

*Б.Т. Мардонов<sup>1</sup>, К.Т. Шеров<sup>2</sup>, Т.М. Бузауова<sup>2</sup>, М.М. Мусаев<sup>2</sup>,  
Г. Таттимбек<sup>2</sup>, А.Г. Альжанова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Науайы мемлекеттік тау-кен институты, Науайы қ., Өзбекстан

<sup>2</sup>Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті,  
Қарағанды қ., Қазақстан

## ЦИЛИНДРЛІК ТІСТІ ДӨҢГЕЛЕКТЕРДІ ДОМАЛАТУ ҚҰРАЛЫМЕН ӨҢДЕУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

---

---

**Түйіндеме.** Тісті деңгелектер ендірісінің жай-күйіне жүргізілген зерттеулер соңғы операцияларда тісті өңдеудің дәлдігі мен сапасын қамтамасыз ету мәселесінің бар екенін көрсетті. Осы мәселені шешу үшін тісті деңгелектердің тістерін өңдеудің тәсілі және оны жүзеге асыру үшін арнайы «тісқырғыш-бүрлегіш» домалату құралының конструкциясы әзірленді. Ұсынылатын тәсілдің ерекшелігі сол, оны әмбебап токарлық станоктарда жүзеге асыру болып табылады. Бұл мақалада жоңқа түзілу процесін өңдеу мен зерттеудің ұсынылған әдісін эксперименттік зерттеу нәтижелері келтіріледі. Зерттеу әдістемесі машина жасау технологиясының ғылыми жағдайына, жоңқа түзілу теориясына, металдарды кесу және тіс өңдеу теориясына сүйенеді. Сондай-ақ, зерттеудің металлографиялық әдісі, экспериментті жоспарлауы орындалды. Эксперименталды зерттеулердің нәтижелері цилиндрлік тісті деңгелек тістерінің бүйір беттерін соңғы өңдеу үшін ұсынылған әдісті қолдану мүмкіндігін растайды, бұл ретте кедір-бұдырлыққа қол жеткізілді  $Ra = 1,25 \pm 0,32$  мкм.

**Түйінді сөздер:** Домалату әдісі, тісті деңгелек, тісқырғыш-бүрлегіш, жоңқа, тежелген қабат.

• • •

**Аннотация.** Выполненные исследования состояния производства зубчатых колес показали, что существует проблема обеспечения точности и качества обработки зубьев на финишных операциях. Для решения данной проблемы разработан способ финишной обработки зубьев зубчатых колес и конструкция специального обкатного инструмента для его реализации. Особенностью предлагаемого способа является реализация его на универсальных токарных станках. В данной статье приводятся результаты экспериментального исследования предлагаемого способа обработки и исследования процесса стружкообразования. Методика исследования опирается на научные положения технологии машиностроения, теории стружкообразования, теории

резания металлов и зубообработки. Так же использован металлографический метод исследования и выполнено планирование эксперимента. Результаты экспериментальных исследований подтверждают возможность применения предлагаемого способа для финишной обработки боковых поверхностей зубьев цилиндрических зубчатых колес, при этом была достигнута шероховатость  $R_a = 1,25 \div 0,32$  мкм.

**Ключевые слова:** Метод обкатки, зубчатое колесо, шеввер-прикатник, стружка, заторможенный слой.

• • •

**Abstract.** A study of the state of production of gears showed that there is a problem of ensuring the accuracy and quality of cogs processing in finishing operations. To solve this problem, a method of finishing the teeth of gears and the design of a special roundabout tool for its implementation. A feature of the proposed method is its implementation on universal lathes. This article presents the results of an experimental study of the proposed method of processing and research of the chip formation process. The research methodology is based on the scientific principles of mechanical engineering technology, the theory of chip formation, the theory of metal cutting and gear processing. The metallographic method of research was also used and the experiment was planned. The results of experimental studies confirm the possibility of applying the proposed method for finishing the side surfaces of the teeth of cylindrical gear wheels, and a roughness of  $R_a = 1.25 \div 0.32 \mu\text{m}$  was achieved.

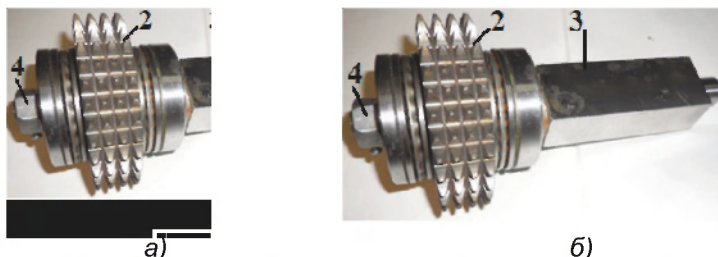
**Keywords:** Running method, cogwheel, shaver-stick, shavings, hindered layer.

**Кіріспе және зерттеудің езектілігі.** Машина жасау әндірісінің тиімділігін арттыру кең ауқымда жоғары өнімді ресурсты үнемдеуші технологияларды енгізуге мүмкіндік беретін прогрессивті жабдықтар мен құралдарды пайдалану есебінен жүзеге асырылуы мүмкін. Аталған жолдар күрделі бұйымдарды өндіруде өзекті болып табылады, оларға тісті дөңгелектер жатады. Бұл тісті дөңгелектер құрылымының өзіндік ерекшеліктерімен, сондай-ақ оларды жасау технологиясының ерекшеліктерімен түсіндіріледі [1]. Машина жасау саласының, атап айтқанда тісті дөңгелектер өндірісінің қазіргі жай-күйі прогрессивті технологиялық жабдықтарды, кесу құралдарын және механикалық өңдеудің жоғары өнімді ресурсты үнемдеуші технологияларын әзірлеу және енгізу қажеттілігін талап етеді. Тісті дөңгелектерді дайындаудың технологиялық процестерінің үздіксіз жетілдірілуіне қарамастан, тісті жасау операцияларының еңбек сыйымдылығы өте жоғары болып қалады және тісті дөңгелектерді механикалық өңдеудің жалпы еңбек сыйымдылығының 50-60%-н құрайды [2,3]. Тісті дөңгелектер геометриялық форманың күрделілігімен ғана емес, сондай-ақ жауапты емес берілістердің дөңгелектері үшін де жоғары дәлдікпен

орындалуы тиіс елшем параметрлерінің өзара тәуелділігімен де сипатталады. Сондықтан оларды дайындау кезінде ең кеп еңбекті қажет ететін және жауапты деген езіндік ерекше операция тістердің қалыптау процесі болып табылады. Тісті деңгелектердің тістерін қалыптау кезінде соңғы еңдеу әдістері негізгі рөл атқарады. Тісті деңгелектерді дайындау сапасын арттырудың негізгі бағыттарын талдау іргелі зерттеулердің үлкен көлеміне қарамастан [4-6] және алынған маңызды нәтижелер, тісті деңгелектердің жұмыс бетінің дәлдігі мен сапасын қамтамасыз ету мәселелері, әсіресе, соңғы еңдеу операцияларындағы тістердің қалыптасуы кезінде басты мәселе болып қалғанын көрсетеді. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері қалыптасқан тісті деңгелектердің тістерін соңғы еңдеудің әдістері мен тәсілдері [7-9], атап айтқанда тік тісті цилиндрлік тісті деңгелектердің [10,11], қазіргі заманғы отандық машина жасау өндірісінің жағдайы үшін қолайсыз екенін көрсетті. Олардың негізгі кемшіліктері мыналар болып табылады: төмен дәлдік, аз өнімділік, құрылымы мен жөндеу күрделілігі, жоғары құндылық және т. б. Сонымен қатар, машина жасау саласындағы отандық кәсіпорындарда жүргізілген зерттеулер тісті деңгелектердің тістерін соңғы еңдеуге арналған технологиялық жабдықтардың тапшылығын, атап айтқанда тіс ажарлау және тіс қыру білдектерінің тапшылығы анықталды. Сондай-ақ, тіс ажарлау білдегінің жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылығына байланысты, тістері әртүрлі және түрлі модульдері бар тісті деңгелектерді еңдеу кезіндегі мәселелер анықталды. Бұл мәселе еңделетін тісті деңгелектердің үлкен номенклатурасы кезінде және олардың салыстырмалы аз санында одан әрі күрделене түседі, ол отандық машина жасау өндірістеріне төн. Мәселенің қалыптасқан жағдайы тік тісті цилиндрлік тісті деңгелектердің тістерін соңғы еңдеуге арналған құралдың жаңа тәсілі мен құрылымын әзірлеу қажеттілігін білдіреді.

Осыған байланысты тік тісті цилиндрлік тісті деңгелектердің тістерін аяқтаушы еңдеуге арналған ресурс үнемдеуші тәсілмен еңдеу процесін және құрал-сайманның құрылымын зерттеу және әзірлеу **езекті мәселе болып табылады.**

**Экспериментті жоспарлау және әдістемесі.** Зерттеу әдістемесі машина жасау технологиясының негіздері, машина жасау технологиясы, металдарды кесу және тісті еңдеу теориясы, жоңқа тұзу теориясы, металл технологиясы, материалтану сияқты ғылымдардың ғылыми ережелеріне негізделген. Жоңқаның зерттеулерінде зерттеудің металлографиялық әдісі қолданылды. Тісті деңгелектерді «тісқырғыш-бүрлегіш» домалату құралымен еңдеудің эксперименталды зерттеуі НТ250И токарлық білдегінде жүргізілді. 1-суретте «тісқырғыш-бүрлегіш» домалату құралының фотосуреті көрсетілген.



а) - «тісқырғыш-бүрлегіш»; б) - құрал жинағы; 1 «тісқырғыш-бүрлегіш» Р6М5; 2- «тісқырғыш-бүрлегіш» -ШХ15; 3-ұстағыш; 4-қысуға арналған сомын (гайка)

1 сурет - Тісқырғыш-бүрлегіш құралы

2-суретте Альтами МЕТ 5Т әмбебап металлографиялық микроскопы көрсетілген.



2 сурет – Альтами МЕТ 5Т әмбебап металлографиялық микроскопы

Экспериментті жоспарлау әдістемесі [12] бойынша орындалды. Экспериментті жоспарлау үшін факторлары ретінде қолданылғандар: кесу жылдамдығы ( $V$ ), беріліс ( $S$ ) және кесу тереңдігі ( $t$ ). Өлшеулер 1-кестеде көрсетілгендей, ұсынылатын диапазонның екі деңгейінде үш параметрдің түрленуімен жүргізілетін болады.

1 кесте – Кесу параметрлері және олардың деңгейлері

Факторлар	Деңгейлер		Түрлендіру аралығы
	+1	-1	
Кесу жылдамдығы ( $V$ ) [айн/мин]	200	400	100
Беріліс ( $S$ ) [мм/айн]	0,07	0,15	0,03
Кесу тереңдігі ( $t$ ) [мм]	0,015	0,035	0,010

2<sup>3</sup> типті эксперимент жүргізілді, мұнда k=3 факторлар саны, p=2 деңгейлер саны, N=8 тәжірибе саны, N=5 қайталама тәжірибе саны. Жоспарлау матрицасы 2-кестеде келтірілген.

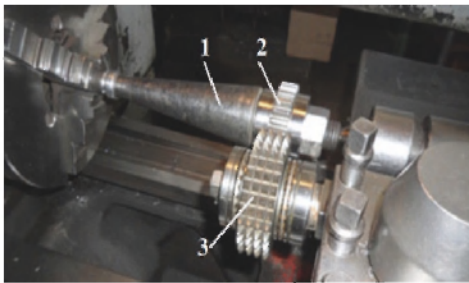
**2 кесте - 2<sup>3</sup> типті эксперимент жоспары**

Тәжірибе саны	Жоспарлау матрицасы							$\bar{y}_i$	$\bar{y}_j$
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>		
1	+	+	-	+	-	-	-	0,53	0,502
								0,52	
								0,5	
								0,48	
								0,48	
2	-	+	-	-	+	-	+	1	1
								1,02	
								1,01	
								0,98	
								0,98	
3	+	-	-	-	-	+	+	0,3	0,32
								0,31	
								0,3	
								0,32	
								0,32	
4	-	-	-	+	+	+	-	0,6	0,6
								0,61	
								0,6	
								0,59	
								0,6	
5	+	+	+	+	+	+	+	0,71	0,7
								0,7	
								0,72	
								0,69	
								0,68	
6	-	+	+	-	-	+	-	1,25	1,25
								1,23	
								1,25	
								1,27	
								1,25	

								0,52	
								0,54	
7	+	-	+	-	+	-	-	0,55	0,55
								0,56	
								0,56	
								0,98	
								0,99	
8	-	-	+	+	-	-	+	1,1	1,07
								1,1	
								1,2	

Тәжірибелік зерттеу және нәтижелерді талқылау.

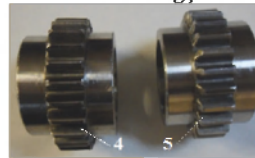
3 суретте – еңдеу процесі, арнайы түзету және еңделген тісті деңгелектер көрсетілген.



а)



б)

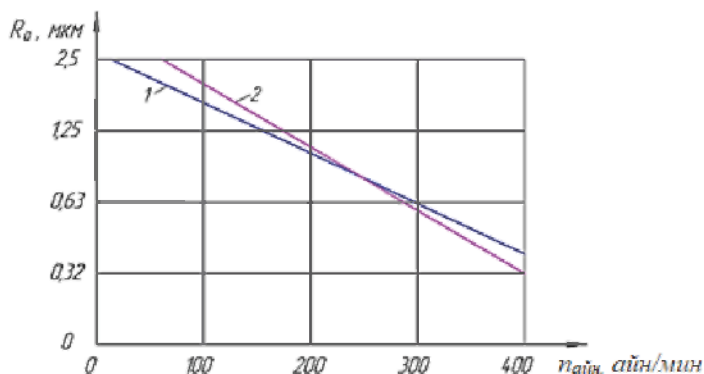


в)

а – домалата еңдеу процесі; б - әбзелге орнатылған дайындама, жиынтықта; 1-дайындаманы орнату үшін жиектеме; 2-дайындама; 3- «тісқырғыш-бүрлегіш» ШХ15; 4 – келесі режимдерде еңделген тісті деңгелек:  $n = 200$  айн/мин;  $S = 0,1$  мм/айн;  $t = 0,025$  мм. 5- келесі режимдерде еңделген тісті деңгелек:  $n = 400$  айн/мин;  $S = 0,1$  мм/айн;  $t = 0,025$  мм.

3 сурет - Еңдеу процесі, арнайы жиектеме және еңделген тісті деңгелектер

Дайындаманы орнату үшін арнайы жиектеме (оправка) жасалды (3б суретін қараңыз). Өңделетін тісті деңгелек 2 «тісқырғыш-бүрлегіш» 3 тіркеуішімен саңылаусыз іліністе болады. Алынған нәтижелерді талдау нәтижесінде айналдырғыштың айналу жиілігінің еңделген бүйір беттерінің кедір-бұдырлығына әсері анықталды. 4-суретте тісті деңгелек тістерінің бүйір беттерінің кедір-бұдырлығының айналдырғыштың айналу жиілігіне тәуелділік графигі көрсетілген.



1-Р6М5 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» еңдеу; 2- ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» еңдеу;  $S=0,1$  мм / айң;  $t=0,025$  мм

4 сурет - Тісті деңгелек тістерінің бүйір беттерінің кедір-бұдырлығының айналдырықтың айналу жиілігіне тәуелділік графигі

Графиктен екі «тісқырғыш-бүрлегіш» еңдеу кезінде айналдырықтың айналу жиілігінің ұлғаюы цилиндрлік тісті деңгелектер тістерінің еңделген бүйір беттерінің кедір-бұдырлығына қолайлы әсер етеді. Айналдырықтың айналу жиілігінің мәні  $n=200\div 400$  айн/мин болғанда цилиндрлік тісті деңгелек тістерінің еңделген бүйір беттерінің  $R_a = 1,25 \div 0,32$  мкм кедір-бұдырлығы қамтамасыз етілді. Алынған нәтижелер негізінде ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» еңдеу кезінде кесудің оңтайлы режимдері белгіленген  $S = 0,2$  мм/айң  $n = 400$  айн/мин. Алынған деректер Р6М5 және ШХ15 болаттан жасалған домалату құралдарын пайдалана отырып, цилиндрлік тісті деңгелектердің тістерін еңдеудің ұсынылған тәсілін қолдану мүмкіндігін көрсетеді. Эксперименталды зерттеулер нәтижесінде цилиндрлік тісті деңгелектерді еңдеу кезінде домалату құралын қолдану қайта тұзетудің жоғары қабілеттілігіне ие екені анықталды. (ГОСТ 1643-81 бойынша 2...3 дәрежелі дәлдікке). Бұл цилиндрлік тісті деңгелектерді таза еңдеу үшін «тісқырғыш-бүрлегіш» домалату құралын пайдаланудың дұрыстығын растайды.

**Жоңқаның түзілу процесін зерттеу және нәтижелерді талқылау.** Металдарды кесу процесінің механикасында жоңқаның түзілуіне кеп кеңіл бөлінеді. Жоңқаның түзілу процесіне 90% астам күш пен кесу жұмысы жұмсалады, сәйкесінше жоңқаның түзілуі кезінде жылудың негізгі бөлігі бөлінеді. Бұл процестен құралдың жұмыс беттеріндегі жылу режимі мен байланыс жүктемелері, яғни, олардың тозу қарқындылығы мен сипатына байланысты болады. Жоңқаның түзілу процесімен тікелей

байланыста бетлік қабаттың сапасы және бұйымдарды еңдеу дәлдігі болады. Осылайша, кесу процесінің барлық сипаттамалары және оның практикалық нәтижелері жоңқа түзілу процесіне байланысты. Бұл процестің ағуы негізінен жоңқаның түзілу аймағының деформацияланған күйімен анықталады [13].

Жоңқаның пайда болуы кезіндегі байланыс құбылыстары құралдың алдыңғы және артқы беттеріндегі қарқынды үйкеліспен сүйемелденеді, ол кесу процесінің бірқатар маңызды сипаттамаларына, атап айтқанда тозу сипаты мен қарқындылығына, еңделген беттің сапасына, кесу күшіне, еңдеу дәлдігіне және т. б. елеулі әсер етеді. Белгілі болғандай [14-16], дәстүрлі тісті кесу кезінде жоңқаның белгіі түйіспелі қабаттың елеулі екінші пластикалық деформацияларынсыз немесе осы қабаттың қарқынды пластикалық деформациясы бар түйіспелі беттерді толық ұстап тұру жағдайында алдыңғы беті бойынша сырғумен сүйемелденеді. Бұл ретте кесу процесінің үзіксіздігі құралдың кесетін жиектерінің табиғи кезектесуімен негізделген. «Тісқырғыш-бүрлегішпен» еңдеу кезінде кесілетін қабаттың жекелеген элементтерін жоңқаға айналдыру механизмі өзгереді. Бұл өзгерістер, негізінен, жоңқа түзудің негізгі физикалық процестеріне қатысты: пластикалық деформация және еңделетін материалдың бұзылуы, сондай-ақ түйісетін беттерге үйкеліс, бұл жоңқа жеке элементтерін қалыптастыру механизміне де әсер етуі тиіс.

4-суретте ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» еңдеу кезінде алынған жоңқалар көрселген Эксперименталды зерттеулер жүргізуде кесу жылдамдығы  $n = 100 \div 400$  айн/мин диапозонында өзгерді. Кесудің төмен жылдамдығында ірі жоңқалар сынған (4а суретті қараңыз). Кесу жылдамдығының артуымен сыну жоңқасының мелшерін азайту және оны сапалы ұсақтау байқалды. Алынған жоңқалардың текстурасын зерттеу үшін MET 5T Альтами әмбебап металлографиялық микроскоп қолданылды.



а)



б)

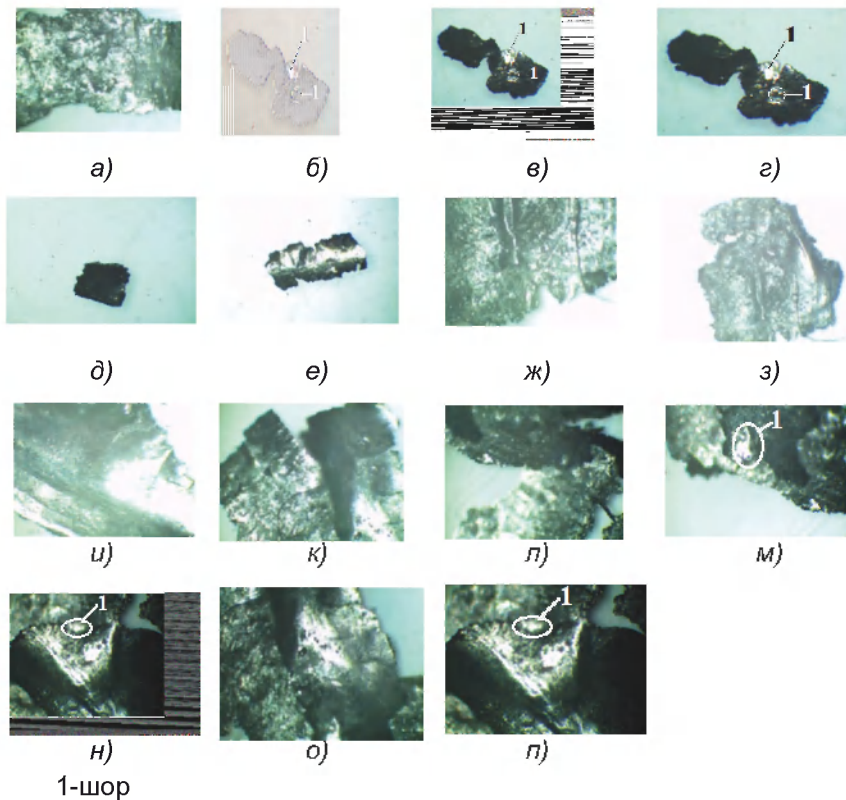
а-кесу режимі кезінде алынған жоңқалар:  $n = 200$  айн/мин;  $S = 0,1$  мм/айн;  $t=0,025$  мм; б – кесу режимі кезінде алынған жоңқалар:  $n = 400$  айн/мин;  $S = 0,1$  мм/айн;  $t=0,025$  мм.

4 сурет - ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» пен еңдеу кезінде алынған жоңқалар



4-суретте ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» еңдеу кезінде алынған жоңқалар көрсетілген. Эксперименталды зерттеулер жүргізу кезінде кесу жылдамдығы  $n = 100 + 400$  айн/мин диапазонында өзгерді. Кесудің төмен жылдамдығы кезінде ірі жоңқалар сынған (4а суретті қараңыз). Кесу жылдамдығының артуымен сыну жоңқасының мелшерін азайту және оны сапалы ұсақтау байқалды. Алынған жоңқалардың текстурасын зерттеу үшін МЕТ 5Т Альтами әмбебап металлографиялық микроскобы қолданылды.

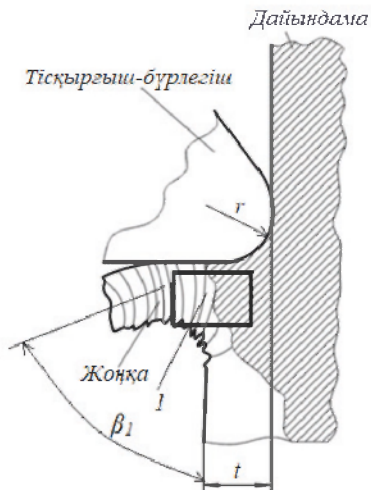
5-суретте цилиндрлік деңгелектердің тістерін ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» пен еңдеу кезінде алынған жоңқалардың микрофотографиялары көрсетілген.



5 - сурет- ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» цилиндрлік деңгелектердің тістерін еңдеу кезінде алынған жоңқалардың микрофотографиясы (x 100)

Тісқырғыш-бүрлегішпен «еңдеу кезінде жоңқаның беті тегіс болды. Микрофотографиядан (5-суретті қараңыз) кейбір жоңқалардың параллель текстуралары бар екенін керуге болады (5 б,в,и суретті қараңыз). Микрофотографияда  $x 100$  ұлғайған кезде шор (5 г,м,н,п суреттерді қараңыз) айқын керінеді. Зерттеулер алдымен ұсақ шор қалыптасатынын, олардың санының құрт ауытқып, келемдері тез ұлғайып ірі шорларға айналатынын көрсетті. Шорлардың мелшерін ұлғайту және олардың ірі шорларға айналуы құралмен дайындама арасындағы үйкеліс шарттарына байланысты екені белгілі [17]. Кесу кезінде шордың түзілуінің алдын алу үшін дайындаманың еңделетін қабатын пластикалық күйге дейін жұмсарту қажет. Оның дайындаманың еңделетін қабатындағы деформациясын арттыру арқылы пластикалық деформациямен температурадан бөлінетін жылу мелшері артады. Сондай-ақ, кесу режимдерінің оңтайлы мәндерін таңдау есебінен «тісқырғыш-бүрлегіш» және «доңғалақ» тұйіспе аймағында үйкеліс күшін арттыру жолы дайындаманың еңделетін қабатын жұмсартуға қол жеткізуге ықпал етеді. Зерттеу нәтижелері бойынша кесу және беріліс жылдамдығының ұлғаюымен шор елшемі азаяды немесе мүлдем жоғалады. Берілген микрофотографияларда кейбір жоңқалардың ұзындығы бойынша пішін тегіс емес (5 г,к,л суретті қараңыз). Жұмыс қорытындысы [15,18], сондай-ақ осы зерттеу нәтижелері бойынша бұл тежелген қабаттың пайда болуының нәтижесі болып табылады деп болжауға болады. Бұл құбылыстың аралас еңдеу тәсілдеріне тән екенін атап өту қажет [15,18]. Мұндай жағдайда механизм ШХ15 материалынан «тісқырғыш-бүрлегіш» еңдеуді жүзеге асыру осы құбылыстың пайда болуына ықпал етеді. Зерттеу нәтижелері көрсеткеніндей, еңдеу режимдерінің ұлғаюымен шор елшемдері азаяды немесе мүлдем жоғалады. Тежеуіш қабаттың пайда болуы жоңқаның пайда болу процесін зерттеу бойынша орындалған [15,18,19] жұмыстарында анықталған. Белгілі болғандай, әдетте бұл құбылыс пластикалық материалдарды еңдеуде пайда болады [20,21]. Әсіресе термоеңделген 40Х болатты еңдеу кезінде оның пайда болуы ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегішпен» еңдеуі кесу механизмінің ерекшелігі болып табылады. 6-суретте ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегішпен» еңдеу кезінде жоңқаның түзілу схемасы көрсетілген. Кескіш құралмен еңдеу кезінде кесілетін қабаттың қысылатыны белгілі [17]. Құралдың кескіш қыры езінің алдында шектеулі аймақта, уақыттың бастапқы сәтінде қысыммен пайда болған қиын серпімді – кернеулі жағдайдың туындауына себеп болады. Бұл процесс құралдың жұмыс қозғалысының нәтижесінде деформацияға айналады және  $\beta$ , бұрышында орналасқан шектелген беттерге таралады (6-суретті қараңыз). Сынғыш және қатты

жабысатын металдарды еңдеу процесінде жоңқаларды ығыстыру және белу осы аймақта жүреді. Кейбір зерттеушілердің пікірі бойынша металды кесу аймағында кескен кезде қабаттардың қарапайым келемі жан-жақты бірқалыпты қысуға ұшырайды [22,23].



$\beta_1$ - ығысу бұрышы; 1-жоңқаның пайда болуы кезіндегі пластикалық учаскесі; t-өдіп

6 сурет - ШХ15 болаттан жасалған “тісқырғыш-бүрлегіш” пен еңдеу кезінде жоңқаның түзілу схемасы

Жұмыс істеп тұрған құштер бағытының сәйкес келуі және жылжуы мүмкін жазықтықтың бағыты деформацияны жүзеге асырудың жеңілдігіне, әсіресе қиманың күші оның жазықтығына параллель болған жағдайда қатты әсер етеді. Жылжу жазықтығы әдетте текшенің кеңістіктік диагоналіне перпендикуляр орналасқан. Бірқатар зерттеушілер, кесу процесі үшін ығысу бұрышы  $\beta_1$  үлкен маңызға ие, ейткені оның келемімен жоңқаның шегуі анықталады, яғни деформация алынатын қабаттың барлық салдарымен туындайды [24,25] деп санайды. «Тісқырғыш-бүрлегіш» (ШХ15-тен) еңдеу процесі кезінде кесуді жүзеге асыру құралымен дайындама түйіскен кезде үйкелуге негізделгенін көрсетеді. Материал түйіршіктерінің қарқынды деформациясы 1 квадратпен көрсетілген аймақта жүзеге асырылады (6-суретті қараңыз). Бұл 1 учаскесі біршама пластикалық болып табылады, сондай-ақ оның елшемдері мен материал түйіршіктерінің

деформациясы осы учаскеде «тісқырғыш-бүрлегіштің» алдыңғы бетінде үйкеліс қарқындылығымен анықталады. Сондай-ақ, ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегішпен» еңдеу кезінде жоңқаның сапалы ұсақталуымен қамтамасыз етілетіні, жоңқаның құрылымы біршама нығыздалып, құралдың жұмыс жағдайының жақсаратыны, сонымен қатар, цилиндрлік тісті деңгелектердің тістерін соңғы еңдеу сапасының жоғарылайтыны белгілі болды.

### **Қорытынды.**

1. Цилиндрлік тісті деңгелектерді еңдеу кезінде домалату құралын қолдану жоғары (МЕСТ 1643-81 бойынша 2...3 дәрежелі дәлдікке) түзету қабілеттілігіне ие. Кескіш құралдың жаңа тәсілі мен конструкциясын іске асыру кезінде жоңқа түзілу процесін зерттеу езекті болып табылады. Жоңқа түзілу процесімен кесу процесінің барлық сипаттамалары және оның практикалық нәтижелері байланысты болады.

2. Жоңқаларды зерттеу керсеткендей, ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегішпен» еңдеудің басында саны күрт ауытқитын шағын шорлар қалыптасады, олардың саны кенеттен ауытқиды, жылдам келемдері ұлғаяды және ірі шорға айналады және де кесу және беріліс жылдамдығының ұлғаюымен шор елшемдері азаяды немесе мүлдем жоғалады.

3. 40Х болатқа тән емес тежелген қабаттың түзілуі анықталды, мұны ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегішпен» еңдеу механизмінің ерекшелігіне жатқызуға болады.

4. ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегішпен» еңдеу кезінде кесу процесін жүзеге асыру құрал мен дайындама арасындағы үйкеліске негізделгені ұйғарылды. Бұл ретте материал түйіршіктерінің қарқынды деформациясы 1 учаскеде болады (6-суретті қараңыз). Ол 1-ші учаскеде біршама пластикалық күйде болды, сондай-ақ оның елшемдері мен материалдар түйіршіктерінің деформациясы осы учаскеде құралдың алдыңғы беті бойынша үйкеліс қарқындылығымен анықталады.

5. Жоңқаның түзілу процесін кешенді зерттеу ШХ15 болаттан жасалған «тісқырғыш-бүрлегіш» пен еңдеу кезінде жоңқаның сапалы ұсақталуы қамтамасыз етілетінін, жоңқаның құрылымы біршама нығыздалатынын және құралдың жұмыс жағдайы жақсаратынын, сондай-ақ тісті деңгелектердің тістерін соңғы еңдеу сапасы жоғарылайтынын керсетті.

## Әдебиеттер

1 Филиппов К.В. Технологические возможности процессов зубонарезания цилиндрических колес. Специальность 05.02.08 - Технология машиностроения. Автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук - Тула, 2003 – 20с.

2 Калашников С.Н., Калашников А.С. Изготовление зубчатых колес - М.: Высшая школа - 1994 – 287с.

3 Печенкин М.В. Многокоординатное формообразование фрезерованием зубьев гиперболоидных зубчатых колес двойной кривизны: дис. канд. техн.наук: 05.02.07 / Печенкин Михаил Владимирович – Казань, 2016. - 132 с.

4 Фрадкин, Е.И. Повышение точности зубофрезерования и зубошлифования / Е.И. Фрадкин, А.В. Чурилин, В.И. Хромов // СТИН. – 1993. – Вып. 1. – С. 9-11.

5 Валиков Е.Н., Тимофеев Ю.С., Журина А.С. Финишная отделка зубчатых колес с использованием режущих свойств поверхностей после электроэрозионной обработки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. - №12-1. –С. 17-20

6 Калашников А.С., Технология изготовления зубчатых колес. –М.: Машиностроение, 2004.-408с.

7 Mardonov B.T. The investigation of precision of installation pieces of cylindrical gears in the process of rolling gear shaving // International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 8, Issue 5, May-2017. 1205-1207 p.

8 Mardonov B.T. Determination of the accuracy of the gear wheels of technological factors. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 5, Issue 5, May-2018. 5757-5761p.

9 Мардонов Б.Т. Исследование точности цилиндрических зубчатых колес, обработанных при различных установках обкатного инструмента (шевер-прикатника) // Научно-технический журнал ФерПИ. –Фергана. - 2018. №3. - С. 103-107.

10 Аликулов Д.Е., Мардонов Б.Т., Шокулов Б.К Выбор параметров и режимов обработки цилиндрических зубчатых колес // Материалы четвертой международной конференции «Ресурсопроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». НГГИ Москва-Навои 18-25 сентября 2005г.,403-404 с.

11 Мардонов Б.Т. Способы повышения точности установки заготовок зубчатых колес на операции обкатного шевингования // «Горный вестник Узбекистана». - 2018. - № 3. - С. 66-67.

12 Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании

технологических процессов. – М.: Машиностроение, 2011. - 184 с.

13 Зайцев В.Е., Скрипка Е.А., Воронин А.В. Исследование влияния основных параметров резания на процесс стружкообразования при торцевом фрезеровании алюминиевого сплава 6082 Т6 / Сборник научных трудов Открытие информационные и компьютерные интегрированные технологии – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2014. – Вып. №65. – С.42-48.

14 Скрибанов, Е.В. Прецизионный контроль кинематических цепей зубообрабатывающих станков и зубчатых передач / Е.В. Скрибанов, В.Н. Енин, И.Е. Марков // Вестник машиностроения. – 1990. – Вып. 9. – С. 49-51.

15 Шеров К.Т., Ракишев А.К., Доненбаев Б.С., Айнабекова С.С. Стружкообразования и деформированное состояние срезаемого слоя при РФО внутренних и наружных цилиндрических поверхностей / Труды университета. – Караганда: Изд-во КарГТУ, 2018.- №3(72)- С.26-32

16 Зорохович А.А., Остров Н.М. Производство высокоскоростных зубчатых колес средних модулей. М., «Машиностроение», 1968.- 228с.

17 Sherov K.T., Sikhimbayev M.R., Donenbaev B.S., Sagitov A.A., Ainabekova S.S. Experimental Research of Rotational-and-Frictional Boring of Big Holes in Large Parts / Journal of Theoretical and Applied Mechanics, SoDa, Vol. 47 No. 4 (2017) pp.23-36.

18 Мусаев М.М. Исследование и разработка комплексного способа обработки высокопрочных материалов. Специальность 6D071200 – «Машиностроение». Диссертационный совет при Карагандинском государственном техническом университете. Караганда – 2017г. – 152с.

19 Sherov K.T., Alikulov D.E. Control ruler for angles between planes of V-shaped guides / Measurement Techniques - New York, Volume 55, Issue 4, July 2012, pp. 397-399.

20 Ящерицын П.И., Еременко М.Л., Фельдштейн Е.Э. Теория резания. Физические и тепловые процессы в технологических системах: Учебник. –Мн.: Выш. шк., 1990.–512 с.

21 Шеров К.Т., Мусаев М.М. Расчет коэффициента усадки стружки при обработке стали 30ХГСА фрезоточением / Механика и технологии. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті» ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2016.- №3- С.36-42.

22 Кушназаров И.К., Якубов Ф.Я., Ходжибергенев Д.Т. Особенности процесса стружкообразования при МРО. // Материалы научно-технической конференции «ISTIQLOL-4» - Навои: Изд-во ОКМП, 2005.- С.138-139.

23 Одинцов П.Г., Дзегиленок В.Н. Основные направления совершенствования методов поверхности пластического деформирования. М., 1990.- 263с.

24 Вильнер Г.С. К вопросу определения угла сдвига при резании металлов. Известия вузов. Машиностроение. 2000, №5-6, С. 95-100.

25 Вильнер Г.С. Механизм образование упрочненного поверхностного слоя при обработке металла резанием. Технология машиностроения. ВИНТИ.- Москва, 2001,- №6.- С.6.

**Мардонов Б.Т.**, техника ғылымдарының кандидаты, доцент,  
e-mail: mbt69@mail.ru,

**Шеров К.Т.**, техника ғылымдарының докторы, профессор,  
e-mail: shkt1965@mail.ru,

**Бузауова Т.М.**, техника ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы,  
e-mail: toty\_77@mail.ru,

**Мусаев М.М.**, PhD докторы, аға оқытушы,  
e-mail: kstu\_mmm@mail.ru

**Таттимбек Г.**, техника ғылымдарының магистрі, оқытушы,  
e-mail: tattimbekova91@mail.ru

**Альжанова А.Г.**, магистрант, e-mail: lunnaiaduwa@mail.ru