

Шаяхметов Ержан Ярнарлович
6D071200 – «Машинажасау» мамандығы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмысына
АННОТАЦИЯ

**«АУЫР ЖАҒДАЙЛАРДА ЖҰМЫС ІСТЕЙТІН ЛЕНТАЛЫҚ
КОНВЕЙЕР РОЛИКТЕРІНІҢ САПАСЫН КОНСТРУКТИВТІК ЖӘНЕ
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТҰРҒЫДА ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ»**

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Диссертацияның тақырыбы: «ауыр жағдайларда жұмыс істейтін ленталық конвейер роликтерінің сапасын конструктивтік және технологиялық тұрғыда қамтамасыз ету» толықтай Қазақстан Республикасын индустриялық-инновациялық дамытудың 2015 - 2019 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасына (Қазақстан Республикасы Президентінің 2014 жылғы 19 наурыздағы № 874 Жарлығы) сай машина жасаудағы ең басым секторлардың бірі болып, тау-кен өндірісіне арналған машиналар мен құрылғыларды жасау алға қойылған. Мемлекеттік ИИДБ-ның сатистикалық мәліметтеріне сүйенсек, осы сектор бойынша 2008-2013 жылдар аралығында, негізгі құралдардың 38%-ы 2013 жылда тозуы байқалады. Бұндай көрсеткіштердің негізгі себепшісі шығарылатын өнімдердің өте төмен дәрежедегі бәсекеге қабілетсіздігі: бағасы бойынша Қытай мен Ресейді салыстырсақ, сапасы мен өнімділігі бойынша – алыс шетел мемлекеттері алға шығады. Соған орай сапалы әрі бәсекеге қабылетті құрал-жабдықтарды шығару мәселесі өте өткір тұр.

Тау-кен кәсіпорнындағы таспалы конвейерлерді пайдалану тәжірибесінен (көмір, әктас, қиыршық тас, түрлі кен жынысын өндіру) белгілі болғандай олардың басым көпшілігі жоғары ылғалдылық жағдайында, шаң басқан ортада жұмыс істейді, осы орайда оларды пайдалануда бұл факторлар конвейер торабына теріс әсер етеді. Ролик үлесінің 40%-ы жөндеу мен қызмет көрсету шығындарын артса, негізгі 30%-на дейінгі шығынның барлығы конвейердің жалпы құн мөлшеріне тиесілі. Конвейер таспасының болашақта қаншалық ұзақ қызмет ететіндігі мен барлық конвейер жүйесі қаншалықты көп энергияны тұтынатындығы олардың сенімді жұмысына байланысты айқындалады. Роликтерге жоғары талап қойылады. Олар қымбат емес, сенімді; айналуға минималды кедергі болуы тиіс, олар таспаның дәлдеуін қамтамасыз етуі қажет; жағымды жұмыс шарты мен қажетті науалылықты тудыруы керек. Осылайша, роликтер таспалы конвейердің жұмыс қабілеттілігі мен сенімділігін, энергия тиімділігі мен өрт қауіпсіздігін анықтайтын маңызды құрауыштардың бірі болып табылады, сондай-ақ, олардың сапасы конвейердің қымбат тұратын элементтерінің бірі болып табылатын таспаның ұзақ қызмет етуіне әсер етеді (таспаға барлық эксплуатациялық шығындардың шамамен 60%-ы тиесілі). Демек, конвейерлі құрылғылардағы тіреуішті роликтердің сенімділігі мен ұзақ қызмет етуін арттыру өзекті мәселе болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты. Ауыр жағдайларда жұмыс істейтін таспалық конвейер роликтерінің сапасын конструктивтік және технологиялық тұрғыда қамтамасыз ету.

Негізгі міндеттер:

- роликтер конструкциясы туралы патентті және ғылыми-техникалық ақпаратты жүйелендіру мен талдау жүргізу, оларды дайындау мен құрастыру технологиясы, ұсынылатын конструкциялардың келешегін анықтау;

- таспалы конвейердің тіректік роликтерінің жаңа конструкцияларын әзірлеу, жаңа ролик конструкцияларына әсер ететін жиынтық жүктемені анықтау;

- компьютерлік модельдеудің әдістерін түрлі жүктелу кезінде роликтің кернеулік-деформацияланған күйіне талдау жүргізу, жаңа конструкциялы роликтердің ішкі сақинасының сыртқы сақинасымен салыстырмалы түрде қосалқы ауытқуын тексеруге мүмкіндік алу.

- тіректік роликті дайындау технологиясын, соның ішінде, технологиялық процестің өлшемдік талдау әдісі бойынша, ролик бөлшектерін дайындаудың үдемелі технологиясын әзірлеу;

- аспаптың кездейсоқ геометриялық және жүйелік параметрлерін ескеріп, токарлық өңдеу кезінде беттің кедір -бұдырлығын алдын –ала болжау үшін елікету стохастикалық үлгіні жасау және кесу динамикасын, кедір –бұдырлықтың шашыраңқы теориялық берілгендерін эксперименттік деректермен салыстыруға мүмкіндік алу.

Зерттеу нысаны. Ауыр жағдайда эксплуатацияланатын тау-кен өнеркәсібі үшін таспалы конвейердің тіректік ролигі. Осы орайда ауыр жағдай деп жоғары ылғалдылық, шаң-тозаңдылық, агрессивті орта, температураның төмендеуі, яғни, тау-кен өнеркәсібіне тән жағдайлар түсіндіріледі.

Зерттеу пәні. Таспалы конвейер тіректік роликтің сенімділігі мен жұмыс мерзіміне әсер ететін конструктивті және технологиялық факторлар.

Жұмыстың идеясы. Таспалы конвейерлердің тірек роликтерінің ресурсының (қызмет ету мерзімі) жоғарылауынан, сәйкесінше, таспалы конвейер роликтерінің конструктивті параметрлерінің жетілдірілуі мен ролик бөлшектерінің сапасын технологиялық қамтамасыз ету бойынша нұсқаулықтарды әзірлеу есебінен сенімділігінің арттылуынан тұрады.

Зерттеу әдістері. Зерттеу әдістері көтергіш көліктік машиналар, машина бөлшектері мен конструкциялау негіздері, өлшемдік тізбек теориясы, технологиялық процестерді өлшемдік талдау, шекті өлшемдер есебі, машина жасау технологиясының ғылыми негіздері, бөлшек беткейінің инженериясына негізделеді.

Диссертация тақырыбы бойынша зерттеу Қ.Сәтпаев атындағы ҚазҰИТУ А.Бүркітбаев атындағы өнеркәсіптік инженерия институты зертханасының базасында жүргізілді.

Femap with NX Nastran бағдарламалық кешенінің көмегімен конвейердің тірек роликтерінің жүктелуін зерттеу үшін шетелдік тәжірибеден өту

барысында Бельска-Бялы қаласы (Польша) техникалық-гуманитарлық академиясындағы компьютерлік модельдеу зертханасының базасында жүргізілді.

Кедір-бұдырлықты өлшеу «КАЗЭЛЕКТРОПРИВОД» БК ЖШС (Алматы қ.) кәсіпорнының базасында жүргізілді, кедір-бұдырлықты анықтауға арналған аспап - Surftest SJ-210 профилометр, өндіруші фирма Mitutoyo (Жапония).

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңашылдығы.

Аталған жұмыста:

- тіректік роликтердің олардың сенімділік, қызмет ету мерзімі сынды негізгі сипаттамасын жақсартуға мүмкіндік беретін жаңа бірегей конструкциялар әзірленді;

- инженерлік болжау әдістері арқылы жаңа конструкция тірек роликтердің конструкциясының келешегі анықталды;

- Femar NX Nastran бағдарламалық кешенінің көмегімен түрлі жүктеме кезінде тірек роликтерінің кернеулік-деформациялық күйіне талдау жүргізілді, ұсынылған ролик үшін

жаңа конструкциялы роликтердің ішкі сақинасының сыртқы сақинасымен салыстырмалы түрде қосалқы ауытқуын тексеру мүмкіндігі көрсетілді, регрессиялық талдау әдісімен жүктеме мен деформация арасындағы байланыс көрсетілген және жүктемеден деформацияның әрі қарай өзгеруіне болжам жасалған математикалық үлгі әзірленді;

- жүйелі және кездейсоқ параметрлерді есепке ала отырып, жонғыш өңдеу (ішкі беткейді қашау) үшін кедір-бұдырлық пішінін жасаудың еліктегіш стохастикалық үлгісі әзірленді, ЭЕМ үшін «Қашау кезінде кедір-бұдырлық параметрлерін үлестіру заңының есебі» бағдарламасы мен кедір-бұдырлықты өлшеу алгоритмі жасалды.

Қорғауға енгізілетін негізгі қағидалар:

- тау-кен өндірісіндегі таспалы конвейерлердің тірек роликтерінің жаңа конструкциясы, қолданыстағы конструкциялардан бірлескен тығыздалумен (лабиринтті және центрден тепкіш роторлы тығыздау) сондай-ақ мойынтіректің сыртқы сақинасы мен ішкі сақинасының қосалқы ауытқуы кезінде қысу әсерін жоятын құрылымымен ерекшеленеді;

- Femar with NX Nastran ортасындағы ауыспалы жүктелген роликтердің кернеулік деформацияланған күйін зерттеу;

- жүйелі және кездейсоқ параметрлерді есепке ала отырып, ішкі беткейдің жонып өңделуі үшін беткей кедір-бұдырлығының қалпын түзудің еліктегіш стохастикалық үлгісі;

- ЭЕМ үшін «Қашау кезінде кедір-бұдырлық параметрлерін үлестіру заңының есебі» бағдарламасының көмегімен алынған жону кезіндегі кедір-бұдырлықты бөлудің теориялық деректері мен кескіш аспап геометриясының және кесу режимі параметрлерінің қашау кезінде өңделген тетік беткейінің сапасына әсерін білдіретін және жасалған бағдарламаның дұрыстығын дәлелдейтін эксперимент нәтижелері.

Жұмыстың бірінші тарауында зерттелетін тақырып бойынша отандық және шетелдік ғылыми-техникалық әдебиетке талдау жүргізілді, патенттік ақпараттың көп ауқымы зерттелді. Ролик тіректерінің сан-алуан түрлері, оларды құрастыру мен өндірудегі сапасына әсер етуші факторлар қарастырылды. Зерттеудің мақсаты мен міндеті қойылды. **Екінші тарау** конвейер роликтерінің конструкциясының инженерлік болжау мәселелердің, олардың даму келешегін қарастырады. Конвейердің тіректік роликтерінің конструкциясының келешегін анықтау немесе тексеру үшін патенттік ақпарат негізінде кешендік әдістемені қолданамыз. 43 жыл ішіндегі патенттік ақпаратты патенттік іздеу мен талдау жүргізілді, 1970 жылдан 2013 жыл аралығында 125-дей патент қарастырылды. Параметрлік емес дереккөздерден алынған ақпарат осы идеяны сипаттайтын (патенттер, авторлық куәландырулар, инновациялық патенттер, т.б.) сандық критерийге (толықтық коэффициенті - r , келтірілген патент саны - M , толықтықтың жалпыланған коэффициенті - $r_{об.}$) жіктелді және өзгертілді. Осы бойынша келешекте өздігінен орнатылатын мойынтірек тораптары мен ролик конструкцияларын жетілдіруге деген болашаққа зор болжамдар жасау мүмкіндігіне қол жеткізілді. **Үшінші тарауда** ролик торабы мен бөлшектерінің салыстырмалы орналасуының қажеттігін көрсететін дәлдігі жоғары жаңа конструкциялы ролик торабының өлшемдік талдауы мен бөлшек пен тораптар арасындағы өлшемдік байланыс жүргізілді. Аталған ролик үшін ақаулы бұйымдардың пайда болуына сай тәуекелдің жалпы пайызы $P_{\Sigma} = 0,42\%$, бұл ұйғарынды мәннен аспайды және сапасыз бұйымның орын алу қатері аз. Ролик бөлшектерінің шекті өлшемдері мен ауытқулары, номинал белгілерінің есебі жүргізілді, машинаның жалпы құрастырылуына қойылған талаптарға жету үшін әдістер айқындалды. Ролик бөлшектерін құрастыруға арналған автоматтандырылған процессетер бағыты бойынша ұсыныстар берілді. **Төртінші тарау** Femap with NX Nastran ортасындағы ауыспалы жүктелген роликтердің кернеулік деформацияланған күйін зерттеуге арналған: таспалы конвейер роликтеріне жүктеме әсерінің қортытындысы шығарылды, роликтерге түсірілетін шекті жүктемелер есептелінді, ЭЕМ көмегімен барлық жүк түрлері үшін жүктемені есептеуге арналған бағдарлама жасалды. Femap with NX Nastran ортасында жүктемені модельдеу арқылы роликті жүктеу кезінде бір-біріне қатысты мойынтірек сақинасының бірлескен қиғаштануы қамтамасыз етіліп, ол мойынтірек шаригінің қысылуын болдырмай, сол арқылы оның қызмет ету мерзімін ұлғайтады деп болжауға мүмкіндік беретін түрлі жүктеме кезіндегі кернеу мен деформация мәні алынды. Деректерді регрессиялық талдау аспаптарының көмегімен жүктеме мен деформация сынды ауыспалылар арасындағы математикалық тәуелділік алынды, жүктеменің өсуімен деформацияның өзгеруіне болжалды баға берілді. **Бесінші тарауда** ролик сапасын технологиялық қамтамасыз ету мәселелері қарастырылды. Өнімнің құрылымына кіретін бөлшектердің технологиялық анализі жүргізілген және дайындамаларды таңдау мен технологиялық өңдеуге арналған ұсыныстардың қатары берілді. Ролик

тетіктерін дайындаудың оңтайлы технологиясы әзірленді, ролик тетіктері – «стақанға» технологиялық процесіне өлшемдік талдау жүргізілді. Бұл кейбір өлшемдер бойынша дәлдік қорының бар екендігін көрсетті, ол қажет болған жағдайда кейбір күрделі операцияларға дәлдік шегін кеңейту мүмкіндігі ұсынылды және шығынның азаюына себеп болады. Қалыптаудың технологиялық процесі– белгіленген дәлдікпен жоғары өнімділік әдіспен оны дайындау мүмкіндігін көрсететін жұқа қабырғалы ступица әзірленді. Ішкі беткейді жонып өңдеу кезінде кедір-бұдырлықты қалыптастырудың еліктегіш стохастикалық үлгісі жасалды, ішкі беткейді есептеу кезінде кедір-бұдырлық параметрлерін үлестіру заңын есептеу бойынша ЭЕМ үшін бағдарлама әзірленді, әр түрлі жүйелік және кездейсоқ факторларды ескере отырып, аспап геометриясы, кесу режимдері, діріл, кедір-бұдырлықты шашу бойынша теориялық деректер алынды және оның эксперименталдық деректермен ұқсастығы дәлелденді. R_a , $R_{a_{opt}}$ анықтауға арналған өңделген беттің сандық параметрлерін болжауға мүмкіндік беретін алгоритм әзірленді. Кесу параметрлерінің сан алуадығына байланысты ЭЕМ бағдарламалары беттің кедір-бұдырлығын дәл есептеуге мүмкіндік берді; кесу аспаптары мен өңдеу режимдерінің өңдайлы нұсқасын таңдау мен механикалық процесстердің түрлі нұсқаларын жобалау сатысында пысықтау; өңдеу кезінде ақаулы бұйымдардың санын мардымсыз қылуға; механикалық өңдеудің ТП жобалау кезіндегі тиімсіз шешімдерден құтылуға септігін тигізеді, бұл ЭЕМ үшін бағдарламаның дұрыстығын көрсетеді. Алынған теориялық деректер шашыраңқы кедір –бұдырлық бойынша эксперименттік жолмен тексерістен өтіп, берілген теориялық ақпараттар диапазонына кіретініне көз жеткізілді, осылайша ЭЕМ бағдарламасының барабар екені дәлелденді. Экономикалық тиімділіктің есебі жүргізілді, жаңа құрылымды роликтердің ресурсы есептелінді, бұл дегеніміз ұқсас роликтердің жұмыс мерзімінен әлдеқайда көп екенін (құйма учаскелерінде 35-40 мың сағ., берілген шекті 25-30 мың сағ. орнына) роликті енгізу үшін экономикалық тиімділік есебі жасалып, келесі көрсеткіштер алынды: өндірістің өзін-өзі ақтау мерзімі 3,6 жыл, салымдардың тиімділік деңгейі 286%; роликтің өзіндік құны 12063 тг. құрайды ҚҚС 1 данаға есептегенде. Ірілендірілген тәсілмен экономикалық тиімділік есебі жүргізілді.

Жұмыстың практикалық маңызы.

- қолданыстағы бірлескен тығыздықты құрастырылымнан ерекшеленетін (лабиринтті және ортадан тепкіш роторлық тығыздалу) және мойынтіректің сыртқы және ішкі сақинасының бірлескен ауытқуын қамтамасыз ету жүктемесінің әсерімен таспалы конвейердің тірек роликтерінің жаңа конструкциясы әзірленді, ролик конструкциясына ҚР патентін беру туралы өтініш берілді, тіркеу нөмірі №2016/0368.1;

- «Таспалы конвейер роликтің мойынтірегіне жүктемені анықтау» ЭЕМ үшін бағдарлама әзірленді, аталған бағдарлама әмбебап болып табылады жән жүктің сан алуан түрлері үшін қолданыла алады, бағдарламаға 2016 ж. 2

тамыздағы №1599 авторлық құқық нысанына құқықты мемлекеттік тіркеу туралы куәлік алынды;

- «Қашау кезінде бұдырлықтың параметрлерін үлестіру заңын есептеу» ЭЕМ үшін бағдарлама көмегімен механикалық өңдеу технологиялық процесті жобалау кезеңінде жонып өңдеу үшін кедір-бұдырлықты болжау әдістемесі әзірленді, аталған бағдарламаға ЭЕМ үшін №2017610890 Ресей Федерациясының мемлекеттік тіркеу туралы куәлігі алынды;

- заманауи аспап пен дайндамаларды пайдалану арқылы ролик тетіктерін дайындаудың қарқынды технологиясы ұсынылды, жаңа конструкциялық роликтің жұқа қабырғалы ступица үшін қалыптау технологиясы әзірленді;

Жұмысты сынақтан өткізу. Ғылыми жұмыстың нәтижесі халықаралық конференцияларда: халықаралық ғылыми-практикалық «Көлік, көлік техникасы мен машина жасауды индустриялық-инновациялық дамыту», (Алматы, 2013 ж.) конференциясында, төртінші халықаралық ғылыми «Механика және машина жасаудың өзекті мәселелері» конференциясында (Алматы, 2014 ж.), халықаралық ғылыми-практикалық «21 ғасырдағы машина жасау мен көлікті дамыту келешегі» конференциясында (Семей, 2014 ж.); студенттер мен докторанттардың 5 халықаралық «21 ғасыр инженері» ғылыми конференциясында, Бельска-Бяла қаласы Техникалық гуманитарлық академия (Польша, 2015 ж.); LXI халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында, №8 (56) (Новосібір, 2016 ж.); Бельска-Бяла қаласы қолданбалы және теориялық механика поляк қоғамы филиалының ғылыми семинарында дәлелденді және талқыланды.

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша ғылыми зерттеудің негізгі нәтижелері 17 мақалада: 6 – ҚР БҒМ білім және ғылым саласын бақылау комитеті ұсынған 6 ғылыми басылымда; 2 – Scopus базасына кіретін журналда; 1 – ғылыми журналда, Ресей; 8 – халықаралық ғылыми конференция материалдарында, соның ішінде, 2 Ресей мен Польшадағы шетелдік конференцияда жарияланды.