

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2024)

---

**ПАВЛОДАР**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**

выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/KBNH3045>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,210**

**Импакт-фактор КазБЦ – 0,406**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажибоева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Baigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Lapuerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

**Г. Таттимбек<sup>1</sup>, \*К. Т. Шеров<sup>1</sup>, Б. Т. Мардонов<sup>2</sup>,**

**Г. Б. Абдикаримова<sup>3</sup>, С. И. Мендалиева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,  
Қазақстан Республикасы, Астана қ.;

<sup>2</sup>Науайы мемлекеттік тау-кен және технологиялар университеті,  
Өзбекістан Республикасы, Науайы қ.;

<sup>3</sup>Қарағанды медициналық университеті, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

\*e-mail: [shkt1965@mail.ru](mailto:shkt1965@mail.ru)

## **ЦИЛИНДРЛІ ТІСТІ ДОҒАЛАҚТАРДЫ ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ЖӘНЕ ТОЗУ СЕБЕПТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

*Бұл мақалада цилиндрлік берілістерді, атап айтқанда, үлкен модульді доңғалақтарды өндірудің қолданыстағы технологияларын зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасының машина жасау кәсіпорындары жағдайында жүргізілді және техникалық әдебиеттерге шолу жасалып, осы бағытта орындалған ғалымдардың ғылыми еңбектеріне талдау жасалды. Тік тісті цилиндрлік доңғалақтарды дайындау технологиясын зерттеу нәтижелері тіс қуыстарын өңдеудің дәлдігі мен сапасын қамтамасыз ету мәселесінің бар екенін көрсетті. Бұл әсіресе үлкен модульді цилиндрлік берілістерді жасауда айқын байқалады. Сондай-ақ, механикалық өңдеудің технологиялық процесінің жоғары күрделілігі доңғалақтарды дайындау құнының күрт өсуіне әкелетіні анықталды. Цилиндрлік тісті доңғалақ тістерінің жұмыс беттерінің зақымдануы мен тозу түрлері зерттелді. Тісті берілістердің өнімділігіне беріліс моменттерін және берілістердің айналу сипатын анықтайтын сыртқы факторлар да, механизмнің техникалық жағдайына байланысты ішкі факторлар да әсер ететіні анықталды. Мәселенің бұл күйі үлкен модульді цилиндрлік берілістердің дәлдігін, сенімділігін және ұзақ мерзімділігін арттыру үшін ресурсты үнемдейтін өңдеу әдістерін әзірлеу қажеттілігін талап ететіндігі анықталды. Тік тісті цилиндрлік доңғалақтардың тіс биіктігі бойынша эвольвентті профильдердің радиустарының ауытқуына технологиялық факторлардың әсерін зерттеу жүргізілді.*

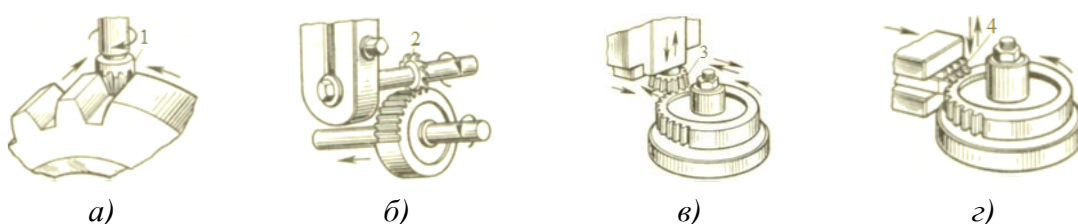
*Кілтті сөздер: Үлкен модульді доңғалақ, тісті цилиндрлік доңғалақ, дәлдік, сапа, тіс тозуы, сыну, абразивті тозу.*

### Кіріспе

Тісті доңғалақ өндірісі машина жасауды дамытуда үлкен рөл атқарады. Тісті доңғалақтар көптеген заманауи машиналар мен механизмдердің негізін құрайды (автомобильдер, ауылшаруашылық машиналары, металл кескіш білдектер, редукторлар, электр пойыздарының тартым берілістері және т. б.) [1; 2]. Көптеген жағдайларда тісті доңғалақтар машина жасау өнімдерінің техникалық параметрлерін анықтайды: салмағы, өлшемдері, сенімділігі және ұзақ мерзімділігі. Шағын модульді тісті доңғалақтар қолданылатын автомобиль, авиация және басқа салаларда жоғары өнімділікте тісті доңғалақтардың сенімділігі мен беріктігін арттырудың көптеген техникалық шешімдері бар. Алайда, үлкен модульді цилиндрлі тісті доңғалақтар өндірісінде олардың тәжірибесін қазіргі нарықтық қатынастарда тарату қиын. Үлкен модульді цилиндрлі тісті доңғалақтарды өндірудің күрделілігі жоғары. Сондай-ақ, үлкен модульді цилиндрлі берілістерді өндеудің дәстүрлі әдістері әрдайым қажетті дәлдік пен шеберлікті қамтамасыз ете бермейді. Осыған байланысты үлкен модульді цилиндрлі тісті доңғалақтардың дәлдігін, сенімділігі мен беріктігін арттыруға мүмкіндік беретін ресурстарды үнемдейтін өндеу әдістерін әзірлеу өзекті болып табылады.

### Материалдар мен әдістер

Қазақстан Республикасының машина жасау кәсіпорындары жағдайында сыртқы тістері бар доңғалақтарды өндірудің қолданыстағы технологияларын зерттеу және техникалық әдебиеттерге шолу [2; 3; 4; 5; 6] олардың негізінен әмбебап жону және арнайы білдектерде (жону) жону әдістері арқылы дайындалатынын көрсетті. Жоғарыда айтылғандай, цилиндрлі доңғалақтардың тістері көшірмелеу әдісімен немесе домалату әдісімен жонылады. 1-суретте көшірмелеу арқылы тісті доңғалақтарды дайындау әдістері көрсетілген.



*a, б* – жонғыштардың көмегімен өндеу; *в, з* – қашауыш пен тарақтың көмегімен домалату; 1 - саусақты жонғыш; 2 – дискілі жонғыш; 3 – қашауыш; 4 – тарақ

Сурет 1 – Тісті доңғалақтарды көшірмелеу арқылы дайындау

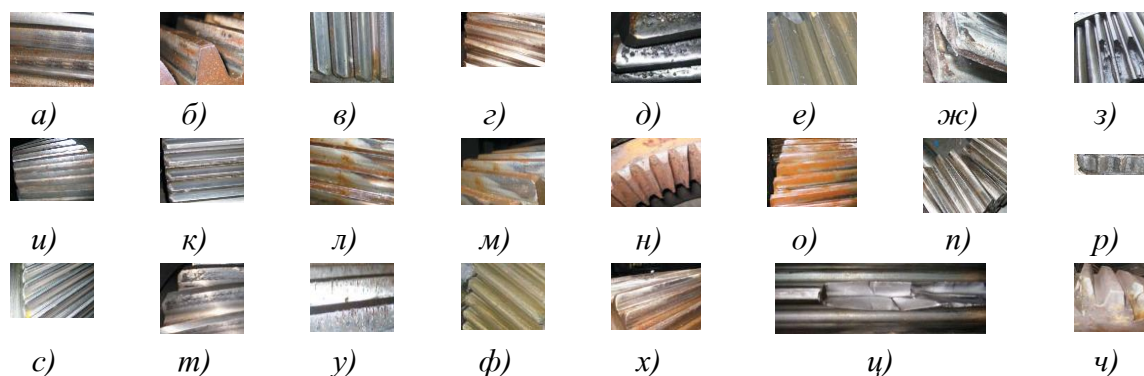
Көшірмелеу әдісін қолданған кезде тістердің арасындағы ойық арнайы пішінделген кескіш құралмен – жонғышпен, тартажонғышпен, ажарлағыш шарықпен (1-сурет, *a, б*) ойылып алынады. Көшірмелеу әдісінің негізгі кемшілігі – пішінді құралды пайдалану (қисық сызықты кескіш жиек). Оны пайдалану кезінде қателіктер жонылған дөңгелекке ауыстырылады. Тістерді көшірмелеу әдісімен жону өнімділігі төмен (жонғыштармен,

кескіштермен). Тісті доңғалақтарды домалату әдісімен жасау жиі кездеседі. Ол үшін арнайы кескіш құралы - рейка, қашауыш (1-сурет, в, г); тістері бар бұрамдық жонғыш – өндіруші (аспаптық) рейка. Оның параметрлері мен дайындамаға қатысты орналасуы тісті доналақтың геометриясын анықтайды. Арнайы білдектердегі құрал мен жонылған доңғалақ нақты іліністегідей салыстырмалы қозғалысты беріледі. Бұл дайындау әдісінің басты артықшылығы – жоғары дәлдік. Қажетті беріліс сапасын қамтамасыз ету үшін дәлдік көрсеткіштері жасалды. Сонымен, МЕСТ 1643-81  $m=1...50$  мм модульдері бар цилиндрлі тісті доналақтарға беріліс дәлдігінің 12 дәрежесін қамтамасыз ететін, шақтаманы анықтайды (дәлдіктің ең төменгі дәрежесі - он екінші). Қажетті дәлдік доңғалақтардың жылдамдығы мен жұмыс жүктемесінің деңгейімен анықталады. Жоғары жылдамдықты берілістер (доңғалақтың айналмалы жылдамдығы м/с) жоғары дәлдікпен жасалады (дәлдік дәрежесі 6; 5).

### Нәтижелер және талқылау

Зерттеу нәтижелері [7; 8; 9; 10] тісті доңғалақтардың тозу себептері мен мерзімінен бұрын істен шығуы тісті берілістердің жұмыс қабілеттілігіне айналу сәті мен тісті доңғалақтардың айналу сипатын анықтайтын сыртқы факторлар да, механизмнің техникалық жағдайына байланысты ішкі факторлар да әсер ететіндігін көрсетті. Сыртқы және ішкі факторлардың өзара әрекеттесуі тісті берілістерге әртүрлі ықтимал зақым келтіреді. Тісті берілістің беріліс қатынасын пайдалану процесіндегі тұрақтылыққа қарамастан, аталған факторлар өзгеріп, тозу мен зақымданудың басым болуына алып келеді.

2-суретте цилиндрлі тісті доңғалақтардың тіс беттерінің зақымдану және тозу түрлері көрсетілген [7; 8; 9; 10]. Қолданылатын күш жүктемесінің мәні жұмыс бетіндегі зақымданудың келесі сипатын анықтайды: номиналды жүктеме тістің пішінінің өзгеруіне әкелмейді және тіс берілісінің жұмыс бетінде айтарлықтай деформация іздерін қалдырмайды (2- суретті қараңыз, а, б).



*а* – тістердің жұмыс бетінің зақымдануы; *б* – тістердің бүйірлік бетінің зақымдануы; *в, г, д* – тістердің жұмыс бетін бояу; *е, ж* – тістердің жұмыс бетіндегі пластикалық ығысулар; *з* – тістердің омырылуы; *и, к, л, м* – тістің жұмыс бетіндегі түйісу дағы; *н, о* – тістер бетіндегі коррозия; *п, р* – қажакты тозу; *с* – тотығу тозуы;

$m$  – шекаралық үйкелістің белгісі;  $y$  – тістердің ұшындағы металдың жергілікті тілігі;  
 $\phi, x$  – жарықшақтар;  $u, v$  – тістердің жергілікті бұзылуы

Сурет 2 – Цилиндрлі тісті доңғалақтар тістерінің жұмыс беттерінің зақымдану және тозу түрлері

Ауыспалы немесе айнымалытаңба күштері, түйіспе алаңдарында материалдың төзімділік шегінен асатын кернеулердің пайда болуына әкеледі, жұмыс бетінде материалдың тозуынан туындаған шешек ойықтарын қалдырады (2-суретті қараңыз,  $b, z, d$ ). Материалдың төзімділік шегінен асып кетуі жұмыс бетінің шешек тәрізді боялуына әкеледі: бастапқы кезең (2-суретті қараңыз,  $b$ ), одан әрі даму (2-суретті қараңыз,  $z$ ), шекті күй (2-суретті қараңыз,  $d$ ). Пластикалық ығысулар (2-суретті қараңыз,  $e, ж$ ) тісті берілістің жұмыс бетінде аққыштық шегі бар түйіспелердің кернеулері асып кеткен кезде пайда болады, металдың беткі қабаты дөңес құрай отырып бөлу диаметрінен тістің ұшына ауысады.

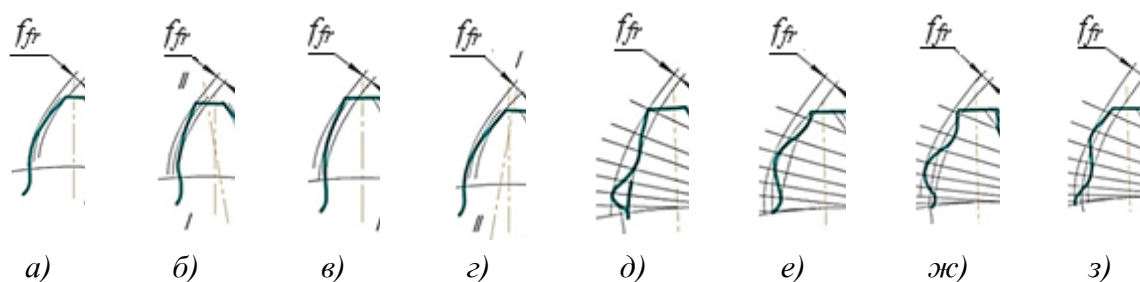
Қолданылатын күш жүктемесінің сипаты айналу жиілігінің тұрақтылығымен немесе тұрақсыздығымен, айналу бағытының өзгеруімен, динамикалық құраушының мәнімен байланысты екені белгілі. Динамикалық соққылар көбінесе тістердің омырылуына алып келеді (2-суретті қараңыз,  $z$ ). Реверсивті емес берілістерде тістің кері (жұмыс істемейтін) бетін міндетті түрде тексеру керек. Онда дайындау немесе монтаждау қателері пайда болуы мүмкін. Мысалы, тістің артқы бетіндегі кішкене бүйірлік саңылауға байланысты жанасу белгілері пайда болуы мүмкін (2-суретті қараңыз,  $u, k, l, m$ ). Абразивті бөлшектердің немесе коррозияны тудыратын заттардың болуы қажақты тозуына, тіс бетінің коррозиясына әкеледі, газ немесе сұйықтық эрозиясының пайда болуына ықпал етеді. Коррозияның негізгі себебі – майлау материалында судың болуы – тістердің бетіндегі тоттың біркелкі (2-суретті қараңыз,  $n$ ) немесе біркелкі емес қабаты (2-суретті қараңыз,  $o$ ) түрінде көрінеді.

Қажақты тозудың бастапқы көрінісі – абразивті материалдың қозғалыс бағытында жұмыс бетінде сызаттардың немесе қауіптің пайда болуы (2-суретті қараңыз,  $n, p$ ). Бұл жағдайда тістегерішті май сорғысының жұмыс дөңгелегінің беті майлау материалындағы тозу өнімдерімен зақымдалған. Қажақты тозудың дамуына абразивті бөлшектердің аккумуляторы болып табылатын илемді немесе ластанған майлауды қолдану ықпал етеді. Болашақта тозған берілістерде ілінісу саңылаулары артады, шу, діріл және динамикалық шамадан тыс жүктемелер күшейеді; тістің пішіні бұрмаланады; көлденең қиманың мөлшері мен тістің беріктігі төмендейді. Жанасатын беттердің өзара әрекеттесу сипаты жанасатын беттердегі үйкеліс түрімен анықталады. Егер минимум үйкеліс коэффициентін қамтамасыз ететін сұйық үйкеліс басым болса және жанасатын беттердің май қабатымен толық бөлінуі орын алса, онда жағдай жақсы деп бағаланады. Бұл жағдайда тотығудан тозу басым болады (2-суретті қараңыз,  $c$ ). Шекаралық үйкелістің пайда болуы тісті берілістердің жұмыс бетін жылтыратуда көрінетін екі

бөліктің жанасуына әкеледі (2-суретті қараңыз,  $m$ ). Көбінесе шекаралық үйкеліс жаңа тісті доңғалақтарды өндеудің бастапқы кезеңінде көрінеді. Жанасатын беттер арасында майлауыштың болмауы температураның жоғарылауына, тотықтардың беткі қатты қабықтарының бұзылуына және жанасатын тістер арасында адгезиялық байланыстардың пайда болуына әкеледі. Түйіспе алаңдарындағы күштер тотықтардың қатты қабықшаларын жою үшін жеткілікті болуы керек. Ауыр жүктелген жоғары жылдамдықты тісті берілістер үшін тән көрініс – тістердің ұштарындағы металдың жергілікті тілімдері (2-сурет,  $y$ ), сондай-ақ, сынулар (2-сурет,  $\phi, x$ ) және тістердің қираулары (2-сурет,  $u, v$ ).

Тісті доңғалақтар олардың геометриялық пішінінің күрделілігімен ғана емес, сонымен қатар өлшемдік параметрлердің өзара тәуелділігімен сипатталады, олар жоғары дәлдікпен орындалуы керек. Сондықтан оларды жасауда ең көп еңбекті қажет ететін және жауапты нақты операция - тістерді қалыптастыру процесі. Бұл бағытта Навоий мемлекеттік тау-кен-технологиялық университетінің машина жасау технологиясы кафедрасының ғалымдарымен бірлескен ғылыми зерттеулер жүргізілуде [3,4,5,8,10,11]. Тік тісті цилиндрлік доңғалақтардың тіс биіктігі бойынша эвольвентті профильдердің радиустарының ауытқуына технологиялық факторлардың әсерін зерттеу жүргізілді. Тіс биіктігі бойынша  $V_{pfr}$  эвольвентті радиустардың ауытқуы профиль қатесін профильдің белсенді қимасындағы экстремалды мәндердің  $V_{pfr}$  айырмашылығы ретінде анықтауға мүмкіндік береді. Тіс биіктігі бойынша эвольвентті радиустардың  $V_{pfr}$  ауытқуы профиль қатесін профильдің белсенді қимасындағы экстремалды мәндердің  $V_{pfr}$  айырмашылығы ретінде анықтауға мүмкіндік береді. Оны биіктіктегі  $V_{pfr}$  тіс профилінің дәлдігін бағалау критерийі ретінде қарастырайық. Беріліс стандарттарында беріліс профилінің дәлдігі профиль қателігінің ауытқуымен бағаланады  $f_{fr}$ .

3-ші суреттен профиль қателігінің ауытқуының бірдей тағайындауларымен тісті доңғалақ  $f_{fr}$  тісінің биіктігі бойынша эвольвентті радиустардың ұзындығының ауытқуының басқа сипаты болуы мүмкін екенін көруге болады.



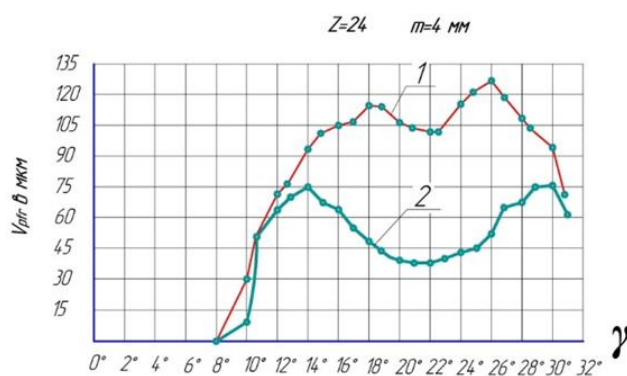
$f_{fr}$  – тіс профилінің қателік ауытқуы;  $a, б, в, г$  – тісті доңғалақ тісінің биіктігі бойынша ауытқулар өзгерістерінің сызықтық заңдылықтары бар эвольвентті ауытқуларды қалыптастыру;  $д, е, ж, з$  – доңғалақ тістерінің биіктігінің  $V_{pfr}$  өзгеруінің синусоидалы заңдылықтары бар эвольвентті ауытқуларды қалыптастыру:

$a, в, д, ж$  – симметриялық;  $б, г, е, з$  – асимметриялық.



Сурет 3 – Эвольвенттердің радиустарының ауытқуларының өсуінің сызықтық және синусоидалы өзгеру заңына сәйкес доңғалақ тістерінің профильдеріндегі ауытқулардың пайда болуы

Эксперименттік зерттеулер 1К62 бұрандалы кескіш білдегінде домалау құралымен (ұстара-ролик) тісті доңғалақтарды өңдеу  $V_{pfr}$  кезінде жүргізілді [11]. Ауытқулар  $\pm 1$  мкм дәлдікпен әмбебап жұдырықшалы  $V_{pfr}$  эвольвентті өлшегіштің көмегімен анықталды. 4-ші суретте  $m = 4$  мм дөңгелектердің тістері профильдерінің эвольвентті радиустарының ауытқуы  $z = 24$  тістер санымен, эвольвентті радиустардың  $V_{pfr}$  ауытқулары ордината осі бойымен және айналу бұрыштарымен сипатталатын график көрсетілген, тіс профилі абсцисса осі бойымен сызылады.



1 – симметриялық; 2 – асимметриялық

Сурет 4 – Доңғалақ тіс профилінің эвольвенттерінің радиустарының ауытқуын сипаттайтын график

Графиктен тісті доңғалақтарды өңдеу кезінде және домалау құралымен (ұстара-шығыршық) өңдеу кезінде тіс биіктігінің сызықты емес өзгерісі болатыны көрсетілген. Сондай-ақ, эксперименттік зерттеулер арқылы бір атаулы тісті дөңгелектер профилдерінің өзгеру сипатының ұқсастығы, олардың мәндерінің тарқалу шамасы бойынша анықталды: доңғалақ тістерінің айналу бұрышы  $V_{pfr}$  бірдей нүктелердегі ауытқулар; экстремалды мәндері бар профильді нүктелерді орналастыру бұрышы  $V_{pfr}$ .

Зерттеулер көрсеткендей, экстремалды мәндері бар профиль нүктелерінің айналу бұрыштарының  $V_{pfr}$  дисперсиялық өрісі тісті доңғалақты өңдеу кезінде  $10 \div 20$  және домалату құралымен (ұстара-ролик) өңдеу кезінде  $20 \div 30$  диапазонында болады.

### Қорытынды

1 Тік тісті цилиндрлік доңғалақтарды дайындау технологиясын зерттеу нәтижелері тіс ойықтарын өңдеудің дәлдігі мен сапасын қамтамасыз ету мәселесінің бар екенін көрсетті. Бұл әсіресе үлкен модульді цилиндрлік берілістерді жасауда байқалады.

2 Тісті берілістердің тозуының және мерзімінен бұрын істен шығуының себептерін зерттеу нәтижелері берілістердің жұмысына беріліс моменттері мен берілістердің айналу



сипатын анықтайтын сыртқы факторлар да, техникалық механизм жағдайға байланысты ішкі факторлар да әсер ететінін көрсетті.

3 Өндеудің дәлдігі мен сапасын қамтамасыз ету, өзіндік құнын төмендету және тік тісті дөңгелектердің тістерінің тозуға төзімділігін арттыру мәселесінің бұл жағдайы үлкен модульді цилиндрлік тісті дөңгелектің дәлдігін, сенімділігін және ұзақ мерзімділігін арттыруға мүмкіндік беретін ресурсты үнемдейтін өндеу әдістерін әзірлеу қажеттілігін талап етеді.

4 Тісті берілістердің дәлдігін эвольвентті радиустардың  $V_{pfr}$  ауытқулары арқылы анықтауға болатыны анықталды. Дегенмен, берілістердің қателіктерін қарастыруға және олардың дәлдігін анықтауға мұндай көзқарас МЕСТ-те көзделген дәлдік стандарттарына сәйкес берілістердің дәлдігін анықтаудың қолданыстағы әдістемесін ешбір жағдайда жоққа шығармайды.

#### ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Пегашкин, В. Ф.** Обработка зубчатых колес : учебн. пособие / 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.

2 **Калашников, С. Н., Калашников, А. С.** Изготовление зубчатых колес. – М. : Высшая школа, 1980. – 303 с.

3 **Шеров, К. Т., Бузауова, Т. М., Таттимбек, Г., Альжанова, А. Г.** Проблемы обеспечения качества изготовления зубчатых колес / Наука и техника Казахстана. – Павлодар : Изд-во «КЕРЕКУ» ПГУ им. С. Торайгырова, 2019. – № 1. – С. 33–43.

4 **Шеров, К. Т., Мардонов, Б. Т., Қуанов, И. С., Шеров, А. К., Изотова, А. С., Альжанова, А. Г.** Исследование микротвердости зубьев цилиндрических зубчатых колес после финишной обработки // Механика и технологии. – Тараз : Изд-во «Тараз университеті» ТарГУ им. М.Х. Дулати, 2019. – № 3 (65). – С. 6–12.

5 **Sherov, K., Mardonov, M., Kurmangaliyev, T., Elemes, D.E., Tusupova, S. O., Izotova, A. S., Smakova, N. S., Gabdysalik, R., Buzauova, T. M.** The research of micro-hardness of side surfaces of teeth cylindrical wheels processed by «shaver-rolling device» // Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia. – Vol. 50. – No.1. – 2020. – P. 50–56. <https://doi.org/10.7546/JTAM.50.20.01.05>

6 **Гулида, Э. Н.** Управление надежностью цилиндрических зубчатых колес. – Львов : Высшая школа, 1983. – 136 с.

7 Классификация повреждений зубчатых передач. – [Электронный ресурс]. – <https://eam.su/klassifikaciya-povrezhdenij-zubchatyx-peredach.html>

8 **Шеров, К. Т., Мардонов, Б. Т., Бузауова, Т. М., Таттимбек, Г.** Вопросы обеспечения точности обработки цилиндрических зубчатых колес // Труды международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и

производства – основа реализации Плана нации» Ч.3. – Караганда : Изд-во КарГТУ, 2019. – С. 234–236.

9 **Исаева, И. Н.** Исследование технологических методов повышения качества изготовления тяжело нагруженных зубчатых передач привода шаровых мельниц. Диссертация на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071200 – Машиностроение. – Алматы : КазНТУ, 2020. – 185 с.

10 **Шеров, К. Т., Мардонов, Б. Т., Таттимбек, Г. З., Ержанова, А. Б.** Вопросы обеспечения точности обработки крупномодульных цилиндрических зубчатых колес // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of Zarafshan region : Achievements, challenges and prospects. V.2 – Navoi: Publishing house «HUMO PRINT 2020», 2022. – С. 10–19.

11 **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.

#### REFERENCES

1 **Pegashkin, V. F.** Obrabotka zubchatykh koles : uchebn. posobiye [Machining of gears: textbook. allowance] // M-vo obrazovaniya i nauki RF : FGAOU VO «UrFU im. pervogo Prezidenta Rossii B.N. Yel'tsina», Nizhnetagil. tekhnol. in-t (fil.). – Nizhniy Tagil : NTI UrFU, 2016. – 132 p.

2 **Kalashnikov, S. N., Kalashnikov, A. C.** Izgotovleniye zubchatykh koles [Manufacturing of gears]. – Moscow : Vysshaya shkola, 1980. – 303 p.

3 **Sherov, K. T., Buzauova, T. M., Tattimbek, G., Al'zhanova, A. G.** Problemy obespecheniya kachestva izgotovleniya zubchatykh koles [Problems of ensuring the quality of manufacturing gears] // Nauka i tekhnika Kazakhstana. – Pavlodar : Izd-vo «KEREKU» PGU im. S. Toraygyrova, 2019. – № 1. – P. 33–43.

4 **Sherov, K. T., Mardonov, B. T., Kuanov, I. S., Sherov, A. K., Izotova A. S., Al'zhanova, A. G.** Issledovaniye mikrotverdosti zub'yev tsilindricheskikh zubchatykh koles posle finishnoy obrabotki [Study of microhardness of teeth of cylindrical gears after finishing] // Mekhanika i tekhnologii. – Taraz : Izd-vo «Taraz universiteti» TarGU im. M.KH. Dulati, 2019. – № 3(65) – P. 6–12.

5 **Sherov, K., Mardonov, M., Kurmangaliyev, T., Elemes, D. E., Tusupova S. O., Izotova A. S., Smakova N. S., Gabdysalik R., Buzauova T. M.** The research of microhardness of side surfaces of teeth cylindrical wheels processed by «shaver-rolling device» // Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, 2020. – Vol. 50. – No. 1 – P. 50–56. – <https://doi.org/10.7546/JTAM.50.20.01.05>

6 **Gulida, E. N.** Upravleniye nadezhnost'yu tsilindricheskikh zubchatykh koles [Reliability management of spur gears]. – L'vov : Vysshaya shkola, 1983. – 136 p.

7 Elektronnyy resurs. Klassifikatsiya povrezhdeniy zubchatykh peredach [Classification of gear damage]. – [Electronic resource]. – <https://eam.su/klassifikaciya-povrezhdenij-zubchatykh-peredach.html>

8 **Sherov, K. T., Mardonov, B. T., Buzauova, T. M., Tattimbek, G.** Voprosy obespecheniya tochnosti obrabotki tsilindricheskikh zubchatykh koles [Issues of ensuring the accuracy of processing of cylindrical gears] // Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova realizatsii Plana natsii» CH.3. – Karaganda : Izd-vo KarGTU, 2019. – P. 234–236.

9 **Isayeva, I. N.** Issledovaniye tekhnologicheskikh metodov povysheniya kachestva izgotovleniya tyazhelonagruzhennykh zubchatykh peredach privoda sharovykh mel'nits [Research of technological methods for improving the quality of manufacturing of heavily loaded gear drives of ball mills]. Dissertatsiya na soiskaniye stepeni doktora filosofii (PhD) po spetsial'nosti 6D071200 – Mashinostroyeniye. – Almaty : KazNTU, 2020. – 185 p.

10 **Sherov, K. T., Mardonov, B. T., Tattimbek, G. 3., Yerzhanova, A. B.** Voprosy obespecheniya tochnosti obrabotki krupnomodulnykh tsilindricheskikh zubchatykh koles [Issues of ensuring the accuracy of processing of large-module cylindrical gears] // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of Zarafshan region : Achievements, challenges and prospects. V. 2. – Navoi, Publishing house «HUMO PRINT 2020». – P. 10–19.

11 **Mardonov, B. T.** Povysheniye tochnosti obrabotki pryamozubykh tsilindricheskikh zubchatykh koles obkatnym instrumentom [Improving the accuracy of machining spur spur gears with rolling tools]. Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk po spetsial'nosti 05.02.05-Tekhnologii i protsessy mekhanicheskoy i fiziko-tekhnicheskoy obrabotki. Stanki i instrumenty – Tashkent : TashGTU, 2018 – 215 p.

25.01.2024 ж. баспаға түсті.

05.02.24 ж. түзетулерімен түсті.

27.02.24 ж. басып шығаруға қабылданды.

*Г. Таттимбек<sup>1</sup>, \*К. Т. Шеров<sup>1</sup>, Б. Т. Мардонов<sup>2</sup>,*

*Г. Б. Абдикаримова<sup>3</sup>, С. И. Мендалиева<sup>1</sup>*

<sup>1,2,5</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана;

<sup>2</sup>Навоийский государственный горно-технологический университет, Республика Узбекистан, г. Навои;

<sup>3</sup>Карагандинский медицинский университет, Республика Казахстан, г. Караганда

Поступило в редакцию 25.01.24

Поступило с исправлениями 05.02.24.

---

Принято в печать 27.02.2024.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИЧИНЫ ИЗНОСА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

*В данной статье приводятся результаты исследования существующих технологии изготовления цилиндрических зубчатых колес, в частности крупномодульных прямозубых цилиндрических колес. Исследования проведены в условиях машиностроительных предприятий РК и выполнено обзор технической литературы и анализ научных трудов ученых. Результаты исследования технологии изготовления прямозубых цилиндрических зубчатых колес показали, что существует проблема обеспечения точности и качества обработки впадин зубьев. Особенно это ощутимо при изготовлении крупномодульных цилиндрических зубчатых колес. Также выявлено, что высокая трудоемкость технологического процесса механической обработки приводит к повышению себестоимости изготовления прямозубых цилиндрических зубчатых колес. Было исследовано виды повреждений и износа рабочих поверхностей зубьев цилиндрических зубчатых колес. Установлено, что на работоспособность зубчатых передач влияют как внешние факторы, определяющие передаваемые крутящие моменты и характер вращения зубчатых колес, так и внутренние, зависящие от технического состояния механизма. Данное состояние проблемы диктует необходимость разработки ресурсосберегающих способов обработки позволяющие повышение точности, надежности и долговечности крупномодульных цилиндрических зубчатых колес. Выполнены исследование влияния технологических факторов на отклонения радиусов эвольвент профилей по высоте зуба прямозубых цилиндрических зубчатых колес.*

*Ключевые слова: Крупномодульное зубчатое колесо, прямозубые цилиндрическое колесо, точность, качество, износ зубьев, излом, абразивный износ.*

**G. Tattimbek<sup>1</sup>, \*K. T. Sherov<sup>1</sup>, B. T. Mardonov<sup>2</sup>,**

**G. B. Abdikarimova<sup>3</sup>, S. I. Mendaliev<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,  
Republic of Kazakhstan, Astana;

<sup>2</sup>Navoi State Mining and Technological University, Republic of Uzbekistan, Navoi;

<sup>3</sup>Karaganda Medical University, Republic of Kazakhstan, Karaganda.

Received 25.01.24.

Received in revised form 05.02.24.

Accepted for publication 27.02.24.

---

---

## RESEARCH OF MANUFACTURING TECHNOLOGY AND CAUSES OF WEAR OF CYLINDRICAL GEARS

*This article presents the results of a study of existing technologies for the manufacture of cylindrical gears, in particular large-module spur gears. The research was carried out in the conditions of mechanical engineering enterprises of the Republic of Kazakhstan and a review of technical literature and an analysis of scientific works of scientists were carried out. The results of a study of the manufacturing technology of spur gears showed that there is a problem of ensuring the accuracy and quality of processing of tooth cavities. This is especially noticeable in the manufacture of large-module cylindrical gears. It was also revealed that the high complexity of the technological process of machining leads to an increase in the cost of manufacturing spur gears. The types of damage and wear of the working surfaces of the teeth of cylindrical gears were investigated. It has been established that the performance of gears is influenced by both external factors that determine the transmitted torques and the nature of rotation of the gears, as well as internal ones, which depend on the technical condition of the mechanism. This state of the problem dictates the need to develop resource-saving processing methods to improve the accuracy, reliability and durability of large-module cylindrical gears. A study was carried out of the influence of technological factors on the deviations of the radii of involute profiles along the tooth height of spur gears.*

*Keywords: Coarse gear, spur gear, accuracy, quality, tooth wear, fracture, abrasive wear.*

Теруге 18.03.24 ж. жіберілді. Басуға 29.03.24 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Мб RAM

Шартты баспа табағы 14,79. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4203

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

e-mail: [nitk.tou.edu.kz](mailto:nitk.tou.edu.kz)

[www.stk.tou.edu.kz](http://www.stk.tou.edu.kz)