выявления их влияния на конечные характеристики поверхности. В статье описана математическая модель имеющая восемь параметров $a_{i(i=1,2,3,4)}$ и $b_{i(i=1,2,3,4)}$, которые зависят от условий обработки. Большую роль в формировании шероховатости поверхности имеет вид материала режущей части инструмента, скорость резания. Данные которые были получены использовались при назначении начальных значений параметров для проведения логистического анализа Ra-V по всему диапазону скоростей резания.

Результаты исследования могут быть применены для оптимизации процессов обработки материалов и повышения качества получаемых изделий. Данные предоставляют важные сведения для разработки более точных и эффективных моделей формирования шероховатости поверхности в промышленных и инженерных приложениях. Полученные результаты не только подтверждают предположения модели, но и выявляют дополнительные нюансы, которые могут играть существенную роль в формировании поверхностных характеристик.

Ключевые слова: математическая модель, шероховатость, эксперимент, параметрическая модель, поверхность, точение, формирование шероховатости.

N.E. Baisalova*, E.Ya. Shayakhmetov, D.N. Serikbekov

Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, Glinka str., 20 A

*e-mail: baisalova.nazym@mail.ru

REFINEMENT OF THE PARAMETRIC MODEL OF ROUGHNESS FORMATION BY CONDUCTING AN EXPERIMENT

This work is devoted to the study and refinement of the parametric model of the formation of surface roughness. The refinement of the available parametric model was carried out by conducting experimental studies in order to determine the optimal parameters affecting the process of roughness formation. As part of the experiment, various factors such as processing speed, tool type, initial material characteristics and others are considered in order to identify their influence on the final surface characteristics. The article describes a mathematical model with eight parameters $a_{i(i=1,2,3,4)}$ and $b_{i(i=1,2,3,4)}$, which depend on the processing conditions. An important role in the formation of surface roughness is played by the type of material of the cutting part of the tool, the cutting speed. The data that was obtained was used to assign initial parameter values for conducting a logistic analysis of Ra-V over the entire range of cutting speeds.

The results of the study can be applied to optimize the processing of materials and improve the quality of the products obtained. The data provides important information for the development of more accurate and efficient models of surface roughness formation in industrial and engineering applications. The results obtained not only confirm the assumptions of the model, but also reveal additional nuances that may play a role.

Key words: mathematical model, roughness, experiment, analysis, surface, turning.

Авторлар туралы мәліметтер

Назым Ерлановна Байсалова* – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: baisalova.nazym@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1069-0949>.

Ержан Ярнарлович Шаяхметов – PhD, «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7986-0083>.

Дидар Ниязбекулы Серікбеков – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: 777.fun@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7720-5555>.

Сведения об авторах

Назым Ерлановна Байсалова* – магистрант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: baisalova.nazym@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1069-0949>.

Ержан Ярнарлович Шаяхметов – PhD, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7986-0083>.

Дидар Ниязбекулы Серикбеков – магистрант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; e-mail: 777.fun@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7720-5555>.

Information about the authors

Nazym Erlanovna Baisalova* – Master's student of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: baisalova.nazym@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1069-0949>.

Yerzhan Yarnarovich Shayakhmetov – PhD, Professor of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: shaiakhmeterzh@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7986-0083>

Didar Niyazbekuly Serikbekov – Master's student of the Department of Technological Equipment and Mechanical Engineering; Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: 777.fun@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7720-5555>.

Редакцияға енуі 29.04.2024

Өңдеуден кейін түсуі 21.05.2024

Жариялауға қабылданды 23.05.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-11

FTAXP: 55.03.11



Ж.А. Сергибаева*, Г.Б. Абдилова, Б.Б. Кабулов, А.Е. Еренгалиев, М.Е. Шаменов

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,

071412, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Глинка көшесі, 20 А

*e-mail: jadra1980@mail.ru

ҮЙКЕЛІС КҮШТЕРІНІҢ БӨЛШЕК БЕТТЕРІН ӨНДЕУДЕГІ ТИГІЗЕР ӘСЕРЛЕРІ

Аңдатпа: Орындалған мақалада үйкеліс кезінде үйкелісетін беттердің субмикроскопиялық көлемінде және макро, микро-да өтетін күрделі үдерістер пайда болатындығы туралы айтылған. Физикалық рельефтің, беттік байланыстардың пайда болуы түйісетін денелердің макро, микро және субмикроскопиялық көрсеткіштеріне тәуелді. Бұл көрсеткіштер түйісудің нақты ауданын, серпімді-пластикалық жүрудің қарқындылығы мен қасиеті, адсорбция, диффузия, жылу бөліну және түйісу алаңындағы басқада жағдайларын анықтайды. Машина жасаудың, құрал жасаудың әр түрлі салаларында үйкеліс торабының бөлшектерін жобалауда, және де әр түрлі беріктіктегі үйкелісетін материалдардың сыртқы үйкеліс күшінің түзілу заңдылығына түйісудің нақты түйісу ауданына әсерін білу маңызды. Сыртқы үйкеліс үдерісіндегі масштабты әсердің алатын рөлі жайындағы ғалымдардың зерттеулері негізінде тозуға беріктік масштабты факторға байланысты екендігі дәлелденген. Машина бөлшектерінің үйкеліс тораптарын жасауда масштабты фактордың сыртқы үйкеліс күшінің (коэффициентінің) және тозудың мөлшеріне әсерін ескерілді. Бұл қозғалыста болатын тораптардың материалдарын және де өлшемдерін оңтайландырылған антифрикционды және тозуға тұрақтылық қасиеттерімен негізделген. Сондықтан да конструктивті сипаттағы есептеулерді жақсы жүргізуге, бұл өз ретінде төзімділіктің ұлғаюына және құрылым салмағын төмендетуге мүмкіндік беретіндігі анықталды.

Түйін сөздер: деформация, фрикцион, адгезия, индентор, микрокесу, масштабты фактор.

Кіріспе

Қазіргі таңда орта және шағын кәсіпорындардағы мәселелердің бірі, ол- технологиялық өңдеу кезіндегі бөлшектің үйкеліс күшінің өнделетін бөлшекке әсерін төмендету арқылы сапаны жоғарылату болып табылады. Ғылым мен техниканың дамуымен қатар, машиналар мен құрылғылар конструктивті өзгешеліктерге ұшырауда, бөлшектер және тораптар беріктігі