

8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» дайындық бағыты,
8D07101 – «Машина жасау» білім беру бағдарламасы бойынша
философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған
диссертациялық жұмысына

АҢДАТПА

Асмағамбет Диана Кенжебайқызы

Диссертациялық жұмыстың тақырыбы: Топса қосылыстарының өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету негізінде бұрылмалы конвейердің конструкциясын зерттеу және әзірлеу.

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі. Қазақстанда идеалды тау-кен-геологиялық жағдайларда орналасқан көмір қоры таусылуда. Бұрылмалы қырғыш конвейерлерді қолдану бұл мәселені шешеді және пайдалы қазбалардың теңгерімнен тыс қорларын игеруге жұмылдырылады. Қырғыш конвейердің жақтауын 90 градусқа бұру жаңа кинематикалық байланыстарды енгізеді, жүйенің динамикасын және онсыз бөлшектердің беріктігі мен сенімділігін, тозу аймақтарын анықтау мүмкін емес кез-келген астаудан конвейер жақтауын бұрудың кернеулі-деформацияланған күйін өзгертеді.

Конвейердің бұрылмалы жүйелерге қатысты қозғалыстың көп денелі динамикасына негізделген мұндай есептерді есептеу әдістемелері жоқ, ал астаулар тобынан бұрылу аумағының болуы қырғыштардың соққысы әрекетінен жақтаудың жүктелу сипатын күрт өзгертеді, бұл оларды есептеу және жобалау мүмкіншіліктерін айтарлықтай күрделендіреді. Бір дененің ғана қозғалысына келтіру арқылы әдістемені қарапайымдандыру алынған нәтижелерді бұрмалайды және конструкцияның төмен технологиясына әкеп соғады: қырғыштардың бұзылуы және жанасатын аймақтардың тозуы. Сондықтан, конвейерді тізбекті құрастыру кезінде жұмыс үрдістерін осцилографтау және оның көрсеткіштерін өлшеу арқылы үйлестіріп шекті элементтер әдісін және динамика теңдеулерін дискреттеуді қолдану арқылы көп денелі динамикалық топсалы жүйені имитациялық үлгілеу негізінде есептерді шешу зерттеулердің өзекті бағыты болып табылады. Сонда конструкциялардың технологиялылығын қамтамасыз ету оның технологиялық ұтымдылығы, мұра қалуы және ұзақ мерзімділігіне әкеп со,атын көптеген көрсеткіштерге әсер ету арқылы жүзеге асырылады.

Зерттеудің гипотезасы конструкцияның технологиялылығын қамтамасыз ету кезінде бүйір аралықтарындағы топсалармен астауларды қосу және қырғыштардың олардың бүйірлерімен жанасатын роликтермен тұрақты қозғалысы есебінен конвейер жақтауын 90 градусқа бұруды жүзеге асыру мүмкіншілігі туралы болжам болып табылады.

Зерттеу мақсаты: роботтандырылған режимдерде жұмыс істеу мүмкіншілігін, беріктігін және оның оңтайлы құрастырылуын қамтамасыз ету арқылы қырғыш конвейердің жаңа бұрылмалы топсалық жүйесін әзірлеу, үлгілеу және зерттеу.

Зерттеу нысаны: тарту органымен өзара әрекеттесетін астаулардың топсалы жүйесі және бұрылмалы қырғыш конвейердің жаңа конструкциясын имитациялық үлгілеу әдістемесі.

Зерттеу пәні: бөлшектердің қарқынды жүктеме аймақтарын, олардың тозуы мен беріктігін анықтау үшін бұрылмалы конвейердің топсалы қосылыстарына жүктемені қалыптастыру ерекшеліктері.

Мақсаттарға жету үшін келесі **тапсырмалар** орындалды:

- конструкцияның жұмыс істеу қабілеттілігін қамтамасыз ететін құрастыру, конвейерлердің бұрылмалы топсалық жүйелерінің өзара әрекеттесуін қамтамасыз ететін технологиялық шарттар, конструктивті сұлбаларды талдау;

- конструкцияның беріктігі және байланыс аймақтарының тозуы, кернеулі-деформацияланған күйді талдауға арналған конвейердің бұрылу аймағындағы жақтау және қырғыш тарту органының қозғалысын имитациялық үлгілеу әдістемесін әзірлеу;

- механикалық құрылғыларды дайындау және пайдалану кезінде деректер базасында қолдануға арналған сандық үлгілерді жасау;

- эксперименталдық зерттеулер әдістемесін әзірлеу және жүрісі 0,5 м дейін тарту гидродомкраттары мен шағын стендтері бар толық өлшемді конвейердің жаңа екі жетек жүйесі үшін осы зерттеулерді жүргізу;

- деректер базасына арналған көп өлшемді жіктеулерді қолдану арқылы конвейердің күрделі конструкциясын құрастыру технологиясын әзірлеу.

Зерттеу әдістері:

- көп өлшемді жіктеулердің инфологиялық үлгілері бар деректер базасында басқару ерекшеліктерін айқындай отырып, әзірленетін механизмдердің технологиялылығын арттыру әдістерін, құрастыру үрдістерін, құрылымын жақсарту жолдарын анықтау кезінде конвейердің бұрылмалы жүйелерін жүйелік талдау;

- материалдың шектің күйі аймақтарын және мүмкін тозуын, кернеулі-деформацияланған күйді анықтау кезінде бөлшектердің жылдамдатылған қозғалысын есепке ала отырып, Adams және Mechanical APDL (Ansys) пакеттерінде соңғы элементтік технологиялар мен динамика теңдеулерін сызықтандыру әдістері;

- заманауи тіркеу құралдары: гидродатчиктер, жиілік түрлендіргіш, осциллограф, сериялы және әзірленген стендтық жабдықтар, жүктеу құрылғылары және зерттелетін динамикалық өзгертін үрдістердің видеожазбасы және байланы аймақтарының тозуын бақылайтын конвейердің созылуын имитациялайтын элементтер негізінде эксперименталдық зерттеулер жүргізу әдістері.

Ғылыми жаңалығы:

Алғаш рет әзірленген гидравликалық кернеуі бар екі жетекті бұрылмалы конвейердің жүктемесін имитациялық модельдеу әдістемесі негізінде, оның элементтерінің жеделдетілген қозғалысы кезінде және бір-біріне қатысты 15° дейінгі бұрышқа бұрылған бұрылыс аймағындағы торлы борт бойымен қырғыштары бар тартқыш органның қозғалыс әдістемесі орнатылды:

- астаулар тігісіне жақындағанда артатын және 0,45 кН дейінгі шамаға жететін қырғыштың үдеулері мен тіреу күштерінің таралуы алынған;

- айналу аймағында рештактар тобының буындарындағы тірек реакцияларының таралу тәуелділігі 90° және 40 кН дейінгі тарту күші алынды;

Құрылымды жеңілдете отырып, 8-9 мм торлар арасындағы технологиялық алшақтық конвейердің кері жұмыс режимін қамтамасыз ететіні және қалыпты таралу заңы бар кездейсоқ шама бола отырып, құрастырудың толық емес өзара алмастыру әдісін қолдануға негіз болатындығы анықталды, мұнда есептеу теңдеуінде ұштардың бұрыштық көлденең және бойлық ығысулары есепке алынады және оларды дайындаудың соңғы сатысында борттардың тік ұштарын нақтылау қажет;

Белгіленген: қырғыш ролигінің қозғалысы кезінде бүйірлердің кернеулі-деформацияланған күйі 40 мм кем емес диаметрде олардың әрі қарай пластикалық деформациялануын туындатпайды, бұл конструкцияның шағын өлшемін, реверспен жұмыс тәртібін қамтамасыз етеді.

Алғаш рет қырғыш ұштарын технологиялық, ұтымды құрастыру, ұзақ мерзімді пайдалану және патенттік жаңалық талаптарына жауап беретін роликтермен жабдықтау арқылы шток жүрісі 0,5 дейінгі гидравликалық жүйемен қырғыш тарту органын созу кезінде астаулардың бұрылыс түйіндерінің конструктивті және кинематикалық сұлбалары әзірленген.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

- камераға кірген кездегі конвейердің қауіпсіз жұмысына көршілес астаулардың шекті бұзылыстары 20 градустан аспағанда, орта есеппен 15 градус деңгейінде орнатылғанда қол жеткізіледі, жақтаудың бұрылысы мен қозғалысы қырғыштардың оның борттарымен топсалы қосылыстар аумағында өзара әрекеттесу сипатын өзгертеді, ал оларды сәйкестендіру байланыс аумақтарының ерекшеліктерін, жүктемелердің таралуы мен олардың тозуын сипаттайтын пульсация пакеттерінің пайда болуы есебінен созу гидроцилиндрлерінің қысымы осциллограммаларында байқалады;

- жаңа машинаны жобалау кезеңінде оның құрамдас бөліктерін дайындау, құрастыру, жөндеуді, қолданудың жаңа технологияларына және бағдарламалық инновацияларға конструктивті бейімделуін жиынтық есепке алу оның ұзақ мерзімділігін 15-20 жылға ұзартады, технологиялық қамтамасыз етеді, жөндеу алаңдарын азайтады және оны роботтандыру мүмкіншіліктерін қамтамасыз етеді;

- көлемді ортада топсалы байланысқан түйіндері бар көп денелі жүйенің бұрылыс үлгісін жасауға үлгіге енгізілетін элементтер мен олардың байланыстарын құрастыруды басшылыққа ала отырып, қозғалыс теңдеулерін таңдауды жүзеге асыратын динамикалық үлгілеу пакетін қолдана отырып, осы үрдісті күрделі компьютерлік имитациялау арқылы жүзеге асырылды, мұнда әр үлгі үшін орындалды: әрекет ету облысын негіздеу, механикалық жүйенің үзілу әсері, шешімдерді бақылау, жақтауға астауларды бұрылудың жиынтық бұрышын 90 градусқа дейін арттыра отырып тізбекті қосу барысында конвейердің толық өлшемді үлгісінде және стендтерде нәтижелерді

эксперименталдық тексеру, үлгіленетін және нақты көрсеткіштердің рұқсат етілетін ауытқулардан аспайтын сәйкестіктері алынған.

Автор қорғайды:

- комбайнның соңынан камераға, сонымен қатар бөлшектердің байланысы кезінде қарқынды тозу аймақтарын анықтау арқылы жақтаудың 90° және астаулар жұбының 15° аспайтын бұрышқа бұрылу аймағында қырғыштармен бірге тарту органының қозғалысына барабар үдеуінде айналмалы және айналмалы-үдемелі шарнирлі конвейер жақтауының қозғалысын имитациялық үлгілеуді жүргізу әдістемесін;

- қырғыш ролигінің қозғалыс аймағындағы астаулар арасындағы технологиялық саңылауды есептеу әдістемелері және құрастыру ерекшеліктерін: шағын және сериялық өндірісте конвейер жақтауын құрастыру әдісі;

- құрастыру, кинематикалық байланыстарды талдау және бөлшектердің жүктелуі туралы деректер құрылымын талдау тиімділігін арттыруға арналған деректер базасының көп өлшемді жіктелімін;

-эксперименталдық зерттеу нәтижелерін.

Жұмыстың тәжірибелік маңыздылығы:

- бұрылмалы конвейерді құрастырудың екі режимін әзірлеу және жүзеге асыру: бұрылмалы конвейерлерді жаппай өндіру және шағын өндіріс кезінде.

Бірінші жағдайда сызықтық күйде және 8-9 мм астауларды 15°-қа бүйір беттің тік бұрышынан 0,5 градустан аспайтын ауытқумен олардың қимасының бойымен және көлденең бұрғанда технологиялық саңылаудың нөлдік өлшемін қамтамасыз ету үшін тұтасымен толық астаудың тігіс беттерін білдектік өңдеу жүзеге асырылады.

Екінші жағдайда саңылау беттері жергілікті жерлерде өңделеді және тесіктердің көрсеткіштері бойынша бөлшектер толық емес өзара ауыстырымдылық әдісімен топтастырылады;

- көп өлшемді жіктелімдер, деректерді дайындау және сақтау, құрастыру сұлбалары, сенімділік пен деректер базасындағы құнын есептеуді қолдану арқылы конструктивті талдау әдістемесі;

- астаулардың жаңа топтары мен тарту органының бөліктерін құрастыруға сатылай қосқан кездегі заманауи тіркеу құрылғылары бар асинхронды және гидравликалық жетекті бұрылыс аймағында шағын және толық өлшемді бұрылмалы конвейерді стендтық және зауыттық сынау әдістемесі.

- жүргізілген зерттеу нәтижелері технологиялық машиналарды жобалаумен байланысты пәндер үшін ҚарТУ оқу үрдісінде де қолданылуда, атап айтқанда бакалавриат 6В07111 білім беру бағдарламасының «Тау-кен машиналарын жобалау және құрастыру», «ТКМЖ АЖЖ» пәні, сонымен қатар магистратураның 6В07111, 6В07104 білім беру бағдарламалары «ЭЕМ арнайы курсы», «Тау-кен жабдықтарын имитациялық үлгілеу құралдары және жүйелері».

Сонымен қатар, диссертацияның ғылыми-тәжірибелік нәтижелерін енгізу «KazTechPro» ЖШС жүзеге асыратын келешек жобаларда қолдану жоспарлануда. Енгізу актісі бар.

Ғылымның даму бағыттарына немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі

Диссертация Қазақстан Республикасында машина жасауды дамыту жөніндегі мемлекеттік бағдарлама (2020-2025жж.) және ҚР БҒМ «Қисық сызықты қазбалар және камералық қазып алу жүйелері үшін қазылған табан жазықтығында тасымалдау технологиясының жүк тасқыны бұрышын 90 градусқа дейін бұруына сәйкес негізгі элементтерімен басқарылатын конвейердің айналмалы торабының жаңа конструкциясын сынау, дайындау және әзірлеу» АРН№05134441 тақырыбы бойынша мемлекеттік гранттық қаржыландыру жобасы шеңберінде, Энергитика және машина жасау басымдығына сәйкес 8D071 – «Инженерия және инженерлік іс» дайындау бағыты, 8D07101 – «Машина жасау» білім беру бағдарламасына сәйкес орындалды.

Зерттеуді апробациялау және жарияланымдар

Диссертацияда алынған ғылыми зерттеулердің нәтижелері «KazTechPro» ЖШС өндірістік қызметіне ғылыми зерттеулердің нәтижелерін енгізу актісіне және бакалавриат пәндері үшін 6B07111 білім беру бағдарламасының «Тау-кен машиналарын жобалау және құрастыру», «ТКМЖ АЖЖ» пәні, сонымен қатар магистратураның 6B07111, 6B07104 білім беру бағдарламалары «ЭЕМ арнайы курсы», «Тау-кен жабдықтарын имитациялық үлгілеу құралдары және жүйелері» пәндері бойынша оқу процесіне тіркелген. Сондай-ақ, автордың ғылыми тағылымдамадан өткендігі туралы сертификаты ұсынылды (Кемерево қ., Ресей). Диссертация жазу барысында 1 Еуразиялық патент және Қазақстанның өнертабысқа 1 патенті алынды.

Жұмыстың негізгі қағидалары 9 баспа жұмысында көрсетілген, соның ішінде Scopus базасына енген журналда жарияланған 2 мақала, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің ғылым және жоғары білім саласында сапаны қамту комитетімен ұсынылған баспалар тізімінің қатарына кіретін журналдарда жарияланған 3 мақала, халықаралық конференцияларда 2 тезис.

«Исследование поворотной системы для выемки камер» Scopus базасына кіретін Уголь журналындағы мақалада: DOI <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-6-55-60> автор бөлшектердің өзара әрекеттесуін модельдеумен жұмыстың сенімділігін, құрастырылуын және құнын есептеу мүмкіндігімен көпөлшемді жіктемелердің дерекқорын әзірледі, тау-кен машиналарының технологиялылығы мәселелерін зерттеді, соның ішінде олардың өмірлік циклін ұзарту және қолданудың жаңа әдістеріне конструктивті бейімделуі туралы.

«Моделирование камерной выемки с уступной формой забоя» Уголь журналындағы мақалада, DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-1-14-20> бұрылмалы конвейердің стендтік және зауыттық сынақтарында эксперименттік зерттеулер жүргізу мәселелерін, сондай-ақ оны қолдану схемасын қарастырды.

«Разработка шарнирной системы поворотного конвейера» Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы, «Техникалық

ғылымдар және технологиялар сериясы» журналында автор гидравликалық домкраттар негізінде бұрылмалы-үдемелі топсалар жүйесін ұсынды және зерттеді, болған жағдайда олардың өзектерінің тозу аймақтарына эксцентрикалық жүктеме орнатуын қарастырды.

«Исследование особенностей работы систем поворота конвейера в плоскости транспортирования» Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университетінің хабаршысы (ШҚТУ хабаршысы) журналында бұрылмалы конвейердің топсалы жүйелеріне көптеген жүктемелердің қалыптасуын, олардың таралуы мен максималды мәндерін, құрылымдық орындалу ерекшеліктерін және жаңа жұмыс схемаларын зерттеді, бұрылмалы конвейердің торлы бөлшектерінің сатыларында құрастыру регламентін және торлы сызықтық және орналастырылған күйдегі құрастыру ерекшеліктерін, құрастырудың маңызды сәті сызықтық позициядағы торлар арасындағы нөлдік саңылауларды қамтамасыз ету және 15° -қа бұрылғаннан кейін 8-9 мм-ден аспауы керек, бұл үшін кезеңдері мәліметтер базасында бекітілген құбырды құрастыру ұсынылады. Стендтік зерттеулер, мотор-редукторы бар жетектің толық масштабты макетін және бұрылмалы конвейердің гидравликалық керілу жүйелерін іске қосуды ескере отырып, алынған нәтижелер бойынша конструктивті талдау модельдеу әдістемесінің нақты жұмыс жағдайларына сәйкестігін көрсетеді.

Жұмыстың көлемі мен құрылымы. Бұл диссертация келесі бөлімдерден тұрады - кіріспе, 4 бөлімнен, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімі және 3 қосымша. Диссертация баспа мәтінінің 165 бетінде баяндалған, 83 суреттен, 2 кестеден және 92 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Зерттеу нәтижесі және негізгі қорытындылар. Диссертациядағы ғылыми зерттеулер маңызды қолданбалы мәселені шешуді қамтамасыз ететін жаңа деректер мен заңдылықтарды алды: бұрылмалы қырғыш конвейерінің топсалы қосылыстарының өзара әрекеттесуін қамтамасыз ететін конструкцияны, технологиялық жағдайларды әзірлеу, олардың көлемі өндірілгеннен кем емес күрделі көмір қорларын өндіруге тарту үшін оларды қысқа кенжармен қазу кезінде ағынды тасымалдауды қамтамасыз етеді.

Зерттеулер нәтижесінде келесі қорытындылар алынған:

1. Жаңа техниканы жобалау құрастыру, жинақтау және бұзудың, түйіндерді дайындаудың (олардың технологиялылығы) тиімді сұлбаларының мүмкіншіліктерін ескеруі қажет екені белгіленген, мұны Қарағанды аумағында оларды әзірлеу тәжірибесі де растайды. Бұл білдек жабдықтарының, машина жасау зауыттары құрылымының, олардың механикалық құрастыру цехтарының бұрмалануының алдын алады және пайдалану ұзақтығының 15-20 жылға дейін артуына ықпал етеді.

2. Бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі топсалары бүйір орналасқан және тарту тізбегі ортасында орналасу арқылы әзірленген конвейердің вертикаль түйық конструкциясы технологиялылық қағидаларына жауап береді, ол ені бойынша 1 м аспайтын минималды өлшемдерді қамтамасыз етті, ал қырғыштарда роликтерді қолдану астаулар арасындағы технологиялық

саңылау 8-9 мм болғанда, олардың диаметрі 40 мм кем емес болған жағдайда пластикалық деформациялану аймақтарының өсуінің болмауын қамтамасыз етті. Пайдалану аясын кеңейту күрделі орналасқан көмір қорларын өндіруге арналған жүйенің өмір кезеңінің ұзақтығын арттырудың айтарлықтай элементі болып табылады.

3. MS Adams жүйесінде имитациялық үлгілерді жасау кезінде Эйлер-Лагранж теориясына сәйкес қырғыштары бар шынжыр бөліктерінің астау бойымен және олардың тігісі арқылы, сонымен бірге бұрылыс аймағында астаулар арқылы қозғалысы үшін олардың әрекет ету облысын анықтау жаңа шешімдерді талап етеді. Жүйенің қозғалыс тендеулерін талдаудан көретініміздей, бұл жақтау қазбадан камераға қарай бұрылғанда көп денелі жүйе үшін механизмдердің голономиялық шарты кейбір түйіндер үшін бұзылуы мүмкін. Әсіресе, жаңа жағдайда бастапқы жылдамдығының өзгеруі есебінен қырғыштың бір астаудан басқасына ауысуын есепке алу талап етіледі.

Конвейер күйінің өзгеруін айқындайтын, топсалық жүйенің көптеген деректері автоматтандырылған жүйелерге арналған көп өлшемді жіктелімдер негізінде орындалған конвейер нысандарын құрылымдық сипаттауға арналған деректер базасында орналасқан.

4. Құрастыру тізбегі өлшемдерінің орташа шамаларынан ауытқу бойынша бөлшектерді топтастыру есебінен, мысалы тесіктердің d_1, d_2, \dots, d_i диаметрлері көздер мен олардың осьтері центрінің конвейер бүйірінің бетіне жуықтау шамалары және саңылауды конструктивті нақтылау дәлдігін жақсарту арқылы шектеулі өндірістік (стапельды құрастыру) құрастыру технологиясы әзірленген.

5. Жаппай өндіріс кезінде жиналған күйінде астаудың тігіс беттерін білдекті өңдеу арқылы құрастыру қолданылуы мүмкін. Технологиялық саңылау $3d$ есептеумен, орташа шама 8-9 мм болып анықталады, таралу заңы қалыпты кездейсоқ шама болып табылады, толық емес өзара ауыстырымдылық әдісін қолдану жаппай өндіріс үшін ұсынылады.

6. Қырғыш ролигінің қауіпсіз қозғалысына 40 мм кем емес диаметрде қол жеткізіледі, бұл конструкцияның шағын өлшемін, материалдың пластикалық деформациялануының өсу аймақтары болмаған жағдайда реверспен жұмыс істеу тәртібін қамтамасыз етеді.

7. Айналу аймағында қырғыштардың конвейердің бортына тірелуі арқылы тарту тізбегінің қозғалыс режимдерін есептеу және жақтаудың топсаларындағы реакцияларды есептеу әдістемелері белгіленген, мұнда, максималды мән тарту күші 40 кН бас астауда туындайды.

8. Бұрылмалы конвейердің топсалы жүйелерінің өнеркәсіптік сынаулары жүргізілген және бұрылу аймағында бір тізбекті конвейер қырғыштарының тұрақты қозғалысы негізделген, бұл жақтауды 90° дейін бұрған кезде астау борттарының бойымен қырғыштар мен конвейер жақтауының комбайн соңынан қозғалысын имитациялық үлгілеу нәтижелері растады.

9. Өндірістік экспериментпен Adams және Ansys бағдарламаларында имитациялық үлгілеу, теориялық есептеу нәтижелерінің сәйкестігі алынған.

10. Жұмыс Қазақстан Республикасында машина жасауды дамыту бойынша мемлекеттік бағдарламасының (2020-2025жж.) аясында және ҚР БҒМ «Кенжарлық қазу және қисық сызықты қазба жүйелеріне арналған қазба топырағының жазықтығында 90 градус бұрышқа дейін жүк ағынын бұратын конвейердің жаңа бұрылмалы түйінінің конструкциясын әзірлеу, дайындау және сынау» грантын дайындау және орындау кезінде орындалған.

11. Имитациялық үлгілеу және олардың бағдарламаларының әзірленген амалдары, бөлшектердің зерттелген кернеулі деформацияланған күйі мен қарқынды тозу аймақтары, құрастырудың техникалық регламенттері стендты әзірлеу тапсырмасында ескерілген – тарту құрылғысының гидрожетегі және асинхронды қозғалтқышты толық өлшемді орындалудағы қырғыды бұрылмалы конвейер камералық қазуға арналған бұрылмалы конвейердің тәжірибелік үлгісін жасау үшін негіз болып табылады.