DOI: 10.65322/j.srd.05192026.89

ЙЎНИБ ИШЛОВ БЕРИШДА СИРТ СИФАТИГА КЕСИШ РЕЖИМИНИНГ ТАЪСИРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Кенжабоев Ш.Ш., *т.ф.д., профессор,*
Механика муҳандислиги кафедраси,
Абдуллаев К.Х., *т.ф.н., профессори,*
Механика муҳандислиги кафедраси
Наманган давлат техника университети

Аннотация. *Мақолада токарлик ишлов беришларида сирт сифати билан кеиш режими элементлари орасидаги боғлиқликни аниқлаш бўйича қилинган тадқиқот натижалари келтирилган. Шунингдек йўниб ишлов беришда юқори даражадаги сирт сифатини таъминлайдиган оптимал кесиш режимлари тавсия этилган.*

Аннотация. *В статье представлены результаты исследований, направленных на установление взаимосвязи между качеством обработанной поверхности и элементами режима резания при токарной обработке. Кроме того, рекомендованы оптимальные режимы резания, обеспечивающие высокое качество поверхности при точении.*

Abstract. *The article presents the results of a study aimed at establishing the relationship between surface quality and cutting parameters in turning operations. In addition, optimal cutting conditions are recommended to ensure high surface quality during turning.*

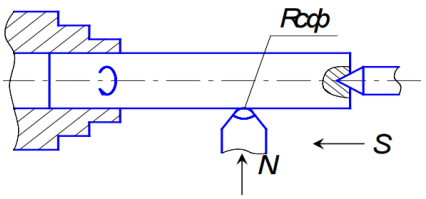
Тадқиқотнинг мақсади. айланма сиртли деталларга токарлик дастгоҳида йўниб ишлов беришда ишлов берилган сирт ғадир-будирлигига кесиш режимининг таъсирини тадқиқ этиш ҳамда оптимал кесиш режимларини аниқлашдан иборат.

Тадқиқот 1К62 русумли токарлик-винтқирқиш дастгоҳида одатий йўниш схемаси бўйича олиб борилди. Ишлов бериш учун бир хил хомашё партиясидан ва бир хил қувурсимон намуналар танланган.

Тадқиқ этиладиган кесиш режимлари элементларининг қийматлари қуйидагилардан иборат: кесиш тезлиги V, м/мин; суриш миқдори S, мм/айл; кесиш чуқурлиги t, мм.

Ишлов бериш жараёни ВК60М русумли кесувчи асбоб ёрдамида, унинг геометрик параметрлари доимий сақланган ҳолда амалга оширилади: олдинги бурчак $\gamma = 20°$, орқа бурчак $\alpha = 20°$, режа бўйича асосий бурчак $\varphi = 45°$, кесувчи қирранинг учидаги юмалоқлик радиуси $r = 2$мм.

Сирт ғадир-будирлигини ўлчаш ГОСТ 2789–73 давлат стандарти талабларига мувофиқ амалга оширилади. Тадқиқ этиладиган оптималлаштириш параметри сифатида – Rz, мкм олинган. Экспериментни ўтказиш схемаси 1-расмда тасвирланган.



1-расм. Эксперимент схемаси

Тадқиқотда экспериментни режалаштириш ва уни ўтказиш учун Марказий Композицион Ортогонал Режа (МКОР) усулидан фойдаланишни мақбул ҳисобладик. Чунки Ортогонал режалар иккинчи тартибли режалар орасида энг содда ҳисобланади, чунки улар регрессия тенгламаси коэффициентларини баҳолаш ва уларнинг хатоликларини аниқлашда ҳисоб-китобларни соддалаштириш имконини беради.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.89

МКОР учун ортогоналлик шарти бажарилади, яъни регрессия коэффициентларининг баҳолари ва уларнинг дисперсиялари бир-биридан мустақил равишда аниқланади. Бу эса ҳисоблаш ишлари ҳажмини қисқартириш имконини беради. Бундан ташқари, регрессия коэффициенти статистик жиҳатдан аҳамиятсиз деб топилган ҳолда, қолган коэффициентларни қайта ҳисобламасдан туриб, уни тенгламадан чиқариб ташлаш мумкин.

Ушбу йўналишда ўтказилган тадқиқотлар бўйича адабиётлар таҳлили асосида экспериментни ўтказиш шартларини аниқлаб олинди. Ўрганиш натижалари асосида тузилган эксперимент шартлари 1-жадвалда келтирилган.

Тажрибаларни вақт бўйича рандомизациялаш амалга оширишда ҳар бир тажриба тасодифий кетма-кетликда 3 мартадан ўтказилиши ҳисобга олинган. Жами 45 та намуна (заготовка)га ишлов берилди. Эксперимент натижалари 2-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Эксперимент шартлари

Омиллар даражалари	**Натурал қийматлар**		
	A=V, m/min	B=S, mm/ayl	C=t, mm
Асосий даража (0)	150	0,3	0,3
Вариация интервали	160	0,2	0,2
Юқори даража (+1)	250	0,5	0,5
Қуйи даража (-1)	50	0,1	0,1
Муҳим нуқталар +1,215 -1,215	 271,5 28,5	 0,54 0,06	 0,54 0,06

Регрессия коэффициентларини ҳисоблаш учун қуйидаги формулалардан фойдаланамиз:

$$\left.\begin{array}{cc} b_o^{'} = a_1 \sum_{u=1}^{N} y_u; & b_i = a_2 \sum_{u=1}^{N} x_{iu}\, y_u \\ b_{ij} = a_3 \sum_{u=1}^{N} \left(x_i x_j\right)_u y_u; & b_{ii} = a_4 \sum_{u=1}^{N} (x_i^{'})_u^2 y_u \\ S_{b_0^{'}}^2 = a_1 \cdot S_y^2; & S_{b_0^{'}} = a_5 \cdot S_y; \quad S_{b_i}^2 = a_2 \cdot S_y^2 \\ S_{b_i} = a_6 \cdot S_y; & S_{b_{ij}}^2 = a_3 \cdot S_y^2; \quad S_{b_{ij}} = a_7 \cdot S_y \\ S_{b_{ii}}^2 = a_4 \cdot S_y^2; & S_{b_{ii}} = a_8 \cdot S_y \end{array}\right\}$$

b_0 коэффициентни қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$b_0 = b_0^{'} - \frac{a_1}{a_2} \sum_{i=1}^{k} b_{ii} \ ,$$

Унинг дисперсиясиниэса қуйидаги формуладан аниқлаймиз:

$$S_{b_0}^2 = S_{b_0'}^2 + \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2 k S_{b_{ii}}^2$$

Юқоридаги формулалардан ҳамда 1-жадвалдаги маълумотлар асосида ҳисоблашлардан қуйидаги натижаларга эга бўламиз:

b_0 =10,5; b_1 =13,4; b_2 =9,6;
b_3 =2,4; b_{11} =16,2; b_{22} =10,9;
b_{33} =2,1; b_{12} =2,7; b_0 =7,6.
b_{23} =6,3;

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.89

Регрессия коэффициентлари қуйидагича ҳисобланган, масалан:

$$b_2 = 0{,}09141(-26{,}9 - 28{,}5 + 30{,}8 + 43{,}3 - 9{,}9 - 39{,}8 + 30{,}5 + 76{,}0 - 22{,}4 + 51) = 9{,}6$$

Регрессия коэффициентлари учун ишонч интерваллари ҳисоблашда (1) ва (2) формулалардан ҳамда 1-жадвал маълумотларидан фойдаланамиз.

Режалаштириш матрицасидаги ҳар бир тажриба 3 мартадан такрорланганлиги ҳисобга олинган ҳолда, қайта такрорланувчанлик дисперсияси ҳисобланди. Бундай ҳолда дисперсияни қуйидаги умумлаштирилган формула бўйича аниқланди:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^{N}\sum_{u=1}^{N}\left(y_{ju} - \overline{y}_j\right)^2}{N(n-1)}$$

Эркинлик даражаси N(n-1)=15(3-1)=30 бўлганда тегишли ҳисоблашлар орқали $S_y^2 = 16{,}1$ га эга бўламиз.

Дисперцияларнинг ҳисобий қийматлари, ишонч интерваллари ва регрессия коэффициентларини статистик аҳамиятлилигини текшириш натижалари 3-жадвалда келтирилган.

Юқорида келтирилганларни ҳисобга олсак, қуйидагича кўринишдаги регрессия тенгламасига эга бўламиз:

$$Y = 10.5 + 13.4 \cdot x_1 + 9.8 \cdot x_2 + 2.4 \cdot x_3 + 16.2 \cdot x_1^2 + 10.9 \cdot x_2^2 + 2.7 \cdot x^1 \cdot x^2 + 7.6 \cdot z_1 \cdot x_3 + 6.3 \cdot x_2 \cdot x_3$$

2-жадвал

Регрессия коэффициентларини аҳамиятлилиги ҳисоби натижалари

Коэффи-циентлар	**Коэффициентларни аниқлашдаги ўрта арифметик хатолик**	**Ишонч интерваллари**	**Аҳамиятсиз коэффициентлар**
b_0	$S_{b_0} = 2.63$	$\Delta b_0 = 5.26$	Йўқ
b_i	$S_{b_i} = 1.2$	$\Delta b_i = 2.4$	Йўқ
b_{ij}	$S_{b_{ij}} = 1.35$	$\Delta b_{ij} = 2.7$	Йўқ
b_{ii}	$S_{b_{ii}} = 1.92$	$\Delta b_{ii} = 3.84$	b_{33}

Экспериментни режалаштириш матрицасида хар бир тажриба 3 мартадан такрорланишини ва эркинлик даражаси 15-9=6 эканлигини ҳисобга олсак, дисперция адекватлиги $S_{\text{ад}}^2 = 39.4$ га тенг бўлади.

F- критерийнинг жуфт қийматини қуйидагича аниқлаймиз:

$$F_{hisob} = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} = \frac{39.4}{16.1} = 2.45$$

F- критерийнинг қийматларини жадваллардан олинади.

$f_{ad} = f_z = 6$ ва $f_y = f_1 = 6$ ҳолат учун: ишонч эҳтимоллиги α=0.95 бўлганда $F_{жадвал}$ =2.42; ишонч эҳтимоллиги α=0.99 бўлганда эса $F_{жадвал}$ =3.47.

Шундай қилиб, α=0.99 бўлганда тузилган модель адекват экан, чунки $F_{hisob} \leq F_{jadval}$ $(2.45 < 3.47)$ шарт бажариляпти.

Ўрганилаётган ечим функциясининг геометрик кўриниши тўғрисида тўлиқ тасаввур ҳосил қилиш учун ҳосил қилинган функцияни маълум методика [2,3] бўйича каноник шаклга ўтказамиз. Мисол учун, X_1=0 ҳолат учун икки ўлчамли кесим қурамиз:

$$Y = 10.5 + 9.8 \cdot X_2 + 2.4 \cdot X_3 + 10.9 \cdot X_2^2 + 6.3 \cdot X_2 \cdot X_3$$

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.89

2-жадвал

Эксперимет натижалари

№ Тажриба	Омиллар даражалари													Оптими-затсия параметри R_z, мкм
	Кодли масштабда										Натураль масштабда			
	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1=X_1^2-0,73$	$X_1=X_2^2-0,73$	$X_1=X_3^2-0,73$	V, м/мин	S, мм/айл	T, мм	
1	+1	--1	-1	-1	+1	+1	+1	0,27	0,27	0,27	50	0,1	0,1	26,9
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	0,27	0,27	0,27	250	0,1	0,1	28,5
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	0,27	0,27	0,27	50	0,5	0,1	30,8
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	0,27	0,27	0,27	250	0,5	0,1	43,4
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	0,27	0,27	0,27	50	0,1	0,5	9,9
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	0,27	0,27	0,27	250	0,1	0,5	39,8
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	0,27	0,27	0,27	50	0,5	0,5	30,3
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0,27	0,27	0,27	250	0,5	0,5	76,0
9	+1	-1,215	0	0	0	0	0	0,75	-0,73	-0,73	28,5	0,3	0,3	21,0
10	+1	+1,215	0	0	0	0	0	0,75	-0,73	-0,73	271,5	0,3	0,3	51,5
11	+1	0	-1,215	0	0	0	0	-0,73	0,75	-0,73	150	0,06	0,3	18,4
12	+1	0	+1,215	0	0	0	0	-0,73	0,75	-0,73	150	0,54	0,3	42,0
13	+1	0	0	-1,215	0	0	0	-0,73	-0,73	0,75	150	0,3	0,06	11,5
14	+1	0	0	+1,215	0	0	0	-0,73	-0,73	0,75	150	0,3	0,54	11,5
15	+1	0	0	0	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	150	0,3	0,3	12,3

Шундан кейин янги марказнинг координаталарини аниқлаймиз. Бунинг учун ҳосил қилинган тенгламани дифференциаллаймиз ва ҳусусий ҳосиласини 0 га тенглаймиз:

$$\frac{\partial y}{\partial x_2} = 9.8 + 21.8 \cdot x_2 + 6.3 \cdot x_3 = 0,$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_3} = 2.4 + 6.3 \cdot x_2 = 0,$$

Юқоридаги тенгламалар системасини ечиш орқали S нуқтанинг координаталарини аниқлаш имконини беради, яъни:

$$X_{2s} = -0.38, \qquad X_{3s} = -0.24.$$

Координаталар X_{2s} ва X_{2s} қийматларини қўйиш орқали янги марказдаги оптимизация критерийси қийматини аниқлаймиз: $y_s = 8{,}4$.

Координата ўқларининг бурилиш бурчагини қуйидагича аниқлаймиз:

$$ctg2\alpha = \frac{b_{11} - b_{22}}{b_{12}} = \frac{10.9}{6.3} = 1.73; \qquad \alpha = 15°$$

Каноник шаклдаги регрессия тенгламаларининг коэффициентларини қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$B_{11} = b_{11} \cdot cos^2\alpha + b_{12} \cdot\cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha + b_{22} \cdot sin^2\alpha = 10.9 \cdot 0.93 + 6.3 \cdot 0.97 \cdot 0.26 = 11.7$$

$$B_{33} = b_{11} \cdot sin^2\alpha + b_{12} \cdot \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha + b_{22} \cdot cos^2\alpha = 10.9 \cdot 0.007 - 6.3 \cdot 0.97 \cdot 0.26 = -0.8$$

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.89

Юқоридагиларни эътиборга олсак, қуйидаги кўринишдаги каноник тенгламага эга бўламиз:

$$y - 8{,}4 = 11{,}7 \cdot x_2^2 - 0{,}8 \cdot x_3^2.$$

Ушбу тенгламадан ечимларнинг қийматларига мос келадиган чизиқларни қуриш учун хизмат қилади ва ушбу чизиқлардан иборат бўлган шакл гиперболани тасвирлар экан.

Каноник тенгламаларни $X_1 = 0$; $X_2 = 0$; ва $X_3 = 0$ бўлганда ўзгартириш натижалари 4-жадвалда келтирилган.

Ҳосил қилинган эгри чизиқлардан фойдаланиб барча учта ҳолат учун оптималлаштириш параметри Rz нинг зарур қийматларини бериш орқали кесиш режими элементлари: кесиш тезлиги – V; суриш тезлиги - S; кесиш чуқурлиги – t ларнинг максимал ишлов бериш самарадорлигини таъминлайдиган оптимал қийматлари уйғунлигини танлаш мумкин.

4-жадвал

Тенгламанинг ўзгартиришларидан олинган натижалар

Омил-лар	Марказ координаталари	Бурилиш бурчаги, α	Y_s	Каноник тенглама	Эгри чизиқ тури
$X_1=0$	X_{2S}= -0,38 X_{3S}= -0,24	15^0	8,4	$y - 8{,}4 = 11{,}7 \cdot x_2^2 - 0{,}8 \cdot x_3^2$	Гипер бола
$X_2=0$	X_{1S}= -0,32 X_{3S}= -0,42	$12{,}5^0$	7,9	$y - 7{,}9 = 17{,}1 \cdot x_1^2 - 0{,}9 \cdot x_3^2$	Гипер бола
$X_3=0$	X_{1S}= -0,38 X_{2S}= -0,4	$13{,}5^0$	5,9	$y - 5{,}9 = 15{,}9 \cdot x_1^2 + 9{,}8 \cdot x_2^2$	Эллипс

Хулоса. Ўтказилган тажрибалар натижаларини таҳлили асосида қуйидаги хулосаларни келтириш мумкин:

1. Ишлов берилган сирт ғадир-будирликнинг энг яхши (оптимал) Rz = 5,9 мкм қиймати қуйидаги йўниш режимларига тўғри келди: кесиш тезлиги: $V = 110$м/мин; суриш миқдори: $S = 0{,}21$мм/айл; кесиш чуқурлиги: $t = 0{,}3$мм.

2. Сирт сифатини 7-синф ғадир-будирлигини таъминлаш учун йўниб ишлов беришда кесиш режимлари элементларининг (V, S, t) қуйидаги ўзгариш оралиқларини мақбул деб ҳисоблаш мумкин: кесиш тезлиги: $V = 100$–130м/мин; суриш миқдори: $S = 0{,}22$–$0{,}3$мм/айл; кесиш чуқурлиги: $t = 0{,}1$–$0{,}3$мм.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента / В.И. Асатурян. – М. : Радио и связь, 1983. – 248 с.

2. Барабащук В.И. Планирование эксперимента в технике /В.И. Барабащук, Б.П. Креденцер, В.И. Мирошниченко. – Киев: Техніка, 1984. – 200 с.

3. Ящерицын П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский. – Минск : Вышэйшая школа, 1985. – 286 с.

4. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов / А.А. Спиридонов. – М. : Машиностроение, 1981. – 184 с.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.89

5. Моргунов А.П. Планирование и анализ результатов эксперимента : учеб. пособие / А. П. Моргунов, И. В. Ревина ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014.