

6D071200 – «Машинажасау» мамандығы бойынша PhD философия докторы дәрежесін алу үшін дайындалған диссертацияға
АҢДАТПА

Тусупова Саягуль Ораловна

**Термофрикциялық кесуші құралдардың тозуға төзімділігін,
қатаңдығын және беріктігін қамтамасыз ету тәсілін зерттеу және жарату**

Ғылыми зерттеудің өзектілігі. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында машина жасау саласын одан әрі өрбіту және өркендету бойынша елеулі жұмыстар жүзеге асырылуда, солардың бірі Машина жасауды дамыту жөніндегі 2019-2024 жылдарға арналған жол картасының (кешенді жоспар) бекітілуі.

Жол картасының негізгі мақсаты отандық машина жасау кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттыру, жаңа технологияларды енгізу және саланың экспорттық әлеуетін арттыру болып табылады.

Машина жасау өндірісінің тиімділігі көптеген факторларға байланысты, олардың арасында металлкескіш құралдар маңызды орын алады. Құралдың істен шығуы көбінесе (75% дейін) кесу жиектерінің тозуына байланысты болады. Бұл әсіресе барлық өндірістерде кеңінен қолданылатын, қиынөңделетін материалдарды өңдеу кезінде байқалады, өйткені бұл материалдар үшін дайындаманы өңдеудің еңбек сыйымдылығы құралдың қызмет ету мерзіміне сәйкес келеді.

Жаһандық даму жағдайында бұл мәселелердің шешу жолы ол, өндірістің жоғары сапасын, өнімділігін, ресурс үнемділігін, қол жетімділігін және т.б. сияқты талаптарын қанағаттандыратын металлкескіш құралдың конструкциясын жасау және механикалық өңдеу тәсілін әзірлеу болып табылады.

Механикалық өңдеудің осындай әдістерінің бірі – Қарағанды техникалық университетінің (ҚарТУ) «Технологиялық жабдықтар, машина жасау және стандарттау» (ТЖМЖС) кафедрасында әзірленген импульсті салқындатуға ие термофрикциялық өңдеу әдістері.

Кесу механизмінің мәні, кесуші құралмен өңделуші материал арасындағы сыртқы үйкелісті ішкі үйкеліске айналдыруға мүмкіндік беретін, дайындамадағы деформациялық және жылулық өрістерінің оқшаулануына негізделген болады. Бұл жағдайда үйкеліс кесілуші материал қабаттарының арасында жүзеге асады. Бұл технология металл дайындамаларды кесу үрдісін, айналу жиілігі $n=2000-3500$ айн/мин болатын айналдырық торабына ие болған, қарапайым әмбебап білдектерде, орындауға мүмкіндік береді. Сонымен қоса, өңделген беттің сапасын қамтамасыз етіп, өңдеудің өзіндік құнын айтарлықтай төмендетеді. Дәстүрлі және ұсынылатын ТФӨ арасындағы негізгі айырмашылық бұл қажетті айналымдар санының айтарлықтай кемуі және соның негізінде жұмсалатын электрэнергиясының мөлшерін елеулі үнемдеуге мүмкіндік беруі.

Дегенмен, кесу жылдамдығының төмендеуіне қарамастан, термофрикциялық кесуші құралдардың тозуына, қатаңдығына және беріктігіне байланысты жағдай орын алуда және бұл жағдай өңдеу сапасына кері әсерін тигізіп отыр.

Сондықтанда термофрикциялық кесуші құралдардың тозуын, қатаңдығын және беріктігін арттыруға бағытталған диссертациялық жұмыс **өзекті болып табылады.**

Жұмыстың мақсаты термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігін, қатаңдығы мен беріктігін арттыру.

Зерттеу міндеттері:

- термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігі, қатаңдығы мен беріктігі мәселелерін күйін зерттеу және талдау;

- термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігін, қатаңдығы мен беріктігін арттырудың қолданыстағы әдістері мен тәсілдерін зерттеу;

- қолданыстағы тозуға төзімді балқымалау әдістері мен материалдарын зерттеу;

- әртүрлі материалдардан даярланған термофрикциялық құралдарды балқымалау процесін тәжірибелік зерттеу, сондай-ақ, балқымаланған қабаттардың сапасын құрылымдық және металлографиялық зерттеу;

- термофрикциялық құралдардың материалына тәуелді түрде балқыма сапасын қамтамасыз етуде балқымалау режимдері, балқыма материалы, балқымаланған қабаттардың саны және олардың қалыңдықтарының арасындағы өзара байланыс заңдылықтарын айқындау;

- балқымаланған термофрикциялық құралдарды сынақтан өткізу бойынша тәжірибелік зерттеу;

- балқымаланған термофрикциялық құралдармен өңдеу кезінде олардың жылулық жағдайын, қатаңдығы мен беріктігін Explicit-Dynamic (ANSYS) бағдарламасының көмегімен моделдеу әдістемесін жарату;

- өндіріске ұсыныстар жарату және нәтижелерді енгізу.

Зерттеу объектісі. Термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігін, қатаңдығы мен беріктігін арттыру әдістері мен тәсілдері.

Зерттеу пәні. Термофрикциялық құралдардың кесуші жүзін балқымалау үрдісінің заңдылықтары.

Зерттеу әдістемесі. Жұмыста қойылған міндеттер тәжірибелік және теориялық әдістермен шешілді. Теориялық зерттеулерде металл кесуші құралдарды жобалау, тозған беттерді балқыламалау технологиялары, материалдарды кесу теориясы, машина жасау технологиялары, металл технологиялары, материалтану негіздері ғылымдары қолданылды. Эксперименттік зерттеулер ҚарТУ ТЖМ және С кафедрасының ғылыми зертханалық базасы жағдайында орындалды. Балқыту үрдісі ҚарТУ-дың Қазақстандық дәнекерлеу институты зертханасының базасында жүргізілді.

Балқытылған қабаттардың қаттылығын өлшеу және құрылымдық сапасын металлографиялық зерттеу ҚарТУ-дың "Минералдық шикізат ресурстарын кешенді игеру" инженерлік бейінді сынау зертханасының жабдықтарын пайдалану арқылы жүргізілді. Балқымаланған

термофрикциялық құралдарды бұзбай бақылау «Бұзбай бақылау бойынша аттестаттау орталығы» ЖМ (Қарағанды қ.), «Тәуелсіз бұзбай бақылау және диагностика» сынау зертханасы жағдайында орындалды.

Эксперименттерді жоспарлау және нәтижелерді өңдеу белгілі әдістемелер көмегімен жүргізілді. Балқымалы термофрикциялық құралдармен өңдеу кезіндегі жылулық процестері мен жылудың тарқалуын зерттеу Explicit-Dynamic ANSYS бағдарламасы және DEFORM-3D бағдарламасында соңғы элементтер көмегімен моделдеу арқылы орындалды.

Ғылыми жаңалықтар төмендегідей:

- термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігін, қатаңдығы мен беріктігін арттыру әдісі жаратылды және ғылыми негізделді, оған қоса алғанда:

- балқымаланатын материалдардың маркасы, балқымалау әдісі және балқымалаудың оңтайлы режимдері анықталды;

- әрқайсы термофрикциялық құралдар үшін балқымаланатын қабаттардың оңтайлы саны мен қалыңдығы айқындалды;

- термофрикциялық құралдардың материалына тәуелді түрде балқыма сапасын қамтамасыз етуде балқымалау режимдері, балқыма материалы, балқымаланған қабаттардың саны және олардың қалыңдықтарының арасындағы өзара байланыс заңдылықтары айқындалды;

- алғашқы рет термофрикциялық құралдың материалына байланысты балқымаланатын қабат қалыңдығын анықтау үшін математикалық үлгі ұсынылды;

- алғашқы рет орындалды:

- балқымаланған термофрикциялық құралдардың жылулық күйін, қатаңдығын және беріктігін Explicit-Dynamic (ANSYS) бағдарламасының көмегімен моделдеу;

- термофрикциялық құралдың беріктігін аналитикалық есептеу.

Қорғауға жарияланатын негізгі ережелер:

- термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігін, қатаңдығын және беріктігін арттырудың балқымалау әдісі;

- әртүрлі материалдардан жасалған термофрикциялық құралдарды балқымалау процесін тәжірибелік зерттеу, сондай-ақ, балқымаланған қабаттардың сапасын құрылымдық және металлографиялық зерттеу нәтижелері;

- термофрикциялық құралдардың материалына тәуелді түрде балқыма сапасын қамтамасыз етуде балқымалау режимдері, балқыма материалы, балқымаланған қабаттардың саны және олардың қалыңдықтарының арасындағы өзара байланыс заңдылықтары;

- термофрикциялық құралдың материалына байланысты балқымаланатын қабат қалыңдығын анықтау үшін математикалық үлгі;

- балқымаланған термофрикциялық құралдармен өңдеу кезінде олардың жылулық күйін, қатаңдығын және беріктігін Explicit-Dynamic (ANSYS) бағдарламасының көмегімен моделдеу әдістемесі.

Практикалық құндылығы және зерттеу нәтижелерін пайдалану:

- тозуға төзімді балқымалармен қапталған термофрикциялық құралдардың, яғни ротациялық-фрикциялық кескіш, үйкеліс фрезасы, дискілі ара және конустық үйкеліс фрезаларының құрылымдары жаратылды;

- STOODY M7-G, STOODY 102-G және OK TUBRODUR 58 O/G M материалдарымен балқымаланған термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігі, қатаңдығы мен беріктігі дәстүрлі термофрикциялық құралдармен салыстырғанда $1,5 \div 2$ есе артатынын көрсетті;

- тозуға төзімді балқымалармен қапталған термофрикциялық құралдармен өңдеу кезінде жылулық күйін, қатаңдығын және беріктігін анықтаудың әдістемелері жаратылды;

- әр түрлі материалдардан жасалған термофрикциялық құралдарды балқымалау бойынша өндіріске енгізу үшін ұсыныстар дайындалды.

Диссертациялық жұмыс ҚР Машина жасауды дамыту жөніндегі 2019-2024 жылдарға арналған жол картасын (кешенді жоспар) жүзеге асыру аясында орындалды. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері «MEGA GROUPKZ» ЖШС өндірісіне, сондай-ақ машинажасау мамандығы бойынша бакалаврларды, магистрларды дайындауда Торайғыров университетінің оқу үрдісіне енгізілді.

Жұмыстың апробациясы.

Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері баяндалды және талқыланды:

- халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы Сағынов оқулары (Қарағанды қ., 2018-2020жж.);

- жас ғалымдардың халықаралық ғылыми-техникалық конференциясы «Өнеркәсіптегі жаңа материалдар, жабдықтар және технологиялар» (Могилев қ., Белорус, 2018ж.);

- халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы «Машинажасау және құю өндірістеріндегі заманауи технологиялар» (Чебоксары қ., Ресей, 2018ж.);

- «Технологиялық жабдықтар, машинажасау және стандарттау» кафедрасының ғылыми семинарларында (2017-2020жж.);

- ҚарТУ-дың 6D071200 «Машинажасау», 6D071300 «Көлік, көлік техникасы және технологиясы» мамандықтары бойынша докторлық диссертацияларды қорғау бойынша Диссертациялық Кеңестің ғылыми семинарларында (2018-2020жж.) (Қосымша Д);

- Ю.А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университетінің «Машина жасау технологиясы» кафедрасының және оның филиалы Энгельс технологиялық институтының «Материалдарды өңдеу жабдықтары мен технологиялары» кафедрасының ғылыми семинарларында (Энгельс қ., Ресей, 2018ж.);

- Науайы мемлекеттік тау-кен институтының Энерго-механикалық факультетінің кеңейтілген ғылыми-техникалық семинарында (Науайы қ., Өзбекістан, 2019ж.);

- Самарқан мемлекеттік сәулет-құрылыс институтының «Құрылыс материалдарын, бұйымдарын және конструкцияларын өндіру» кафедрасының ғылыми семинарында (Самарқан қ., Өзбекістан, 2019ж.);

- «ИНТЕХКОМ» ЖШҰ-ның техникалық кеңесінде (Саратов қ., Ресей, 2018ж.).

Автордың жеке үлесі осы мәселе бойынша ғылыми техникалық және патенттік әдебиеттерді талдау, термофрикциялық кесуші құралдардың тозуға төзімділігін, қатаңдығы мен беріктігін арттыру әдістерін зерттеудің міндеттерін қою және жарату, арнайы құрылымға ие балқымаланған термофрикциялық құралдардың құрылымын жобалау және даярлау, эксперименттік зерттеулерді ұйымдастыру және орындау, ғылыми-зерттеу жұмыстарынан алынған нәтижелерді отандық және шетелдік жоғары оқу орындарының туыстас кафедраларының ғылыми семинарларында, сондай-ақ отандық және халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда апробациялау болып табылады.

Басылымдар жайлы ақпарат. Диссертациялық жұмыстың негізгі ережелері мен нәтижелері 17 басылымда жарияланды, оның ішінде 3 - SCOPUS баспалар тізімі журналында, 5 – ҚР БҒМ БҒСБК-де ұсынылған басылымдарда, 1 – шетелдік ғылыми басылымдарында, 5 – халықаралық конференциялар материалдарында, соның ішінде 2 - шетелдік халықаралық конференцияларда, 2 – өнертабысқа және пайдалы моделге ҚР патенттері, 1 – зияткерлік меншік объектісіне авторлық құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы куәлік.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмысты орындау барысында, термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігі, беріктігі және қаттылығына қатысты мәселенің жай-күйін зерттеу және талдау нәтижесінде, олардың кесу жылдамдығының төмендеуіне қарамастан жиі тозуға ұшырайтындығы анықталды. Ал ол болса өндеудің сапалық көрсеткіштеріне кері әсерін тигізеді. Осы мәселені шешу мақсатында орындалған ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижесінде келесілерге қол жеткізілді:

1. Термофрикциялық құралдардың тозуға төзімділігін, беріктігін және қаттылығын арттыру әдісі жаратылды және ол келесілерді қамтиды:

- жоғары қаттылыққа, тозуға және температуралық төзімділікке ие болған STOODY M7-G, STOODY 102-G және OK TUBRODUR 58 O/G M балқымалау материалдары іріктеп таңдалды;

- термофрикциялық құралдардың кесуші бөлігін балқымалау кезінде екі қабатты балқыма жеткілікті екені анықталды. Сонымен қатар, бірінші және екінші қабаттардың қалыңдығы сәйкесінше 4 және 2 мм болуы керек;

- ротациялық-фрикциялық кескіш, термофрикциялық фрезалап жонуға арналған үйкеліс фрезасы, дискілі ара және конустық үйкеліс фрезасы секілді тозуғатөзімді балқымалармен қапталған термофрикциялық құралдардың құрылымдары жаратылды;

- STOODY M7-G, STOODY 102-G және OK TUBRODUR 58 O/G M материалдарымен балқымаланған термофрикциялық құралдарды тәжірибелік сынақтан өткізу нәтижелері олардың тозуғатөзімділігі, қатаңдығы және беріктігі қолданыстағы термофрикциялық құралдармен салыстырғанда 1,5÷2 есе артатындығын көрсетті.

2. Балқымалау режимдеріне байланысты балқымаланатын қабат қалыңдығын анықтау үшін математикалық үлгі жаратылды:

$$y = 13,867 - 0,0385 \cdot z_1 - 0,01612 \cdot z_2 - 0,1934 \cdot z_3 + 0,00144 \cdot z_1 \cdot z_3$$

3. ПК Explicit -Dynamic (ANSYS) компьютерлік бағдарламасын қолдану арқылы балқымаланған термофрикциялық құралдардың жылулық күйін, қатаңдығын және беріктігін үлгілеу әдістемесі жаратылды, сондай-ақ, термофрикциялық құралдың беріктігін аналитикалық есептеу орындалды.

4. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері «MEGA GROUPOKZ» ЖШС өндірісіне енгізілді және соның нәтижесінде кесуші құралдың материалының бағасын төмендету және токарлық операциясының қайтаөтулері санын қысқарту негізінде, сыртқы цилиндрлік беттерді өңдеу өзіндік құнын 2-3 есе азайтуға қол жеткізілді. Күтілетін экономикалық тиімділік жылына 1,6 млн. тенгені құрайды.