

**8D07101 – Машина жасау білім беру бағдарламасы бойынша  
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін  
Татьяна Леонидовна Лубтың  
«Өздігінен айналатын кесу жиегі бар құралмен ротациялық өңдеудің  
дәлдігін зерттеу» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына**

**АҢДАТПА**

**Зерттеудің өзектілігі.** Машина жасау саласының қазіргі даму кезеңі цифрлық және автоматтандырылған технологиялардың жедел енгізілуімен, бөлшектердің дәлдігі мен сапасына қойылатын талаптардың күшеюімен, сондай-ақ өндірістік шығындарды азайту қажеттілігімен сипатталады. Технологиялық прогрестің негізгі бағыттарының бірі – механикалық өңдеу процестерін жетілдіру болып табылады, ол әлі күнге дейін машиналық бөлшектердің жоғары дәлдіктегі беттерін алу үшін негізгі әдіс болып саналады.

Өңдеу тиімділігі көбіне кескіш құралдың күйіне тәуелді. Кесу жиегінің тез тозуы қалыптастыру дәлдігінің төмендеуіне және өнімнің өзіндік құнының өсуіне әкеледі. Осыған байланысты құралдың тозуға төзімділігін және кесу процесінің тұрақтылығын арттыру – заманауи металл өңдеу саласының маңызды міндеті.

Перспективалы бағыттардың бірі – ротациялық өңдеу, мұнда кескіш құрал немесе оның элементтері қосымша айналу қозғалысын орындайды. Бұл қозғалыс тозуды біркелкі бөлуге, жылулық жүктемелерді азайтуға және өңделген беттің дәлдігі мен сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Ерекше қызығушылық тудыратын құралдар – өздігінен айналдыратын кесу жиегі бар құралдар, онда тілімшенің айналуы үйкеліс және кесу күштері есебінен сыртқы жетексіз жүзеге асады. Мұндай шешім кесу аймағының үнемі жаңарып отыруын қамтамасыз етеді, тозудың біркелкісіздігін азайтады және өңдеу дәлдігін арттырады.

Алайда өздігінен айналатын құралдарды өнеркәсіпте қолдану шектеулі, себебі кесу процесінің заңдылықтары жеткілікті деңгейде зерттелмеген. Мұндай құралдарды кеңінен енгізу үшін олардың тұрақты жұмысын және жоғары дәлдігін қамтамасыз ететін факторларды теориялық және эксперименттік тұрғыдан зерттеу қажет.

Зерттеу мәселесі жоғары практикалық маңызға ие және Қазақстан Республикасының 2024–2028 жылдарға арналған машина жасау саласын дамыту жөніндегі кешенді жоспарының, 2025–2029 жылдарға арналған индустриялық-инновациялық даму мемлекеттік бағдарламасының (ИИДМБ-3), сондай-ақ «Қазақстан-2050» стратегиясының басым бағыттарына сәйкес келеді.

Осылайша, өзіндігінен айналатын кесу жиегі бар құралмен ротациялық өңдеудің дәлдігін зерттеу – механикалық өңдеу процестерінің тиімділігін, сапасын және тұрақтылығын арттыруға бағытталған өзекті ғылыми міндет.

**Зерттеу объектісі** – өзіндігінен айналатын кесу жиегі бар құралдың ротациялық өңдеу процесі.

**Зерттеу пәні** – құралдың конструктивтік және технологиялық параметрлерінің ротациялық өңдеу дәлдігіне және өңделген беттің сапасына әсер ету заңдылықтары.

**Жұмыстың мақсаты** – өздігінен айналатын кесу жиегінің ротациялық өңдеу дәлдігіне әсерін зерттеу және жоғары дәлдік пен сапаны қамтамасыз ететін конструктивтік параметрлер мен кесу режимдерін оңтайландыру жөнінде ұсынымдар әзірлеу.

#### **Зерттеу міндеттері:**

- токарлық және ротациялық өңдеудің қолданыстағы әдістерін талдау және олардың дәлдік пен бет сапасына әсер ету заңдылықтарын анықтау;
- өздігінен айналатын кесу жиегі және жоңқаопырғышы бар жаңа ұшы жоқ ротациялық жонғы кескіштің құрылымын әзірлеу және негізгі геометриялық параметрлерін негіздеу;
- ротациялық өңдеудің дәлдігін геометриялық, кинематикалық, күштік және жылулық факторларды ескере отырып бағалау әдістемесін әзірлеу;
- кесу процесін соңғы элементтер әдісі (САЕ) арқылы компьютерлік модельдеу және параметрлердің өңдеу дәлдігі мен өздігінен айналуының тұрақтылығына әсерін анықтау;
- кесу режимдері мен құрал конструкциясының өңдеу дәлдігіне, бет сапасына және құралдың тозу тұрақтылығына әсерін эксперименттік зерттеу;
- дәстүрлі токарь құралмен салыстыру арқылы жаңа ротациялық кескішті қолданудың техникалық-экономикалық тиімділігін бағалау;
- құралдың конструктивтік параметрлері мен кесу режимдерін таңдауға арналған практикалық ұсынымдар әзірлеу.

#### **Ғылыми жаңалығы:**

- алғаш рет құралдың геометриялық параметрлері мен кесу режимдерін ескере отырып, кинематикалық, күштік және жылулық сипаттамаларды модельдеуге негізделген, кесу жиегінің өздігінен айналуын қамтитын ротациялық өңдеу дәлдігін бағалау әдістемесі әзірленді. Бұл әдістеме бет кедір-бұдырлығын, форманы қалыптастыру дәлдігін және процестің тұрақтылығын болжауға мүмкіндік береді;
- алғаш рет Монте-Карло әдісімен тозуды модельдеу және ротациялық кесу процесі САЕ арқылы үшөлшемді компьютерлік модельдеу негізінде зерттелді. Модельдеу мойынтіректер жинағымен айналмалы тізбекті қолдану  $\sigma_{\max}$  максималды кернеулерін 9-12 есе төмендететінін көрсетті;
- берілістің,  $\lambda$  бұрышының және кесу жылдамдығының әсеріне эксперименттік зерттеулер жүргізілді.  $s = 0,1-0,2$  мм/айн және  $\lambda = 45^\circ$  кезінде бетінің кедір-бұдырлығы  $Ra$  1,25...1,6 мкм шегінде, дәлдігі IT6–IT8 деңгейінде қамтамасыз етілетіні және құралдың тозуға төзімділігінің дәстүрлі токарь кескіштерімен салыстырғанда 8–12 есеге артатыны анықталды;
- ротациялық өңдеу режимдерін таңдауға арналған ұсынымдар әзірленді, олардың қолданылуы форманы қалыптастыру қателіктерін 40 %-ға

дейін төмендетуге және белсенді салқындатуды қолданбай-ақ кесу жиегінің тозуын неғұрлым біркелкі етуге мүмкіндік береді.

Ұшсыз өздігінен айналатын кесу тілімшесі және біріктірілген жоңқаопырғыш бар ротациялық жонғы кескіштің тұрақты тілімшенің айналуын және кесу жиегінің біркелкі тозуын қамтамасыз ететін конструктивтік шешімдері ұсынылып, жүзеге асырылды. Зерттеудің техникалық шешімдерінің жаңалығы 10.02.2023 ж. берілген ҚР №36087 өнертабыс патентімен расталады.

#### **Ғылыми нәтижелердің дәлелділігі:**

- кесу теориясы мен машина жасау технологиясының негізгі қағидаларына, деформацияланатын қатты дене механикасына, серпімділік және пластикалық теориясына, сондай-ақ «білдек–құрал–дайындама» жүйесінің жұмыс істеуі туралы қазіргі ғылыми түсініктерге негізделеді;

- кесу процесін сандық компьютерлік модельдеу және өңдеу дәлдігі параметрлерін сандық бағалау үшін САЕ-жүйелерінде соңғы элементтер әдісін қолдану;

- кесу режимдері мен «білдек–құрал–дайындама» жүйесінің күйін бақылай отырып, көпфакторлы эксперименттер жүргізу, бұл алынған нәтижелердің қайталанғыштығын және сенімділігін растайды;

- эксперименттік нәтижелерді әзірленген теориялық модельдермен және есептеулермен салыстыру, олардың өлшеу қателіктері шегінде қанағаттанарлық сәйкестігін көрсетеді;

- алынған деректерді осы саладағы бұрын жарияланған зерттеулердің нәтижелерімен салыстыру арқылы верификациялау.

**Практикалық маңызы және жұмыстың нәтижелерін іске асыру** алынған нәтижелерді өндіріске енгізу мүмкіндігінде, бұл бөлшектердің дәлдігін арттыруға, өңделген бет сапасын жақсартуға, кесу құралының қызмет ету мерзімін 2 есеге арттыру есебінен құрал шығындарын азайтуға және технологиялық процестің тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

**Зерттеу нәтижелері** Мәскеу мемлекеттік техникалық университетінің (Н.Э. Бауман атындағы), «Торайғыров университеті» КЕАҚ оқу процесіне енгізілген, сондай-ақ Павлодар облысы машина жасаушыларының «ОЮЛ» қауымдастығы тарапынан қолданылуда.

#### **Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер:**

- ұшы жоқ ротациялық кескіштің жоңқаопырғышпен орындалған конструктивтік шешімдері, олар жүктеменің төбе нүктесінде шоғырлануын жоюға, кесу жиегінің қозғалысын тұрақтандыруға және біркелкі термиялық тозуды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді;

- соңғы элементтер әдісімен (САЕ) модельдеу нәтижелері, олар құралдың кескіш жиегі бойынша кернеудің төмендеуін растайды, тозудың таралуын сандық түрде болжауға мүмкіндік береді, сондай-ақ әртүрлі кесу режимдерінде өздігінен айнаудың тұрақтылығына әсерін бағалау үшін технологиялық параметрлердің ықпалын талдауды қамтамасыз етеді.

- кесу режимдерінің және құралдың конструктивтік параметрлерінің өңделетін бет дәлдігі мен кедір-бұдырлығына әсеріне қатысты эксперименттік зерттеу нәтижелері.

**Жұмыстың апробациясы.** Диссертациялық жұмысының негізгі ережелері Scopus мәліметтер базасына кіретін «Russian Engineering Research» журналының №42 (Suppl 1), S.70–73 (2022) санында жарияланған «Analysis of Rotary Cutter Structure» атты мақалада ұсынылған (Mechanical Engineering, процентиль 34). Сонымен қатар, ҚР ҚҒБСБК ҒЖБМ ұсынған 3 мақалада, 1 өнертабыстық патентте, 1 ұжымдық монографияда, 2 оқу құралында, Scopus базасына кіретін конференциядағы (процентиль 16) 1 тезисте, сондай-ақ отандық және шетелдік ғылыми-тәжірибелік конференциялардың 7 тезисінде жарияланған.

**Диссертациялық жұмыс келесі шеңберде орындалды:**

- 2021–2023 жылдарға арналған жас ғалымдардың фундаменталды және қолданбалы ғылыми зерттеулерін гранттық қаржыландыру шеңберінде АР09058231 «Ресурс пен энергия үнемдейтін металл кескіш құралдарды зерттеу және жобалау» ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобасы;

- 2023–2025 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобаны гранттық қаржыландыру шеңберінде АР19678887 «Ресурстық және энергия үнемдейтін металл кескіш құралдардың триботехникалық сипаттамаларын зерттеу»;

- 2024–2026 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық бағдарламаларды мақсатты қаржыландыру шеңберінде ИРН BR24993003 «ҚР өңдеу салаларын құрал-жабдықпен қамтамасыз ету шаралары кешенін әзірлеу».

Диссертация толық көлемде «Торайғыров университеті» КеАҚ Инженерлік факультетінің ғылыми-техникалық кеңесінде баяндалып, мақұлданды.

**Публикациялар.** Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері әртүрлі халықаралық конференцияларда баяндалып, талқыланды және 8 ғылыми жұмыста жарияланды:

Ғылым және жоғары білім саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда 3 мақала:

1) Т.Л. Луб, Ж.К. Мусина, И.А. Шумейко, С.И. Деревягин, А.А. Ткачук Математическое моделирование процесса износа при ротационной обработке инструментом с самовращающейся кромкой / «Қазақстан ғылымы мен техникасы», №1, 2025. – Б.128–142; (орысша)

2) Т.Л. Луб, А.Ж. Касенов, Ж.К. Мусина, А.С. Янюшкин, Л.Р. Мусина Обоснование геометрических параметров режущей пластины ротационного безвершинного поворотного токарного резца / «Қазақстан ғылымы мен техникасы», №2, 2024. – Б. 106–111; (орысша)

3) T.L. Lub, Zh. Kassenov, Zh. K. Mussina, A. S. Yanushkin, R. B. Kussainov The effect of the design of a rotary peakless turning tool with chipbreaker on the surface roughness / Science and Technology of Kazakhstan, No. 1, 2024. – PP. 39-49. (ағылшын)

Scopus мәліметтер базасында индекстелетін, импакт-факторы нөлден жоғары халықаралық рецензияланған журналдарда 2 мақала:

1) T.L. Lub, A. Zh. Kassenov , Zh. K. Mussina, A. S. Yanyushkin, K. K. Abishev Peakless Rotary Cutter Design for Finish Turning // Conference paper, Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME) №42, Journal's ISSN: printed: 1068-798X, electronic: 1934-8088, Russian Federation, 2023. - PP. 915-924. Scopus percentile: 38 (ағылшын)

2) T.L. Lub, A. Zh. Kassenov , Zh. K. Mussina, G. T. Itybaeva, A. S. Yanyushkin Analysis of Rotary Cutter Structure// Conference paper, Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME), Journal ISSN: printed: 2195-4356, Electronic: 2195-4364, Germany, 2022. - PP.70-73. Scopus percentile: 16 (ағылшын)

Отандық және халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциялар:

1) Т.Л. Луб, С.В. Грубый Геометрические параметры и составляющие силы для пластины режущей круглой формы // Бүкілресейлік ғылыми-техникалық конференциясы, 4–8 сәуір 2022, – Б.1–2, Мәскеу : Н. Э. Бауман атындағы Мәскеу Мемлекеттік Техникалық Университеті. – М.: «КванторФорм», 2022. URL: <https://studvesna.ru/go=articles&id=3330> (орысша)

2) А.С. Янюшкин, Т.Л. Луб А.Ж. Касенов Инновационные технологии в машиностроении : сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции // XIII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары, Томск: Томск политехникалық университеті баспасы, 2022. – Б.17–19, URL: <https://earchive.tpu.ru/handle/11683/72725> (орысша)

3) Т.Л. Луб, А.Ж. Касенов, Д.С. Жолжаксинов Обзор методов мониторинга и прогнозирования износа самовращающихся резцов в условиях интеллектуальной обработки // Халықаралық конференция, Тәжікстан Республикасы, Душанбе, «Мир науки» Ғылыми-баспа орталығы, 2025, Б. 17–22; URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82329037&pff=1> (орысша)

4) Т.Л. Луб, Д.А. Исакова, А.Ж. Таскарина SWOT-анализ конструкции ротационного безвершинного поворотного резца со стружколомом // «Ғылым мен білімде жаңа тәсілдер», «Мир науки» Ғылыми-баспа орталығы, Қазақстан, 2024, – Б.10–19.

URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=80319790&pff=1> (орысша)

1 ҚР өнертабыс патенті: №36087, 10.02.2023 ж. Ротационный безвершинный поворотный токарный резец со стружколомом // Өтініш тіркеу нөмірі: 2021/0494.1 / А.Ж. Касенов, Ж.К. Мусина, Г.Т. Итыбаева, К.К. Абишев, Д.А. Исакова, А.С. Янюшкин. (орысша)

**Диссертацияның құрылымы мен көлемі.** Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 5 тараудан және қорытындылардан, қорытынды бөлімнен, 192 атаудан тұратын пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады. Ол мәтіннің 198 бетінде (қосымшаларды есептемегенде) баяндалған, 96 суретті, 35 кестені және 23 қосымшаны қамтиды.