



FTAMP 55.31.29

Ғылыми мақала

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2024-146-1-222-235>

Тіскесуші құралдардың тұрақтылығы мен тозуын зерттеу

Г. Таттимбек¹, К.Т. Шеров*², С.С. Айнабекова³, Е.Б. Иманбаев⁴,
Г.М. Тусупбекова⁵

^{1,2,5} С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

³Қарағанды индустриалдық университеті, Теміртау, Қазақстан

⁴«Электровоз құрастыру зауыты» ЖШС, Астана, Қазақстан

(E-mail: ¹tattimbekova91@mail.ru, ²shkt1965@mail.ru, ³asaules@mail.ru, ⁴y.imanbayev@gmail.com, ⁵gulim_tus@mail.ru)

Аңдатпа. Мақалада тіскесу құралдарының тозу проблемасының жай-күйін зерттеу нәтижелері келтірілген. Ғылыми зерттеудің мақсаты тіскесуші құралдардың тозу себептерін анықтау, сондай-ақ, үлкен модульді цилиндрлік тісті доңғалақтарының ойымдарын өңдеудің жаңа әдісін және оны жүзеге асыру үшін арнайы құрал құрылымын жарату. Тіскесу құралдарының тозуын зерттеу бойынша ғылыми жұмыстарға шолу жасалды және тозу қарқындылығына әсер ететін факторлар анықталды. Тіскесу құралының тозуына ықпал ететін негізгі факторлардың бірі өңделетін тісті доңғалақтың модулі болып табылатыны және ол ұлғайған сайын құралдың тозуы сәйкесінше арта түсетіні айқындалды. Бұл әсіресе үлкен модульді цилиндрлік тісті доңғалақтарды өндіруде, атап айтқанда тіс ойымдарын өңдеу процесінде орын алады. Онда құралдың тозу қарқындылығы артады, өңдеудің дәлдігі мен өнімділігі төмендейді, сонымен қатар операцияның өзіндік құны жоғарылайды. Процестің бұл күйін, ең алдымен, тісті доңғалақ ойымдарынан металдың үлкен көлемін алып тастау қажет екендігімен байланыстыруға болады. Бұл мәселені шешу үшін үлкен модульдік цилиндрлік тісті доңғалақ тістерінің ойымдарын термофрикциялық өңдеудің жаңа ресурсты үнемдейтін әдісі ұсынылады. Цилиндрлік тісті доңғалақ ойымдарын термофрикциялық жонғылау және импульсті салқындатуға ие термофрикциялық жонғылау әдістерімен өңдеуге арналған модульдік тегерікті үйкеліс жонғыштарының конструкциясы әзірленді. Тегіс модульдік тегерікті үйкеліс жонғыштың және оны токарлық винткесуші білдекке бекіту үшін арнайы әбзелдің тәжірбиелі үлгілері жасалды.

Кілт сөздер: Тіскесу құралының тозуы, үлкен модульді тісті доңғалақтар, тұрақтылық кезеңі, термофрикциялық өңдеу, үйкеліс жонғышы.

Түсті: 12.02.2024 Жөнделді: 27.02.2024 Мақұлданды: 01.02.2024 Онлайн қолжетімді: 29.03.2024

² * хат-хабар үшін автор

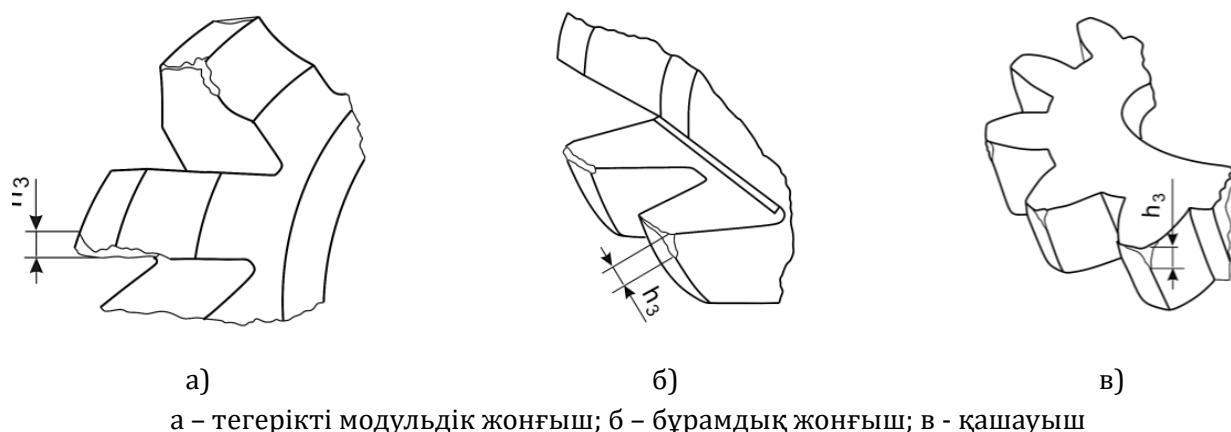
Кіріспе

Көптеген салаларда, мысалы, аграрлық өндіріс кешені техникасы және машиналар, металлургиялық, газ-мұнай өндіру саласы технологиялық жабдықтарын даярлау және т.б. әзірлеп шығаруда тісті дөңгелектер жиі қолданылады. Елімізде қарқынды өркендеп келе жатқан өндіріс салаларының ауқымын ескеретін болсақ, тісті дөңгелектер даналап емес сериялап шығару қажеттігін көруге болады. Осы тұрғыдан қарағанда оларды даярлау процестерін автоматты білдектерде орындау тиімділігі айқын көрінеді. Бірақ қазіргі уақытта механикалық өңдеу саласында қолмен басқарылатын әмбебап білдектер кең қолданылатынын есепке алсақ, оларды өңдеу ең күрделі және жоғары еңбексыйымдылыққа ие екендігін анықтауға болады. Сондай-ақ, тісті дөңгелектерді өңдеу екі механикалық операциядан тұратыны белгілі. Бірінші операцияда алдын-ала өңдеу процесін орындайды және мұнда дайындама материалының 70-80%-ы алынады. Екінші операция таза өңдеу операциясы болып табылады. Бұл операцияда тістің соңғы пішіні талап етілген дәлдік және сапамен қалыптасады. Осы аяқтаушы операция ең жауапты болып табылады және оның сапасын белгілейді. Әлемдік практикада цилиндрлік тісті доңғалақтар кеңінен қолданылды, олардың өндірісі жылына жүздеген миллион дананы құрайды. Жеке, сериялық және жаппай өндіріс жағдайында цилиндрлік тісті доңғалақтарды кесудің негізгі әдісі көлденең жону білдектерінде көшіру әдісімен тегерікті модульдік жонғыштармен тісжонғылау болып табылады.

Тісті берілістер көптеген құрылғылардың дұрыс жұмыс істеуі үшін өте маңызды екені белгілі, ал оларды жасау технологиясы әртүрлі жұмыс жағдайларында тораптар мен механизмдердің сапасы мен тұрақтылығын анықтайды. Ғалымдар мен өндірушілердің көптеген жұмыстары тіс өңдеудің дәлдігін арттырудың технологиялық әдісімен тісті берілістерді өндірудің дәлдігі мәселелеріне арналған. Материал мен кескіш құралдың минимум шығындарымен дәлдік пен сапаны технологиялық қамтамасыз ету негіздерін одан әрі дамыту машина бөлшектерін, әсіресе тісті доңғалақтарды және соған ұқсас тісті бөлшектерді өндіруде өзекті мәселе болып саналады [1,2]. Бұл мәселе әсіресе үлкен модульді тісті доңғалақтарды өндіруде өзекті болып отыр. Үлкен модульдік тісті доңғалақтарды өңдеу технологиясы белгілі бір қиындықтармен байланысты. Бұл, ең алдымен, доңғалақтардың тісті тәждерінің ойымдарынан үлкен көлемдегі металды алып тастау қажеттілігінен туындайды. Бұл мәселенің шешімі үлкен модульді цилиндрлік тісті доңғалақтарының ойымдарын өңдеудің ресурс үнемдейтін технологиясын жасау болып табылады.

Зерттеу тәсілдері

Тіскесу құралы салыстырмалы түрде жұқа жоңқалар аймағында жұмыс істейді, сондықтан тіс негізінен артқы жағында және әртекті тозады, өйткені жұмыс кезінде профильді сақтау керек Содан кейін артқы бетіндегі рұқсат етілген тозудың орташа мәндері әдетте аз болады [3]. 1-суретте тіскесу құралдары тістерінің тозу сызбасы көрсетілген.



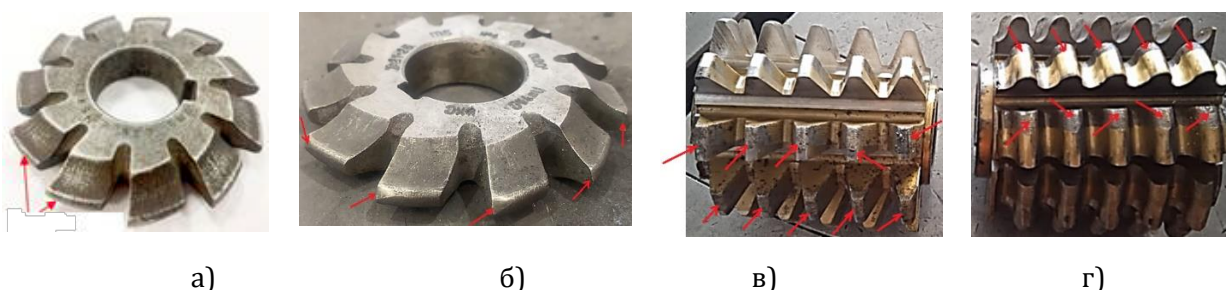
1-сурет – Тістің артқы бетіндегі тозу

Тозу біркелкі емес; тістің бұрыштарындағы ең үлкен тозу, ол шектеуші деп қателеседі (1-кесте). Жоғары жылдамдықты болаттан жасалған бұрамдық жонғыштардың төзімділік кезеңі 55-тен бастап 360 минутқа дейінгі нормативтерге сәйкес қабылданады, құрал күрделі және қайта қайрау құны жоғары.

1-кесте – Тіскесу құралдарының рұқсат етілген тозу мәндері

Құрал	Өңдеу	Артқы бетінде мм-де рұқсат етілген тозу (тістің ұшы)
Тегерікті модульдік жонғыш	қаралтым	0,2-0,4
	қаралтым	0,8-1,2
Бұрамдық жонғыш	қаралтым	0,2-0,4
	қаралтым	0,5-0,8
Тегерікті қашауыш	қаралтым	0,06-0,12
		0,8-1,0

2-суретте тозған тіскесу құралдарының суреттері көрсетілген



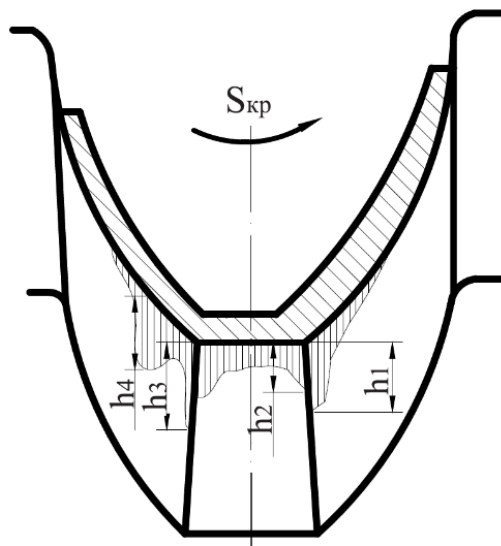
а, б – тегерікті модульдік; в, г – бұрамдық жонғыш; → – тозу, жарықшақтар

2-сурет – Тозған тіскесу құралдарының суреттері

$m \geq 1$ мм модулімен цилиндрлік тісті берілістерге арналған шақтамалар МЕМСТ 1643-81, ал шағын модульді тісті берілістерге $m < 1$ мм модульге төзімділік МЕМСТ 9178-81 [4] арқылы анықталады.

МЕМСТ 1643-81 бойынша цилиндрлік тісті берілістерді өндіру шақтамалары диаметрі 6300 мм-ге дейін, тәжінің ені 1250 мм-ден аспайтын және 1-ден бастап 56-ға дейінгі модульді сыртқы және ішкі берілістердің эвольвентті цилиндрлік берілістеріне қолданылады. 56 мм. Тісті доңғалақтардың және берілістердің дәлдігінің 12 градусы белгіленді, ал 1 және 2 дәрежелер шақтамалармен реттелмейді

[5] жұмыста ұсақ модульді тіс қашауыштардың тозуын зерттеу нәтижелері келтірілген. Тозу сипатын түсіндіру үшін қашауыш тісінің тозу схемасы келтірілген (3-сурет) [5].



3-сурет – Қашауыш тісінің тозу схемасы

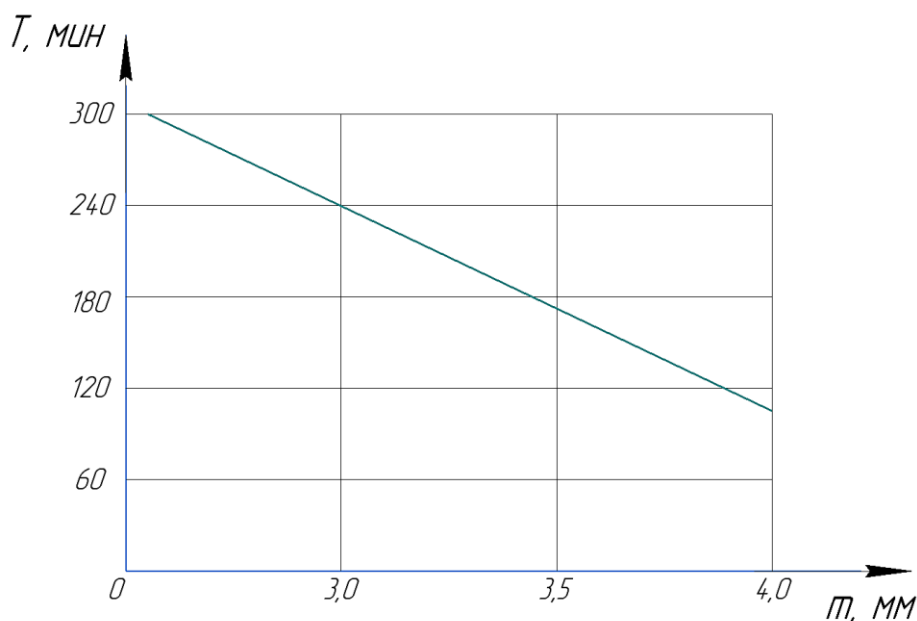
Олар төбе жиегінің артқы жағының аздап тозғанын (h_2), шығыс жиегінің артқы жағы (h_1) сәл көбірек тозғанын анықтады. Максимум тозу шығыс жүзінің артқы жағында, ол оқшауландырылған немесе (h_3) бұрышында немесе одан біршама қашықтықта (h_4) болады. Артқы жақтардың тозу шамаларының арақатынасы тұрақты болып қалмайды. Ол өңделетін материалдың тіс қашау шарттарының өзгеруімен, атап айтқанда, жаппай берудің, кесу жылдамдығының, модульдің, қашауыш тістерінің санының және кесілген дөңгелектің өзгеруімен өзгереді. Тозу сипатына көп дәрежеде жаппай беріліс әсер ететіні анықталды [5].

[6] жұмыста алынған тіскесу құралдарының тозуын зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тіскесу құралдарының беріктігіне цилиндрлік тісті доңғалақтардың модулі, сонымен қатар кесу режимдері, дайындама және құрал материалдары әсер етеді.

[6] жұмыста тәжірибелер жүргізу үшін 3; 3,5; 4 мм модульдердің домалату құралдары (тісқырғыш-домалатқыш) пайдаланылды. Әр модульдің тісқырғыш-домалатқыш үш берілісте сыналды ($s=0,01; 0,05; 0,15$ мм/тіс). Құралдардың беріктігін зерттеу классикалық әдістеме бойынша жүргізілді.

Белгілі бір уақыттан кейін артқы жақтардағы тозу өлшенді. Өлшеу деректері бойынша тозу қисықтары салынды, олардың ішінен мұқалу критерийі ретінде қабылданған тозудың белгілі бір мөлшеріне дейін домалату құралының жұмыс уақыты анықталды. Содан кейін тәжірибелі деректер өңделіп, әр түрлі параметрлерге төзімділік тәуелділігі анықталды.

4-суретте цилиндрлік тісті доңғалақ модулінен домалату құралының (тісқырғыш-домалатқыш) беріктік графигі көрсетілген.



$m = 3,5 \text{ мм}$; $S_z = 0,01 \text{ мм/тис}$; $z_k = 24$; тісқырғыш-домалатқыш –ШХ-15, дайындама – болат 40Х; $V=35 \text{ м/мин}$, НТ-250И жону білдегінде өңдеу

4-сурет – Домалату құралы (тісқырғыш-домалатқыш) беріктігінің цилиндрлік тісті доңғалақ модуліне тәуелділігі

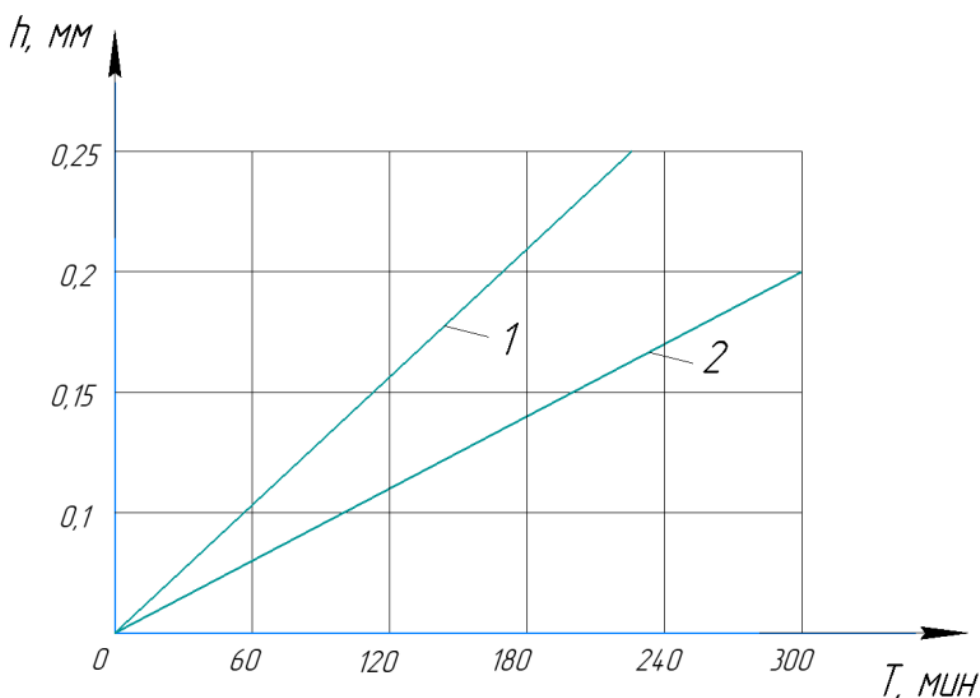
Модульдің азаюымен стандартты тісқырғыштың тісімен алынып тасталатын қабаттың қалыңдығы жұқарады, бұл тозуды азайтады және домалату құралының (тісқырғыш-домалатқыш) беріктігін арттырады.

Кесуші құралдың тозуға төзімділік кезеңін сақтау, өңдеу операциясының өнімділігін арттыруға, оның өзіндік құнын төмендетуге өңдеу процесін оңтайлы кесу режимдерін орындағанда ғана қол жеткізіледі. Тозуға төзімділікті арттыру көптеген факторларға тәуелді болады: тетік және кесуші құрал материалдарына, олардың физикалық-механикалық қасиеттеріне, салқындату сұйығына, кесу режимдерінің мәндеріне және т.б.

Кесу жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, машина уақыты соғұрлым аз болады және жұмыс өнімділігі соғұрлым жоғары болады. Өңдеу кезінде кесу жылдамдығын арттыру кесуші құралдың тозуын жеделдетіп, оның беріктік қасиетіне кері әсер етуі әбден ықтимал. Кесу жылдамдығының мәні тісті дөңгелекті дайындауға қойылатын сапа және дәлдік

көрсеткіштерінің деңгейімен анықталады. Жұмыста кесу жылдамдығы домалату құралының (тісқырғыш-домалатқыш) тозуы мен тұрақтылығына әсері де зерттелген [6].

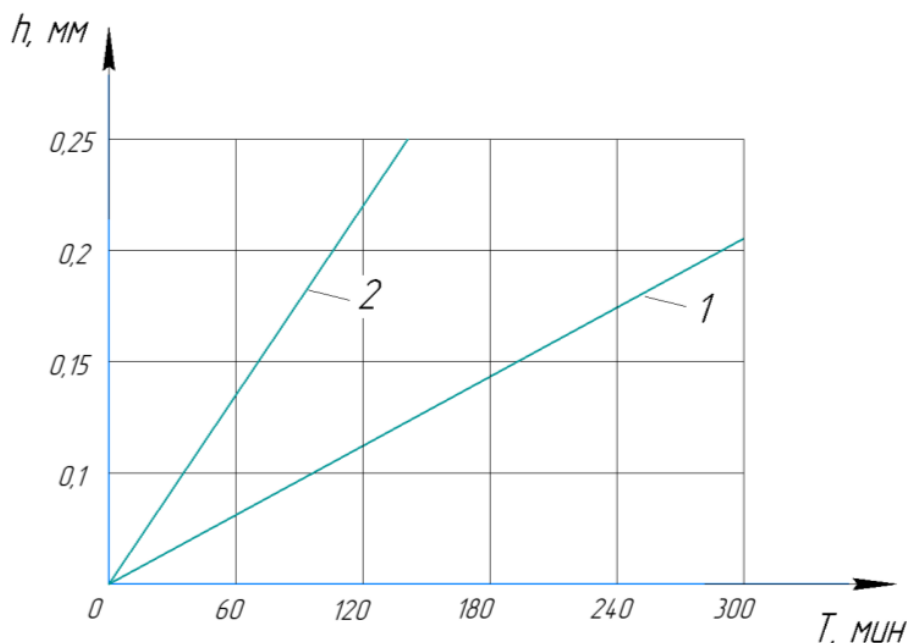
5-суретте жұмыс уақыты мен кесу жылдамдығынан және аспаптық материалдан жылжымалы құралдың (тісқырғыш-домалатқыш) тозуының өзгеруі көрсетілген.



$m = 3,5$ мм; $S_z = 0,01$ мм/тис; $z_k = 24$; тісқырғыш-домалатқыш – ШХ-15, дайындама – болат 40Х; 1– $V=35$ м/мин, НТ-250И жону білдегінде өңдеу; 2– $V=45$ м/мин, НТ-250И жону білдегінде өңдеу

5-сурет – Жұмыс уақыты мен кесу жылдамдығынан домалату құралының тозуына әсер ету графигі

6-суретте жұмыс уақытына және құрал материалына байланысты домалату құралы тозуының өзгеруін көрсететін график көрсетілген.



$m = 3,5$ мм; $S_z = 0,01$ мм/тис; $Z_k = 24$; тисқырғыш-домалатқыш – ШХ-15, дайындама – болат 40Х; 1– НТ-250И жону білдегінде Р18 өңдеуден алынған тисқырғыш-домалатқыш; 2– НТ-250И жону білдегінде ШХ-15 өңдеуден алынған тисқырғыш-домалатқыш

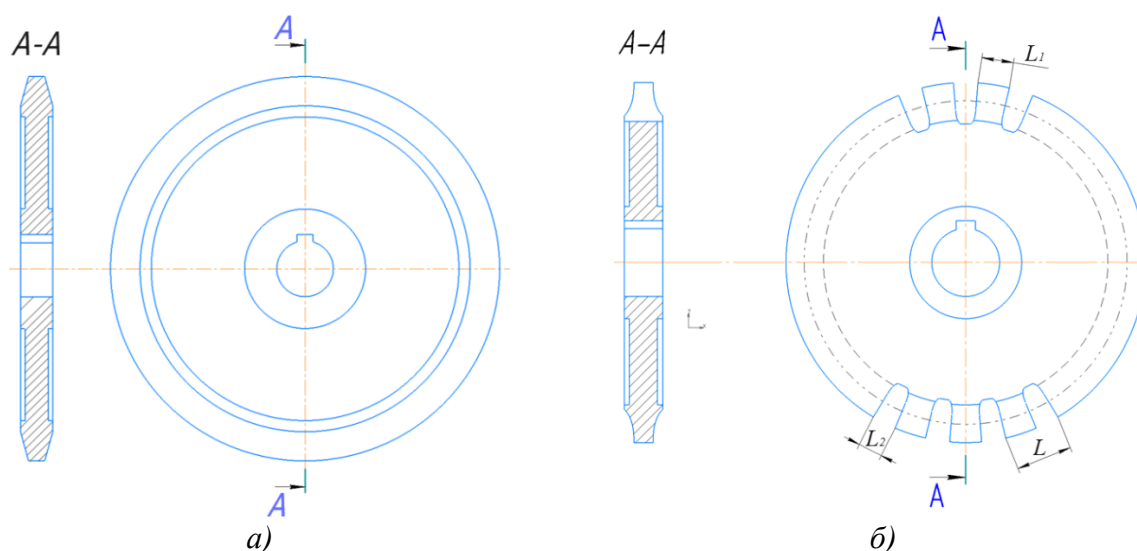
6-сурет – Жұмыс уақытынан және аспаптық материалдан домалату құралының тозуына әсер ету графигі

Ұсынылған мәліметтерден (5 және 6-суретті қараңыз) көрініп тұрғандай, домалату құралымен (тисқырғыш-домалатқыш) өңдеу үшін шарлы мойынтіректік болаттан жасалған (ШХ-15) жаңа әдіс пен домалату құралдарын қолдану жону білдегінде құралдың қызмет ету мерзімін 1,6...1,8 есе арттырады, сонымен қатар қымбат тіс өңдеу білдегінің құнын төмендетуге мүмкіндік береді. Шарлы мойынтіректік болаттан (ШХ15) жасалған тіс өңдеу құралын қолдану өңдеу өнімділігін арттырумен қатар, қажетті дәлдікті, өлшемдердің тұрақтылығын, өңделетін доңғалақ тістері бетінің жоғары сапасын қамтамасыз етеді және технологиялық мүмкіндіктерді кеңейтеді. Сондай-ақ аспаптық материалдардың орнына конструкциялық болаттарды қолдануға мүмкіндік беретін термофрикциялық өңдеу әдістері белгілі [7,8,9,10]. Үлкен модульді цилиндрлік тісті доңғалақтар тістерін өңдеуде термофрикциялық кесу технологияларын қолдану үшін [11,12,13,14,15] жұмыста алынған нәтижелер практикалық және ғылыми тұрғыдан негіз бола алады. Үлкен модульді цилиндрлік тісті доңғалақтарды өндіруде, оның тістерінің ойықтарын қалыптастыру күрделі және жоғары еңбек сыйымдылығына ие болады. Бұл процесті орындау құралдың тозу қарқындылығының жоғарылауымен, өңдеу дәлдігі мен өнімділігінің төмендеуімен, сондай-ақ операцияның өзіндік құнының артуымен бірге жүреді.

Сонымен қатар, өңделетін тісті доңғалақтар модулі ұлғайған сайын құралдың тозуы сәйкесінше артады, бұл оның беріктік кезеңіне теріс әсер етеді (4-суретті қараңыз).

Нәтижелер мен талқылаулар

Мәселенің жай-күйін зерттеу нәтижелері үлкен модульді цилиндрлік тісті доңғалақтарды өңдеудің жаңа әдісін және оны жүзеге асыру үшін арнайы құралдың конструкциясын жасау қажеттілігін талап етеді. Қазіргі уақытта С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің “Технологиялық машиналар және жабдықтар” кафедрасында ірі модульді цилиндрлік тісті доңғалақтардың тістерін өңдеудің термофрикциялық әдісін әзірлеу бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілуде. Цилиндрлік тісті доңғалақтардың тіс ойымдарын термофрикциялық жонғылау және импульсті салқындату арқылы термофрикциялық жонғылау әдістерімен өңдеуге арналған модульдік тегерікті үйкеліс жонғыштарының конструкциялары әзірленді. 7-суретте модульдік тегеріктік үйкеліс жонғыштарының конструкциялары көрсетілген.

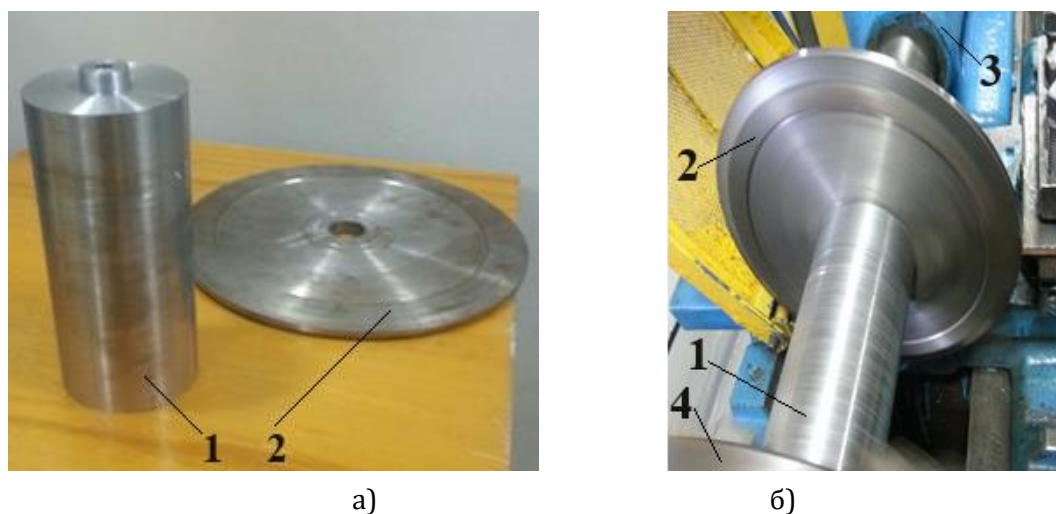


а – тегіс модульді тегеріктік үйкеліс жонғышы; б – ойықтары бар модульдік тегеріктік үйкеліс жонғышы; L – қыздыру және салқындату аймағының қадамы; L1 – қыздыру аймағы; L2 – салқындату аймағы

7-сурет – Модульді тегеріктік үйкеліс жонғыштарының конструкциялары

Тегіс модульдік тегеріктік үйкеліс жонғышының тәжірибелік үлгілері және оны 1К62 токарлық-винткескіш білдекке орнатуға арналған арнайы әбзел жасалды.

8-суретте тегіс модульдік тегеріктік үйкеліс жонғышының және арнайы әбзелдің фотосуреттері көрсетілген



- а – арнайы жабдық және тегіс модульдік тегерікті үйкеліс жонғышы;
б – 1К62 токарлық-винткескіш білдекте тегіс модульдік тегерікті үйкеліс жонғышын бекіту;
1 – арнайы жабдық; 2 - тегіс модульдік тегерікті үйкеліс жонғышы; 3 – артқы басша;
4 – үшжұдырықшалы қысқы

8-сурет – Тегіс модульдік тегерікті үйкеліс жонғышының және арнайы әбзелдің фотосуреттері

Сондай-ақ, импульсті салқындату арқылы термофрикциялық жонғылау әдісін жүзеге асыру үшін ойықтары бар модульдік тегерікті үйкеліс жонғышының тәжірбиелік үлгісін жасау бойынша жұмыстар аяқталды.

Қорытынды

1. Тіскесу құралдарының тозуын зерттеу тіскесу құралдарының тістері негізінен артқы бет бойынша тозатынын және олардың біркелкі емес екенін көрсетті.
2. Өңделетін тісті доңғалақтардың модулінің ұлғаюымен құралдың тозуы сәйкесінше жоғарылайтыны анықталды, бұл оның қызмет ету мерзіміне теріс әсер етеді.
3. Үлкен модульді цилиндрлік тісті доңғалақтарды өндіруде әсіресе күрделі және еңбекті көп қажет ететін құралдың тозу қарқындылығының жоғарылауымен, өңдеудің дәлдігі мен өнімділігінің төмендеуімен, сондай-ақ операцияның өзіндік құнының жоғарылауымен бірге жүретін тіс ойымдарын өңдеу процесі екендігі анықталды. Бұл мәселенің шешімі – үлкен модульді цилиндрлік тісті доғалақтарының ойымдарын өңдеудің жаңа әдісін және оны жүзеге асыру үшін құралдың конструкциясын жасау. Осыған байланысты қазіргі уақытта цилиндрлік тісті доңғалақтардың ойымдарын термофрикциялық жонғылау және импульстік салқындатуға ие термофрикциялық жонғылау әдістерімен өңдеуге арналған модульдік тегерікті үйкеліс жонғыштарының конструкциялары әзірленді.

Әдебиеттер тізімі

1. Гулида Э.Н. Управление надежностью цилиндрических зубчатых колес. – Львов: Высшая школа, 1983. - 136 с.
2. Калашников С.Н., Калашников А.С. Изготовление зубчатых колес. - М.: Высшая школа, 1980. - 303 с.
3. Электронный документ. Энциклопедия по машиностроению XXL. Оборудование, материаловедение, механика. <https://mash-xxl.info/page/231191139244159190092062227016070249172210128162/>
4. Обработка зубчатых колес: учебн. пособие/ сост. Пегашкин В. Ф.; М-во образования и науки РФ: ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2016. – 132 с.
5. Смольников Н.Я., Ткаченко И.Г., Агапов С.И. Характер износа мелко модульных зуборезных долбяков // Обработка металлов - Новосибирск: Изд-во НГТУ, № 4 (45) 2009. – С.12-14.
6. Мардонов Б.Т. Повышение точности обработки прямозубых цилиндрических зубчатых колес обкатным инструментом: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.05 - Технологии и процессы механической и физико-технической обработки. Станки и инструменты – Ташкент: ТашГТУ, 2018 – 215 с.
7. Шеров К.Т., Маздубай А.В., Сихимбаев М.Р., Исагулов А.З., Шеров А.К., Ракишев А.К., Мусаев М.М., Сихимбаева Д.Р. Способ термофрикционной отрезки металлических заготовок с охлаждением и конструкция дисковой пилы / Патент №31934 РК на изобретение. 30.03.2017г. Бюл. №6.
8. Шеров К.Т., Мусаев М.М., Коккоз М.М. Способ термофрикционного фрезоточения и фреза трения // Патент РК №32933 на изобретение. Опубликовано 05.07.2018. Бюл. №25.
9. Шеров К.Т., Мусаев М.М., Ракишев А.К., Тусупова С.О. и др. Способ ротационно-фрикционного точения и конструкция чашечного резца // Патент №4140 РК на полезную модель. 12.07.2019г. Бюл. №28.
10. Sherov K.T., Buzauova T.M., Sherov A.K., Ualiev D.Sh. and etc. Method for performing thermo-friction cutting and strengthening treatment of cylindrical surfaces of workpieces by a friction disk / Patent № KZ25649-A4. Derwent: 2019-31750G.
11. Маздубай А.В. Метал дайындамаларды кесудің ресурсүнемшіл тәсілін зерттеу және жарату. 6D071200 – Машинажасау мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация. Қарағанды: ҚарМТУ, 2017-184 б.
12. Айнабекова С.С. Оптимизация режимов резания при термофрикционной обработке труднообрабатываемых материалов на основе исследования физико-механических свойств поверхностного слоя: диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071200 – «Машиностроение». Караганда: КарГТУ, 2020 – 166 с.
13. Ракишев А.К. Ротациялық-фрикциялық жону құрамалы тәсілін ғылыми зерттеу және жарату. 6D071200 – Машинажасау мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация. Қарағанды: ҚарМТУ, 2017-172 б.
14. Мусаев М.М. Беріктігі жоғары материалдарды өңдеудің кешенді тәсілін зерттеу және жарату. 6D071200 – Машинажасау мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация. Қарағанды: ҚарМТУ, 2017-152 б.
15. Доненбаев Б.С. Тау-кен металлургиясы кешені технологиялық жабдықтарының үлкен габаритті тетіктерін даярлаудың үнемшіл технологиясын жарату. 6D071200 – Машинажасау мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация. Қарағанды: ҚарМТУ, 2018 -149 б.

Г. Таттимбек¹, К.Т. Шеров^{*2}, С.С. Айнабекова³, Е.Б. Иманбаев⁴, Г.М. Тусупбекова⁵

^{1,2,5}*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
Астана, Казахстан*

³*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан*

⁴*ТОО «Электровоз курастыру зауыты», Астана, Казахстан*

Исследование износа и стойкости зуборезных инструментов

Аннотация. В представленной работе приводятся результаты исследования состояния проблемы износа зуборезных инструментов. Целью научного исследования является выявление причины износа зуборезных инструментов, а также разработка способа обработки впадин зубьев зубчатых колес и конструкции специального инструмента для его реализации. Выполнен обзор научных работ по исследованию изнашивания зуборезных инструментов и выявлены факторы, оказывающие влияние на интенсивность износа. Выявлено, что одним из основных факторов, влияющих на износ зуборезного инструмента, является модуль обрабатываемого зубчатого колеса и с увеличением его, соответственно, увеличивается износ инструмента. Особенно это имеет место при изготовлении крупномодульных цилиндрических зубчатых колес, в частности в процессе обработки впадин зубьев, при котором увеличивается интенсивность износа инструмента, снижается точность и производительность обработки, а также повышается себестоимость операции. Такое состояние процесса связано в первую очередь с необходимостью удаления большого объёма металла из впадин зубчатого колёса.

Для решения данной проблемы предлагается новый ресурсосберегающий способ термофрикционной обработки впадин зубьев крупномодульных цилиндрических зубчатых колес. Разработаны конструкции модульных дисковых фрез трения – для обработки впадин зубьев цилиндрических зубчатых колес способами термофрикционного фрезерования и термофрикционного фрезерования с импульсным охлаждением. Изготовлены опытные образцы гладкой модульной дисковой фрезы трения и специальной оснастки для его закрепления на токарно-винторезном станке.

Ключевые слова: износ зуборезного инструмента, крупномодульные зубчатые колеса, период стойкости, термофрикционная обработка, фреза трения.

G. Tattimbek¹, K.T. Sherov^{*2}, S.S. Ainabekova³, E.B. Imanbaev⁴, G.M. Tusupbekova⁵

^{1,2,5}*Kazakh Agrotechnical Research University named after. S. Seifullina, Astana, Kazakhstan*

³*Karaganda Industrial University, Temirtau, Kazakhstan*

⁴*Electric locomotive kurastyru зауыты LLP, Astana, Kazakhstan*

Study of wear and durability of gear cutting tools

Abstract. This article presents research findings on the wear of gear cutting tools. The purpose of the scientific research is to identify the causes of wear of gear cutting tools, as well as to develop a method for processing the cavities of gear teeth and the design of a special tool for its implementation.

A review of scientific works on the study of wear of gear cutting tools has been carried out and factors influencing the intensity of wear have been identified. It was revealed that one of the main factors influencing the wear of a gear cutting tool is the module of the gear being processed and as it increases, the wear of the tool increases accordingly. This is especially the case in the manufacture of large-module cylindrical gears, in particular in the process of machining tooth cavities. At which the intensity of tool wear increases, the accuracy and productivity of processing decreases, and the cost of the operation increases. This state of the process is primarily due to the need to remove a large volume of metal from the cavities of the gear wheel.

To solve this problem, a new resource-saving method of thermal friction processing of tooth cavities of large-module cylindrical gears is proposed. Designs of modular friction disk mills have been developed for processing the tooth cavities of cylindrical gears using thermal friction milling and thermal friction milling with pulse cooling. Prototypes of a smooth modular friction disk mill and special equipment for mounting it on a screw-cutting lathe were manufactured.

Keywords. Wear of gear cutting tools, coarse-grained gears, service life, thermal friction treatment, friction cutter.

References

1. Gulida E.N. Management of the reliability of cylindrical gear wheels. - Lviv: Higher School, 1983. - 136 p.
2. Kalashnikov S.N., Kalashnikov A.C. Production of gear wheels. - M.: Vysshaya Shkola, 1980. - 303 p.
3. Electronic document. Encyclopedia of mechanical engineering XXL. Equipment, materials science, mechanics and... <https://mash-xxl.info/page/231191139244159190092062227016070249172210128162/>
4. Processing of gear wheels: учебн. allowance/ sost. Pegashkin V. F.; Master of Education and Science of the Russian Federation: FGAOU VO "UrFU im. First President of Russia B.N. Yeltsin", Nizhnetagil. technol. in-t (phil.). - Nizhny Tagil: NTI (branch) UrFU, 2016. - 132 p.
5. Smolnikov N.Ya., Tkachenko I.G., Agapov S.I. Characterization of the use of small-scale tooth machining / Obrabotka metallov - Novosibirsk: Izd-vo NGTU, No. 4 (45) 2009. - P.12-14.
6. Mardonov B.T. Increasing the accuracy of processing straight-toothed cylindrical gears with a rolling tool. Dissertation for the competition for the degree of doctor of technical sciences by specialty 05.02.05-Technology and processes of mechanical and physical-technical processing. Machine tools and tools - Tashkent: TashGTU, 2018 - 215 p.
7. Sherov K.T., Mazdubay A.V., Sikhimbaev M.R., Isaghulov A.Z., Sherov A.K., Rakishev A.K., Musaev M.M., Sikhimbaeva D.R. The method of thermofriction cutting of metal blanks with cooling and the design of a circular saw / Patent #31934 RK na invention. 30.03.2017 Bull. No. 6.
8. Sherov K.T., Musaev M.M., Kokkoz M.M. The method of thermofriction milling and friction milling // Patent RK №32933 on the invention. Published on 07/05/2018. Bull. No. 25.
9. Sherov K.T., Musaev M.M., Rakishev A.K., Tusupova S.O. etc. Method of rotary-friction turning and design of a cup cutter // Patent №4140 RK on a useful model. 12.07.2019 Bull. No. 28.
10. Sherov K.T., Buzauova T.M., Sherov A.K., Ualiev D.Sh. and etc. Method for performing thermofriction cutting and strengthening treatment of cylindrical surfaces of workpieces by a friction disk / Patent No. KZ25649-A4. Derwent: 2019-31750G.

11. Mazdubai A.V. Research and creation of a resource-efficient way of cutting metal blanks. 6D071200 – Dissertation prepared for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in mechanical engineering. Karaganda: KSTU, 2017-184 p.

12. Ainabekova S.S. Optimization of cutting modes during thermofriction processing of hard-to-process materials based on the study of physical and mechanical properties of the surface layer. Dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in specialty 6D071200 - "Machine building". Karaganda: KarGTU, 2020 - 166 p.

13. Rakishev A.K. Scientific research and development of the rotary-friction grinding method. 6D071200 – Dissertation prepared for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in mechanical engineering. Karaganda: KMTU, 2017-172 p.

14. Musaev M.M. Research and creation of a complex approach to processing high-strength materials. 6D071200 – Dissertation prepared for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in mechanical engineering. Karaganda: KSTU, 2017-152 p.

15. Donenbaev B.S. Creation of a cost-effective technology for the preparation of large-sized mechanisms of technological equipment of the mining and metallurgy complex. 6D071200 – Dissertation prepared for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in mechanical engineering. Karaganda: KSTU, 2018 - p. 149.

Авторлар туралы мәлімет

Г. Таттимбек – техника ғылымдарының магистрі, докторант, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 010000, Жеңіс даңғылы 62, Астана, Қазақстан

К.Т. Шеров – хат-хабар авторы, техника ғылымдарының докторы, профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 010000, Жеңіс даңғылы 62, Астана, Қазақстан

С.С. Айнабекова – PhD, аға оқытушы, Қарағанды индустриалдық университеті, 101400, Республика даңғылы 30, Теміртау, Қазақстан

Е.Б. Иманбаев – PhD, Қызметтік жобаның сапа бойынша директоры, «Электровоз курастыру зауыты» ЖШС, 010000, Индустриальдық паркі, А184 көшесі, 10 құрылыс, Астана, Қазақстан

Г.М. Тусупбекова – техника ғылымдарының магистрі, докторант, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 010000, Жеңіс даңғылы 62, Астана, Қазақстан

Г. Таттимбек – магистр технических наук, докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, 010000, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

К.Т. Шеров – автор для корреспонденции доктор технических наук, профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, 010000, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

С.С. Айнабекова – PhD, Карагандинский индустриальный университет, 101400, пр. Республики, Темиртау, Казахстан.

Е.Б. Иманбаев – PhD, директор по качеству сервисного проекта, ТОО «Электровоз курастыру зауыты», 010000, Индустриальный парк, Улица А184, строение 10, Астана, Казахстан.

Г.М. Тусупбекова – магистр технических наук, докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, 010000, пр. Женис, 62, Астана, Казахстан.

G. Tattimbek – Master of Technical Sciences, doctoral student, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, 010000, 62 Zhenis Ave., Astana, Kazakhstan.

К.Т. Sherov – corresponding author, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, 010000, 62 Zhenis Ave., Astana, Kazakhstan.

S.S. Ainabekova – PhD, senior lecturer, Karaganda Industrial University, 101400, Republic Ave., Temirtau, Kazakhstan.

E.B. Imanbaev – PhD, Director for Service Project Quality, LLP "Electrovoz Kurastyru Zauyty", 010000, Industrial Park, Street A184, building 10, Astana, Kazakhstan.

G.M. Tusupbekova – Master of Technical Sciences, doctoral student, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, 010000, 62 Zhenis Ave., Astana, Kazakhstan.



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons

Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).