

6D071200 – «Машинажасау» мамандығы бойынша философия докторы
(PhD) дәрежесін алу үшін диссертациясына
АНДАТПАСЫ

Айнабекова С.С.

**Беттік қабаттың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу негізінде
қиын өңделетін материалдарды термофрикциялық өңдеу кезінде кесу
режимдерін оңтайландыру**

Сұрақ қою және зерттеудің өзектілігі. Машина жасау өнімдерінің сапасын жақсарту үшін машина бұйымдарының жоғары сапалы бетін алу мәселесі болып табылады, оның құрамдас бөлігі кесу кезінде дайындамалардың өңделген бөлігінің кедір-бұдырлығы болып табылады. Өнім жазықтықтарының сапасы анықталады: олардың геометриясы, жүктемені алып тастағаннан кейін қалған кернеулер, құрылымы және қызмет сипаттамалары. Бетінің тереңдігі мен сапасы негізгі материалға, өңдеу түріне, құралдың геометриясына, өңдеу режимдеріне және майлау-салқындату сұйықтығының қасиеттеріне байланысты. Аспап тістерінің тез тозуына және ластануына әкелетін жоғары қаттылық пен тұтқырлығы бар материалдарды кесу әсіресе қиынға түседі. Мұндай материалдарға вольфрам, никель, молибден негізіндегі материалдар, легіріленген болаттар, титан қорытпалары, сондай-ақ төмен көміртекті болаттар жатады.

Осындай материалдарды өңдеу мәселесін шешу үшін Қарағанды техникалық университетінің «Технологиялық жабдық, машинажасау және стандарттау» кафедрасында импульсті салқындатумен термофрикциялық кесіндінің (ТФК) перспективті тәсілі әзірленді, ол аз жылдамдықта іске асырылады және ресурс үнемдеуші болып табылады. Бұл әдісті іске асыру шығындарды азайтуға мүмкіндік береді: электр энергиясына (7-10 кВт-тан аспайды), құралға (кесу дискісі 45, 50 болат маркасынан жасылады және т.б.) және өз кезегінде мұндай материалдарды өңдеудің жалғыз мүмкін шешімі болуы мүмкін. Алайда, жүргізілген зерттеулер өңделген материалдың физика-механикалық қасиеттері кесу режимдерін және құралдың геометриясын таңдауға және тағайындауға екі жақты әсер ететіндігін көрсетті.

Кесу аймағының кернеулі-деформацияланған күйімен термофрикциялық өңдеу кезінде бөлшектің беткі қабатын қалыптастыру, өңделетін материалдың физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу арқылы термофрикциялық өңдеу кезінде кесу режимдерін оңтайландыру, оның ішінде кесу режимдерінің әсерін, құралдың геометриясын, "қыздыру-салқындату" циклдерінің жиілік санын, өңделген беттің "диск-дайындама" түйіспесінен дайындамаға терең температураның таралуын зерттеу **өзекті болып табылады.**

Жұмыстың мақсаты беттік қабаттың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу негізінде кесу режимдерін оңтайландыру арқылы термофрикциялық өңдеудің тиімділігін арттыру.

Зерттеу нысаны: импульсті салқындату арқылы қиын өңделетін материалдардың термофрикциялық кесу әдісі.

Зерттеу пәні: әр түрлі кесу режимдерінде және құралдың геометриясында импульсті салқындататын термофрикциялық кесіндідегі беттік қабаттың күйі және жылу процестері.

Зерттеу міндеттері:

1. Мәселенің күйін зерттеу және беттік қабаттының сапасын анықтайтын факторларды талдау.

2 «Аспап-дайындама» байланыс аймағындағы беттік қабаттың физика-механикалық қасиеттерін және жылу құбылыстарын зерттеу.

3. Кесу механизмін зерттеу және нақтылау және ИС дан ТФК процесін белгілеу уақыты. Компьютерлік модельдеу есебінен кесіндіге қиын өңделетін материалдар мен материалдарды кесуге арналған құралдың оңтайлы кесу режимдерін және геометриясын айқындау.

4. ИС дан ТФК кезінде беттік қабаттың жай-күйін (кернеудің сейілу, беріктену арақашықтығы) зерттеу.

5. Әр түрлі материалдардың ИС дан ТФК кесу режимдерінің және дөңгелек араның геометриясының сапа көрсеткіштеріне әсерін эксперименттік зерттеу. Кесу режимдерін және құрал геометриясын оңтайландыру.

6. Ұсынылатын технологияның экономикалық тиімділігін есептеу және өндіріс үшін ұсыныстар әзірлеу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесі:

- әр түрлі материалдарды кесу үшін дискілі араның оңтайлы өңдеу режимдері мен геометриялық параметрлері орнатылды;

- температураның таралу заңдылықтары және оның өңделетін материалдың физика-механикалық қасиеттеріне әсері анықталды;

- әр түрлі материалдарды кесу кезінде бетінің кедір-бұдырлығын және қаттылығын анықтау үшін эмпирикалық тәуелділіктер анықталды;

- алғаш рет Deform-3D компьютерінің көмегімен кесу режимдеріне және дискілі араның геометриясына байланысты импульсті салқындататын ТФК алынды:

• импульсті салқындататын ТФК кесу механизмі туралы гипотезаны растау және өңдеу процесін белгілеу уақыты $0,0024 \div 0,0250$ сек;

• «аспап-дайындама» түйіспесінен дайындамаға терең температураның таралу қашықтығының мәні $0,74 \div 1,02$ мм және байланыс қабатының қалыңдығы $0,0112 \div 0,076$ мм.

Қорғауға шығарылатын ережелер:

- импульсті салқындатумен қиын өңделетін материалдардың термофрикциялық кесіндісінде кесу режимдерін және құралдың геометриясын оңтайландыру бойынша эксперименттік зерттеулер мен компьютерлік модельдеу нәтижелері;

- температураның таралу заңдылықтары және оның өңделетін материалдың физика-механикалық қасиеттеріне әсері;

- әр түрлі материалдарды кесу кезінде бетінің кедір-бұдырлығын және қаттылығын анықтауға арналған эмпирикалық тәуелділіктер;

- импульсті салқындататын термофрикциялық кесінді процесінде дискілі араның кесу режимдерінің және геометриясының температураның дайындамаға терең таралуына әсерін анықтау әдістемесі.

Ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен нәтижелердің **негізділігі мен сенімділігі** мәселенің дұрыс қойылуымен, теориялық және эксперименттік зерттеулердің жеткіліктілігімен расталады. Дискілі араның конструкциясына және импульсті салқындататын ТФКге арналған құрылғыға Қазақстан Республикасының (ҚР) патенттері алынды. Импульсті салқындататын ТФК процесінде дискілі араның кесу режимдерінің және геометриясының дайындамаға терең температураны бөлуге әсерін анықтау әдістемесіне зияткерлік меншікке авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы ҚР куәлігі алынды.

Практикалық маңыздылығы - дискілі араның арнайы құрылысы жасауға және кесу режимдерінің әсерін анықтау әдісі және дискілі араның геометриясын импульсті салқындату кезінде ТФК процесінде дайындамаға терең температураның таралуына жасау, сонымен қатар кесу процесінде импульсті салқындатуға мүмкіндік беретін құрылғы құру және өндіріс үшін ұсыныстар.

Автордың жеке үлесі міндеттерді қою және зерттеу әдістемесін жасау; дискілі аралардың арнайы конструкцияларын әзірлеу және дайындау және кесу процесінде импульсті салқындатуға мүмкіндік беретін құрылғыны жасау; кесудің оңтайлы режимдерін анықтау үшін регрессия модельдерін алу; қиын өңделетін материалдардың ТФО эксперименттік зерттеулерін ұйымдастыру және жүргізу.

Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасын индустриялық-инновациялық дамытудың 2015-2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасының негізгі міндеттерін орындауға **бағытталған** және «Қатты қорытпалы аспаптық материалды конструкциялық болаттарға ауыстыруға мүмкіндік беретін импульсті суытумен өңделуі қиын материалдарды термофрикциялық өңдеу технологиясын әзірлеу» ТЖМЖС кафедрасының бастамашыл тақырыбы аясында орындалған. Сонымен қатар диссертацияның негізгі нәтижелері «Инкар-І» ЖШС өндірісіне енгізілді және «Қарағанды индустриялық университеті» КЕАҚ «Машина жасау» және «МҚӨТ» мамандығы бойынша бакалаврлар мен магистранттарды даярлауда оқу процесіне енгізілді.

Жұмыстың апробациясы. Диссертацияның негізгі ережелері Қарағанды техникалық университетінің «Технологиялық жабдықтар, машина жасау және стандарттау», Қарағанды индустриялық университетінің «Металдарды қысыммен өңдеу», «Ю.А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті» ЖБ ФМБО Энгельс технологиялық институтының «Материалдарды өңдеу жабдықтары мен технологиялары» кафедраларының отырыстарында және ғылыми-техникалық кеңестерінде ғылыми-техникалық семинарында Навои мемлекеттік тау-кен институтының Энергия-механикалық факультетінің кеңейтілген ғылыми-техникалық семинарында, сондай-ақ

халықаралық деңгейдегі конференцияларда және «Интехком» ЖШС, «Инкар-І» ЖШС машина жасау кәсіпорындарының жұмыс кеңестерінде талқыланды.

Қорытынды. Диссертациялық жұмысты орындау кезінде отандық машина жасау кәсіпорындарының жағдайын зерттеу нәтижесінде технологиялық процестің одан әрі механикалық операцияларының сапасы мен тиімділігі байланысты болатын кесу операцияларында сапаны қамтамасыз ету және өнімділікті арттыру проблемасы бар екендігі анықталды. Көбінесе шыбықты дайындамалар кесу операциясына ұшырайтыны анықталды. Сондай-ақ, егер кесу операциясы қорытынды болса, онда оған сыртқы бетінен терең құрылымдық өзгерістерге қатысты жоғары талаптар қойылуы мүмкін, бұл өз кезегінде деформацияланған беткі қабатта қаттылықтың таралуына әкелуі мүмкін.

Кесу жұмысының сапасына дайындама материалының физикалық-механикалық қасиеттері де әсер етеді, үлкен қаттылық пен тұтқырлығы бар материалдарды кесу қиын, бұл аспап тістерінің тез ерте тозуына және ластануына әкеледі.

Бұл мәселені шешу үшін ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізіліп, келесі нәтижелерге қол жеткізілді:

1. Беттік қабаттың сапасын анықтайтын факторлар (қаттылық, ҚДК, кедір-бұдыр, жабысқақтық) зерттелген, олар өңделетін материалға және өңдеу жағдайларына байланысты әр түрлі сипатта болады. Нәтижесінде өңделген болаттардың көміртегі мөлшері мен өңдеудің күрделілігіне байланысты жіктелуі ұсынылды.

2. Температураның таралу заңдылықтары және оның өңделетін материалдың физика-механикалық қасиеттеріне әсері анықталды.

3. DEFORM 3D компьютерлік бағдарламасының көмегімен импульсті салқындататын әртүрлі материалдардың термофрикциялық кесу процесін зерттеу нәтижесінде мыналар алынды:

- импульсті салқындатумен термофрикционды кесу механизмі гипотезасын растау;

- балқытылған, қыздырылған және қатайтылған қабаттың өлшемдерін анықтауға: 08 болат маркасына – 0,046 мм; 0,087 мм; 0,15 мм; 20 болат маркасына – 0,042 мм; 0,095 мм; 0,17 мм; 50 болат маркасы үшін – 0,031 мм; 0,117 мм; 0,195 мм; 450 Hardox үшін – 0,046 мм; 0,066 мм; 0,089 мм; Ti5553 – 0,01 мм; 0,037 мм; 0,0637 мм;

- өңдеу процесін орнату уақыты 0,0024÷0,0250 сек диапазонында.

4. Әр түрлі материалдарды кесу үшін дискілі араның оңтайлы өңдеу режимдері мен геометриялық параметрлері орнатылды (Ст.08, Ст.20, Ст.50, HARDOX450, Ti5553).

5. Әр түрлі материалдарды кесу кезінде бетінің кедір-бұдырлығын және қаттылығын анықтау үшін эмпирикалық тәуелділіктер анықталды.

Жарияланымдар. Докторлық диссертация нәтижелері бойынша орысша, қазақ және ағылшын тілдерінде 16 жұмыс жарияланды, оның ішінде: web of Science базасының деректері бойынша немесе Scopus базасына кіретін Халықаралық ғылыми басылымда 1 мақала, РФДИ дерекқорына кіретін

журналдарда 1 мақала, ҚР Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету Комитеті ұсынған басылымдарда 6 мақала. Ұсынылған жұмыстың баяндамалары 5 халықаралық конференцияларда, оның ішінде 3 шетелдік конференцияларда қаралды. Пайдалы модельге ҚР 2 патенті және авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы 1 куәлік алынды.

Жұмыстың көлемі мен құрылымы. Докторлық диссертация кіріспеден, 5 тараудан және машинамен басылған мәтіннің 166 бетінде баяндалған қорытындыдан тұрады, олар 69 суретпен, 24 кестемен, 152 атаудағы әдебиет тізімімен, 12 қосымшамен түсіндіріледі.