

Тусупбекова Гулим Магауияновнаның
8D071 «Инженерия және инженерлік іс» бағыты, D103 «Механика және металл өңдеу» БББТ, 8D07105 «Механикалық инженерия» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған «Металл кесетін құралдардың тозуға төзімділігін арттыру тәсілін әзірлеу» тақырыбындағы диссертациясына

АНДАТПА

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі. Машина жасау индустриалды дамыған елдердің өңдеу өнеркәсібінің негізгі салаларының бірі болып қала береді. Қазақстанда секторды дамыту мемлекеттік өнеркәсіптік саясаттың басымдығы және экономикалық тұрақтылықты нығайту құралы ретінде қарастырылады.

Қазіргі уақытта елде республикалық және жергілікті атқарушы деңгейде 2023 жылы бекітілген «Қазақстан Республикасының (ҚР) машина жасау саласын дамытудың 2024-2028 жылдарға арналған кешенді жоспары» шеңберінде мемлекеттік қолдау шаралары жалғасуда.

Машина жасау өндірісінің тиімділігі көптеген факторлармен анықталады, олардың арасында металл кесуші құрал маңызды орын алады. Құралдың істен шығуының көп бөлігі (75% дейін) кесу жиектерінің тозуына байланысты.

Бұл әсіресе барлық салаларда кеңінен қолданылатын өңдеу қиын материалдарды өңдеуде байқалады, өйткені бұл материалдар үшін дайындаманы өңдеудің күрделілігі құрал ресурсына сәйкес келеді.

Отандық және шетелдік өндірушілердің жаһандық интеграциясы отандық өнеркәсіпте шетелдік техниканы пайдаланудың артуына әкелді. Осыған байланысты өндірістерде химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері бойынша ерекшеленетін жаңа материалдар көбірек қолданылуда. Мұндай материалдарды өңдеу металл кесетін құралдарды тұтынуға да кері әсер етеді. Кесу режимдерін тағайындау және құралдың кесетін бөлігінің материалын таңдау кезінде жіберілген қателіктер қолда бар анықтамалық-техникалық дереккөздерде тиісті ұсыныстардың болмауына байланысты кесу жиегінің мерзімінен бұрын тозуына немесе сынуына әкеледі.

Өзінің аспап өндірістері жоқ елдер үшін (олардың қатарына Қазақстан кіреді) шетелдік өндірушілерден жоғары (қымбат) құны бар металл кесуші құралдарды сатып алуға тура келетіндігімен жағдай одан әрі ушығып барады. Мұның бәрі механикалық операцияның өзіндік құнының өсуіне, сайып келгенде, өндірілген өнімдердің өзіндік құнының өсуіне әкеледі.

Осыған байланысты, өңделуі қиын материалдарды өңдеу кезінде кесуші құралдың беріктігін (жұмыс ресурсын) арттыру мәселесі қазіргі заманғы машина жасаудың ірі практикалық мәселелерінің бірі болып табылады.

Бұл мәселенің шешімі әмбебап, оңай қолжетімді және сонымен бірге жоғары беріктік пен тозуға төзімділікті қамтамасыз ететін кесуші құралдардың тозуға төзімділігін арттыру әдісін әзірлеу болуы мүмкін. Бұл әдіс кесуші құралдарды алдын ала ысқылап қалыптастыру әдісі болып табылады. Алдын ала ысқылап қалыптастыру құралдың беріктігі мен сенімділігін арттыру әдісі ретінде қымбат құралға қатысты экономикалық тұрғыдан негізделген, оның жұмысы үлкен материалдық-техникалық шығындармен байланысты. Дегенмен, көшіру әдісімен жұмыс істейтін кесуші құралдардың, атап айтқанда дискілі модульдік фрезалардың тозуға төзімділігін арттыру үшін алдын ала ысқылап қалыптастыру әдісін қолдану зерттелмеген. Отандық машина жасау өндірістерінде жүргізілген зерттеулердің нәтижелері тісті доңғалақтардың ойымдарын өңдеу кезінде негізінен дискілі модульдік фрезалар қолданылатынын көрсетті. Дискілі модульдік фрезалардың төзімділік кезеңіне төтеп бере алмайтыны және кесу жиегінің тозуына, мүжілуіне және жарықшақтануына байланысты мерзімінен бұрын істен шығатыны анықталды.

Осыған байланысты көшіру әдісімен жұмыс істейтін тіс кесуші құралдардың, атап айтқанда дискілі модульдік фрезалардың тозуға төзімділігін арттыру әдісін әзірлеуге бағытталған ғылыми зерттеулер **өзекті міндет** болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты – тіс кесуші құралдардың тозуға төзімділігін арттыру арқылы олардың тұрақтылық мерзімін ұзарту.

Зерттеу нысаны – металл кесуші құралдардың тозуға төзімділігін арттыру әдістері мен технологиялары.

Зерттеу пәні – тіс кесуші құралдың тозуға төзімді жұмыс бетінің пайда болуына алдын ала ысқылап қалыптастыру тәсілі режимдерінің әсер ету заңдылықтары.

Зерттеу әдістері: Зерттеуді жүргізу үшін: металл кесуші құралдардың тозуға төзімділігін арттырудың қолданыстағы тәсілдері мен әдістерін талдау, эксперименттік зерттеу, нәтижелерді жоспарлау және өңдеу, металлографиялық зерттеу, тіс кесетін құралды алдын ала ысқылап қалыптастыру үрдісін компьютерлік модельдеу әдістері қолданылды.

Зерттеу міндеттері:

1. Металл кесуші құралдардың тозуға төзімділігін арттыру мәселесінің жай-күйін зерттеу. Металл кесетін құралдардың тозуға төзімділігін арттырудың қолданыстағы әдістерін талдау және тозу себебін зерттеу.

2. Металл кесуші құралдарды алдын ала өңдеу үрдісін теориялық зерттеу.

3. Металл кесуші, атап айтқанда, тіс өңдеуге арналған құралдардың, тозуға төзімділігін арттырудың ресурс үнемдейтін әдісін әзірлеу. Дискілі модульдік фрезаны алдын ала ысқылап қалыптастыру бойынша эксперименттік зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу.

4. Алдын ала ысқылап қалыптастырудан кейін дискілі модульдік фрезаның кесуші бөлігінің құрылымын металлографиялық зерттеу.

5. Дискілі модульдік фрезаны алдын ала ысқылап қалыптастыру үрдісін компьютерлік модельдеу және кернеулік деформацияланған күйін, сондай-ақ ондағы құрылымдық өзгерістерді зерттеу.

6. Дискілі модульдік фрезаны алдын-ала ысқылап қалыптастыруды қолданудан болатын экономикалық тиімділікті есептеу. Өндіріске арналған ұсыныстарды әзірлеу.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесідей:

1. Алдын ала ысқылап қалыптастыру арқылы металл кесуші құралдың тозуға төзімділігін арттырудың ресурс үнемдейтін әдісі әзірленді.

2. Алдын ала ысқылап қалыптастыру режимдерін келесідей мәндерге өсіру ($s = 60$ мм/мин; $n = 110$ айн/мин; $t = 6$ мин) құралдың тұрақтылық мерзіміне оң әсер ететіні анықталды.

3. Алғаш рет тіс кесуші құралын, дискілік модульдік фрезаның ысқылап қалыптастыру үрдісін модельдеу жүргізілді және қалыптастырудан кейін құралдың жұмыс бетінде қалыңдығы $0,41$ мм болатын қатаю және ысқылап қалыптастыру нәтижесінде екінші ретті байланыс қабаты пайда болатындығы анықталды.

Қорғауға шығарылатын ережелер:

1. Алдын ала ысқылап қалыптастыру арқылы тіс кесуші құралдың тозуға төзімділігін арттырудың ресурс үнемдейтін әдісі

2. Дискілі модульдік фрезаны алдын ала ысқылап қалыптастыру бойынша жүргізілген эксперименттік зерттеулердің нәтижелері.

3. Дискілік модульдік фрезаны алдын ала ысқылап қалыптастыру үрдісін ANSYS WB бағдарламасы көмегімен жүргізілген модельдеу нәтижелері.

Ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен нәтижелердің негізділігі мен дұрыстығы зерттеу мәселесін қоюдың дұрыстығымен, теориялық және эксперименттік зерттеулердің барабарлығымен расталады. Металл кесуші құралдың тозуға төзімділігін арттыру тәсіліне ҚР патенті (№ 9307) алынды. Дискілі модульдік фрезаның тозуға төзімділігін алдын ала ысқылап қалыптастыру тәсілімен арттыруды кешенді зерттеу әдістемесіне зияткерлік меншікке авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізімге мәліметтерді енгізу туралы ҚР куәлігі алынды (№72771).

Практикалық маңыздылығы келесілерді әзірлеумен анықталады:

- алдын ала ысқылап қалыптастыру арқылы тіс кесуші құралдың тозуға төзімділігін арттырудың ресурс үнемдейтін әдісі;

- алдын ала ысқылап қалыптастыру әдісімен дискілі модульдік фрезаның тозуға төзімділігін арттыруды кешенді зерттеу әдістері;

- өндіріске арналған ұсыныстар.

Автордың жеке үлесі міндеттерді қою және зерттеу әдістемесін әзірлеу; дискілі модульдік фрезаны алдын ала ысқылап қалыптастыру бойынша эксперименттік зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу; алдын ала ысқылап қалыптастырудың оңтайлы режимдерін анықтау; дискілі модульдік фрезаны алдын ала ысқылап қалыптастыру үрдісімен модельдеу болып табылады.

Диссертациялық жұмыс «Қазақстан Республикасының (ҚР) машина жасау саласын дамытудың 2024-2028 жылдарға арналған кешенді жоспарының» негізгі міндеттерін орындауға бағытталған. Сондай-ақ диссертацияның негізгі нәтижелері «РАПИД механикалық зауыты» ЖШС (Астана қ., 2025) өндірісіне енгізілді.

Жұмыстың апробациясы. Докторлық диссертацияның негізгі ережелері халықаралық деңгейдегі конференцияларда баяндалды және талқыланды:

- «Сейфуллин оқулары - 18(2): «XXI ғасыр ғылыми - трансформация дәуірі» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (Астана, 2022);
- LXXX International Multidisciplinary Conference “Recent Scientific Investigation”. Proceedings of the Conference (USA, 2026).

Жарияланымдар

Докторлық диссертацияның нәтижелері бойынша орыс, қазақ және ағылшын тілдерінде 10 жұмыс жарияланды, оның ішінде: Clarivate базасының деректері бойынша немесе Scopus базасына кіретін халықаралық ғылыми басылымда 2 мақала, ҚР Білім және ғылым саласындағы сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған басылымдарда 4 мақала. Ұсынылған жұмыстың баяндамалары 2 халықаралық конференцияда қаралды. Пайдалы модельге 1 ҚР патенті және авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы 1 куәлік алынды.

Жұмыс көлемі мен құрылымы. Докторлық диссертация кіріспеден, 5 тараудан және қорытындыдан тұрады, 102 беттік машинамен басылған мәтінде баяндалған, олар 49 суретпен, 17 кестемен, 98 атаудан тұратын әдебиеттер тізімімен, 3 қосымшамен түсіндірілген.

Қорытынды

Диссертациялық жұмысты орындау кезінде дискілік модульдік фрезаның тұрақтылық мерзімін жоғарылатуға бағытталған зерттеулер жүргізілді және келесі нәтижелерге қол жеткізілді:

1. Металл кесетін, атап айтқанда, тіс өңдеуге арналған құралдардың, тозуға төзімділігін арттырудың ресурс үнемдейтін ысқылап қалыптастыру әдісі әзірленді. Дискілі модульдік фрезаны өңдеу бойынша эксперименттік зерттеулер ұйымдастырылды және жүргізілді. Нәтижесінде қалыптастыру режимдерінің белгілі бір деңгейге дейін ұлғаюы анықталды олардың мәндері ($s = 60$ мм/мин; $n = 110$ айн/мин; $t = 6$ мин) құралдың беріктігі кезеңінде оң әсер ететіндігі белгілі болды. Бұл жағдайда құралдың тұрақтылық периодын $T=155$ минутқа дейін арттыруға қол жеткіздік.

Сондай-ақ, құралды алдын ала ысқылап қалыптастырудың оңтайлы режимдерінде құралдың кесу бөлігін нығайту үшін ең жақсы деформациялық-жылу жағдайлары қамтамасыз етілетіні анықталды.

2. Ысқылап қалыптастырудан кейін дискілі модульдік фрезаның кесу бөлігінің құрылымын металлографиялық зерттеу жүзеге асты. Мұндағы фазалық түрлену барысында: қалдық аустениттің бір бөлігі деформациялық мартенситке ауысатыны, ал карбидтер ұсақталып, біркелкі таралатыны, сонымен қатар, беткі қабатта екінші реттік нығайтылған құрылым түзілетіні анықталды.

3. Дискілі модульдік фрезаны қалыптастыру үрдісін компьютерлік модельдеу және кернеулік деформацияланған күйін, сондай-ақ ондағы құрылымдық өзгерістерді зерттеу жүргізілді. Нәтижесінде, қалыптастырудан кейін қалыңдығы 0,41 мм болатын қатайтылған қабат дискілі модульдік фрезаның кесу бөлігінде пайда болды.

4. Дискілі модульдік фрезаны алдын-ала ысқылап қалыптастыруды қолданудан болатын экономикалық тиімділік 1 527 777 теңгені көрсетті.

5. Диссертацияның зерттеу нәтижелері ЖШС «РАПИД механикалық зауыты» жағдайына енгізуге ұсынылды.