

## **Иманбаев Ернат Бакытовичтың**

8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» бағыты, 8D07101– «Машина жасау» білім бағдарламасы бойынша, (PhD) философия докторы дәрежесін алуға арналған диссертациясына

### **АҢДАТПА**

## **ЖЫЛЖЫМАЛЫ ҚҰРАМНЫҢ АВТОТІРКЕГІШ ҚҰРЫЛҒЫСЫНЫҢ БӨЛШЕКТЕРІН ЖАСАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ**

**Сұрақтың қойылуы және зерттеудің өзектілігі.** Темір жол машина жасауды дамыту мәселелері Қазақстан Республикасында машина жасауды дамыту жөніндегі мемлекеттік бағдарламада (2010-2014 жж.) және Қазақстанның 2010-2014 жылдарға арналған "Индустрияландыру картасына" енген инвестициялық жобалар шеңберінде, сондай-ақ Қазақстан Республикасының (ҚР) 2015-2019 және 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік индустриялық-инновациялық даму бағдарламасында қаралды.

ҚР-да машина жасауды дамыту жөніндегі 2010-2014 жылдарға арналған бағдарламада бөлшектер мен жиынтықтауыштарды жасау арқылы оқшаулау деңгейін ұлғайта отырып, ірі құрастыру өндірістерін ұйымдастыру міндеті қойылды. Қазақстанның 2010 – 2014 жылдарға арналған "Индустрияландыру картасына" енген инвестициялық жобалар шеңберінде "Жолаушылар вагондарын өндіру", "электровоздар өндірісін ұйымдастыру" сияқты бөлшектер мен жиынтықтауыштарды жасау арқылы оқшаулау деңгейін ұлғайта отырып, ірі құрастыру өндірістерін ұйымдастыру жөніндегі жобаларды іске асыру көзделді. Нәтижесінде "Электровоз құрастыру зауыты" ЖШС (Астана қ., Қазақстан) ұйымдастырылды.

Локомотив және вагон жасау өндірістерін жөндеу өндірісінің жай-күйін талдау локомотивтер мен вагондардың бөлшектерінің, әсіресе жылжымалы құрамның автотіркеме бөлігінің тозу мәселесі бар екенін көрсетті. Қосалқы бөлшектер мен материалдардың жоғары құны ҚР-да жылжымалы құрамның бөлшектерін жөндеудің және қалпына келтірудің жоғары сапасын қамтамасыз етуге қабілетті жөндеу-қалпына келтіру өндірістерін дамыту қажеттілігін туындатады. Жөндеу кезінде жарамсыз болып танылған бөлшектердің 80% - ы қалпына келтірілгеннен кейін одан әрі пайдалануға жарамды екені белгілі. Әдетте, мұндай бөлшектердің массасының жоғалуы бастапқы массаның 2% - дан аспайды, ал бұйымдардың металл беріктігі сол деңгейде қалады. Металды көп қажет ететін және қымбат өнімдердің бірқатар атаулары бойынша оларды қайталама пайдалану жаңа қосалқы бөлшектерді тұтынудан әлдеқайда көп. Бұл ретте қалпына келтіру құны жаңа бөлшектердің құнынан 65-70% - ға төмен, ал материалдардың шығыны өндіріске қарағанда 15-20 есе аз. "Электровоз құрастыру зауыты" ЖШС KZ8A және KZ4A сериялы жүк және жолаушылар электровоздарын шығарумен қатар, жылжымалы құрамның бөлшектері мен

тораптарын жөндеумен және қалпына келтірумен айналысады. Бөлшектерді циклдік жөндеуден және қалпына келтіруден өтетін осындай негізгі тораптардың бірі-жылжымалы құрамның автоматты тіркемесі.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, балқымалаумен қалпына келтірілген автоматты тіркеме бөлшектерінің беттері беткі қабаттың бастапқы қаттылығына төтеп бере алмайды және нәтижесінде тез тозуға және мерзімінен бұрын істен шығуға ұшырайды.

Бұл мәселенің себебі балқыту әдісінің сапасыздығы деп есептелді. Алайда, "Электровоз Құрастыру Зауыты" ЖШС жағдайында жылжымалы құрамның автотіркеу құрылғысының бөлшектерін жөндеу және қалпына келтіру технологиясын зерттеу бойынша бірлескен жұмыстың нәтижесінде автотіркеу құрылғысының бөлшектерінің мерзімінен бұрын істен шығуына тек балқыту технологиясының сапасы ғана емес, сонымен қатар балқытудан кейінгі механикалық өңдеу сапасы да әсер етуі мүмкін екендігі анықталды. Балқымалау деректерін талдау көрсеткендей, беткі қабаттың бастапқы қаттылығын беткі қабаттан кейін немесе өңдеуден кейін алу әрдайым мүмкін болмады. Мұның себебі келесідей болуы мүмкін деп болжанған: балқытылған қабаттың қалыңдығы мен балқытылған қабаттың қалыңдығын дұрыс тағайындамау; өңдеуден кейін балқытылған қабаттың қалыңдығы азаяды және қаттылық мәні аз болатын араластыру қабатына ауысуы мүмкін. Мәселенің бұл жай-күйі тозған беттерді балқытудың технологиялық үрдісін (ТҮ) және автотіркегіш бөлшектердің балқытылған беттерін механикалық өңдеу технологиясын зерттеуді қажет етті.

Осыған байланысты жылжымалы құрамның автотіркегіш құрылғысының бөлшектерін жасау технологиясын зерттеуге және жетілдіруге бағытталған жұмыс **өзекті болып табылады.**

**Жұмыстың мақсаты** жылжымалы құрамның автотіркегіш құрылғысы бөлшектерінің тозуға төзімділігін арттыру болып табылады.

**Зерттеу нысаны:** автотіркегіш бөлшектердің тозған беттерін қалпына келтіру технологиясы.

**Зерттеу пәні:** автоматты тіркеме бөлшектерінің балқымаланған беттерін механикалық өңдеу үрдістері.

**Зерттеу әдістері:** зерттеу жүргізу үшін машиналардың жүктелген бөлшектерін жөндеу және қалпына келтіру технологиясын талдау, эксперименттік зерттеу, нәтижелерді жоспарлау және өңдеу, металлографиялық зерттеу, соңғы элементтер әдісіне негізделген термофрикциялық фрезерлеу үрдісін компьютерлік модельдеу әдістері қолданылды.

**Зерттеу міндеттері:**

1. Мәселенің жай-күйін зерттеу және ауыр жүктеме жағдайында жұмыс істейтін бөлшектерді жөндеу және қалпына келтіру технологияларын талдау.

2. "Электровоз құрастыру зауыты" ЖШС жағдайында жылжымалы құрамның автоқосқыш құрылғысының бөлшектерін қалпына келтіру технологиясын зерттеу.

3. Термофрикциялық фрезерлеу тәсілдерімен автоматты тіркеме бөлшектерінің балқымаланған беттерін механикалық өңдеу үрдісін эксперименттік зерттеу.

4. Deform 3D Machining бағдарламалық кешенінде термофрикциялық фрезерлеудің әртүрлі әдістерінде "құрал-дайындама" контактісіндегі температураны және өңделген беттің қаттылығын зерттеу.

5. Ұсынылған технологияның экономикалық тиімділігін есептеу және өндіріс үшін ұсыныстар әзірлеу. Өндіріске енгізу.

#### **Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесідей:**

1. Автоматты тіркеме бөлшектерінің балқымаланған бетін термофрикциялық фрезерлеу әдісі жасалды.

2. Термофрикциялық фрезерлеуден кейін өңделген беттің қаттылығы 10% - ға дейін артады, бұл HB 60 құрайды.

3. Термофрикциялық фрезерлеуден кейін балқымаланған беттің қаттылығын бағалау үшін теңдеу шығарылды.

4. Алғаш рет DEFORM 3D Machining бағдарламалық кешенін пайдалана отырып, термофрикциялық фрезерлеудің әртүрлі тәсілдерімен балқымаланған бетті өңдеу үрдісін модельдеу жүргізілді және тегіс үйкеліс фрезасымен термофрикциялық фрезерлеу кезінде:

- температураның дайындамаға терең таралу тереңдігі 3,8 мм-ге дейін, ал өңдеуден кейін балқытылған беттің қатайтылған қабатының қалыңдығы 1,62 мм құрады.

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

1. Автоматты тіркеме бөлшектерінің балқымаланған бетін термофрикциялық фрезерлеу әдісі.

2. Термофрикциялық фрезерлеу әдістерімен автоматты тіркеме бөлшектерінің балқытылған беттерін механикалық өңдеу үрдісін эксперименттік зерттеу нәтижелері.

3. Термофрикциялық фрезерлеуден кейін балқымаланған беттің қаттылығын бағалауға арналған теңдеуі.

4. Deform 3D Machining бағдарламалық кешенін пайдалана отырып, термофрикциялық фрезерлеудің әртүрлі тәсілдерімен балқымаланған бетті өңдеу үрдісін модельдеу нәтижелері.

**Ғылыми ережелердің, тұжырымдар мен нәтижелердің негізділігі мен шынайылығы** тапсырманы дұрыс қоюмен, теориялық және эксперименттік зерттеулердің барабарлығымен расталады. Үйкеліс дискісінің жазықтығы мен конструкциясын термофрикциялық өңдеу тәсіліне, сондай-ақ дискілі араның конструкциясына Қазақстан Республикасының (ҚР) патенттері алынды. Термофрикциялық фрезерлеудің әртүрлі тәсілдерімен " құрал-дайындама "

байланысында температураның бөлінуін анықтау әдістемесіне зияткерлік меншікке авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы ҚР куәлігі алынды.

Жазықтықты термофрикциялық өңдеу әдісін және үйкеліс дискісінің арнайы конструкциясын, сондай-ақ термофрикциялық фрезерлеудің әртүрлі әдістерімен "құрал-дайындама" контактісіндегі температураны бөлуді анықтау әдісін және өндіріске арналған ұсыныстарды әзірлеу **тәжірибелік маңыздылығы** болып табылады.

**Автордың жеке үлесі** міндеттерді қою және зерттеу әдістемесін әзірлеу; үйкеліс фрезерінің арнайы конструкцияларын әзірлеу және дайындау, өңдеудің оңтайлы режимдерін анықтау, балқымаланған беттерді термофрикциялық фрезерлеудің эксперименттік зерттеулерін ұйымдастыру және жүргізу болып табылады.

**Диссертациялық жұмыс** ҚР индустриялық-инновациялық дамуының 2015-2019 және 2020-2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасының негізгі міндеттерін орындауға бағытталған және "технологиялық жабдық, машина жасау және стандарттау" (ТЖМ және С) кафедрасының бастамашыл "Төмен жылдамдықта термофрикциялық өңдеу технологиясын әзірлеу" тақырыбы аясында орындалды. Сондай-ақ диссертацияның негізгі нәтижелері "Электровоз құрастыру зауыты" АҚ өндірісіне және "А. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті" КЕАҚ (А. Сағынов атындағы ҚарТУ) машина жасау мамандығы бойынша бакалаврлар мен магистранттарды даярлау кезінде оқу үрдісіне енгізілді.

**Жұмысты апробациялау.** Жұмысты апробациялау. Докторлық диссертацияның негізгі ережелері «А.Сағынов атындағы ҚарТУ» КЕАҚ ТЖМ және С кафедрасының отырыстарында баяндалды және талқыланды. (2019-2022 жж.), Навои мемлекеттік тау-кен институтының "Машина жасау технологиясы" кафедрасының отырысында (2021 ж.), А.Сағынов атындағы ҚарТУ ДК жанындағы ғылыми семинар отырысында (2022 ж.), сондай-ақ халықаралық деңгейдегі конференцияларда және машина жасау кәсіпорындарының жұмыс кеңестерінде:

- "Ғылым, білім және өндірісті интеграциялау-Ұлт жоспарын іске асырудың негізі" халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы (№12 Сағынов оқулары), (Қарағанды қ., 2020 ж.);

- "Электровоз құрастыру зауыты" АҚ техникалық кеңесінде (Астана қ., 2020 ж.)

### **Жарияланымдар**

Докторлық диссертацияның нәтижелері бойынша орыс, қазақ және ағылшын тілдерінде 14 жұмыс жарияланды, оның ішінде: Clarivate базасының деректері бойынша немесе Scopus базасына кіретін Халықаралық ғылыми басылымда 3 мақала, ҚР Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету

Комитеті ұсынған басылымдарда 5 мақала. Ұсынылған жұмыстың баяндамалары 3 халықаралық конференцияда қаралды. Пайдалы модельге ҚР 2 патенті және авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы 1 куәлік алынды.

**Жұмыстың көлемі мен құрылымы.** Докторлық диссертация машинкамен басылған мәтіннің 150 бетінде баяндалған кіріспеден, 5 тараудан және қорытындыдан тұрады, олар 75 суретпен, 16 кестемен, 135 атаудан тұратын әдебиеттер тізімімен, 11 қосымшамен түсіндіріледі.

**Зерттеу нәтижелері және негізгі қорытындылар.** Диссертациялық жұмысты орындау кезінде "Электровоз құрастыру зауыты" ЖШС жағдайында жылжымалы құрамның автотіркегіш құрылғысының бөлшектерінің тозуға төзімділігін қамтамасыз ету мәселесін шешуге бағытталған кешенді зерттеу жүргізілді. Нәтижесінде келесілерге қол жеткізілді:

1. Балқымаланған бетті термофрикциялық фрезерлеу әдісі әзірленді, бұл өңделген беттің бастапқы қаттылығын 10% - ға дейін арттыруға мүмкіндік береді, бұл HB 60 құрайды.

2. Термофрикциялық фрезерлеу кезінде  $t$  кесу тереңдігі мен  $S$  беріліс жылдамдығының жоғарылауы өңделген беттің қаттылығына оң әсер ететіні, ал  $S$  беріліс мәнінің жоғарылауы және  $n_{фр}$  кесу жылдамдығы теріс әсер ететіні анықталды. Беткі материалдың минималды шығынын қамтамасыз етуді ескере отырып, фрезерлеудің келесі оңтайлы режимдері таңдалды:  $S = 300$  мм/мин;  $t = 0,5$  мм;  $n_{фр} = 1000$  айн/мин.

3. Термофрикциялық фрезерлеуден кейін балқымаланған беттің қаттылығын бағалау үшін теңдеу шығарылды:  $HB = 265,18 - 0,013 \cdot V + 0,063 \cdot S + 36 \cdot t$ .

4. Deform 3D Machining бағдарламалық кешенінде тегіс үйкеліс дискісін қолдана отырып, термофрикциялық фрезерлеу арқылы балқытылған бетті өңдеу үрдісін модельдеу кезінде мыналар анықталды:

- температураның дайындамаға терең таралу тереңдігі 3,8 мм-ге дейін, ал өңдеуден кейін балқымаланған беттің қатайтылған қабатының қалыңдығы 1,62 мм құрайды.

5. Зерттеу нәтижелері "Электровоз құрастыру зауыты" ЖШС (Астана қ., Қазақстан) өндірісіне енгізілді. Ұсынылатын құралды (тегіс үйкеліс фрезасын) пайдаланудың жылдық экономикалық әсері 5390994 теңгені құрайды.