

«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғам

ӘОЖ 621.8=512.122

Қолжазба құқығында

АСМАҒАМБЕТ ДИАНА КЕНЖЕБАЙҚЫЗЫ

**Топса қосылыстарының өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету негізінде
бұрылмалы конвейердің конструкциясын зерттеу және әзірлеу**

8D07101 – Машина жасау

Философия докторы (PhD)
дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесшілер
техника ғылымдарының докторы,
профессор
Жетесова Г.С.

техника ғылымдарының докторы,
доцент
Бейсембаев К.М.

техника ғылымдарының докторы,
профессор
Буялич Г.Д.
(Кемерев)

Қазақстан Республикасы
Қарағанды 2024

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	4
1 ҚЫСҚА САҢЫЛАУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНА АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СХЕМАЛАРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ТАЛДАУ, БӨЛШЕКТЕРДІ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ ҚҰРАСТЫРУ МАШИНАЛАРЫН ДАЙЫНДАУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ.....	10
1.1 Қарағанды машина зауыттарында тау-кен техникасының даму ерекшеліктері.....	10
1.2 Машина-технологиялық жүйелер, құрылымдық схемалар, оларды бұрылмалы элементтермен маневр жасау технологияларына қолдану ерекшеліктері.....	12
1.3 Тазарту кенжарын бұру және маневрлеу арқылы қатты минералдардың күрделі жатқан учаскелерінің технологияларын қолдану ерекшеліктері.....	21
1.4 Көлденең және тік жабық конвейерлердің бұрылмалы қосылыстарының жұмыс ерекшеліктері және оларды камералық қазба жағдайында құрастыру.....	22
1.5 Қысқа саңылаулар сызбаларының конвейерлерінің бұрылмалы жүйелері топсаларының жаңа сызбаларының маневр жасау кезінде бетті кеңейту арқылы жұмыс жасау ерекшеліктері.....	27
1.6 Бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі топсалары бар маневрлік жабдықтың, жұмыстардың архитектурасының өзгеруін ескере отырып жұмыс жасау шарттары.....	34
Бірінші бөлім бойынша қорытынды.....	38
2 КЕРГІШ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫҢ ЖҰМЫС ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНІҢ ОСЦИЛЛОГРАФИЯСЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, БҰРЫЛМАЛЫ КОНВЕЙЕР ЖҮЙЕСІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІН СЫНАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ.....	40
2.1 Бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі топсаларды зерттеудің шарттары мен бағыттары.....	40
2.2 Зерттеудің әдістемелік элементтері, стендтер, айналмалы жүйелердің үлгілері, осциллограммалардың ерекшеліктері және кейбір нәтижелер.....	44
2.3 Зерттеу нәтижелері және қырғыштарды бекіту ерекшеліктері.....	69
Екінші бөлім бойынша қорытынды.....	77
3 СОҢҒЫ ЭЛЕМЕНТТІК ЖӘНЕ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУДІ ҚОЛДАНУДЫҢ НЕГІЗДЕМЕСІ ЖӘНЕ ӘДІСТЕМЕЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	79
3.1 Соңғы-элементтік модельдеудің ерекшеліктері.....	79
3.2 Серпімді және серпімді-эластопластикалық модельдеу.....	80
3.3 Adams динамикалық бағдарламалау пакеті негізінде тақтаның ішкі контуры бойынша қырғыштардың қозғалысын модельдеудің	

әдістемелік ерекшеліктері.....	82
3.4 Комбайнның ізімен тұғырды 90 градус бұрышқа бұрып камераға тартылатын конвейерді модельдеудің әдістемелік ерекшеліктері...	91
3.5 Бір тізбекті конвейер моделінен екі тізбекті конвейер моделіне көшу.....	111
Үшінші бөлім бойынша қорытынды.....	119
4 КӨПӨЛШЕМДІ ЖІКТЕУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНДА ОНЫҢ СЫЗЫҒЫН 3D-ДЕ БҰРУ ЖҮЙЕЛЕРІ БАР КОНВЕЙЕРДІ ҚҰРАСТЫРУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ НЕГІЗГІ АГРЕГАТТАРДЫ ЕСЕПТЕУ, МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	120
4.1 Бұрылмалы топсаның құлақшалары, рештактардың бүйірлері арасындағы технологиялық алшақтық, толық емес өзара алмастыру әдісі.....	120
4.2 Бұрылмалы конвейерді басқару және құрастыру үшін ақпараттық деректер базасының моделін әзірлеу.....	133
4.3 Бұрылмалы конвейерді жинау процестерін әзірлеу.....	137
Төртінші бөлім бойынша қорытынды.....	144
ҚОРЫТЫНДЫ.....	145
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	147
ҚОСЫМША А – Акт енгізу.....	153
ҚОСЫМША Ә – Патенттер.....	155
ҚОСЫМША Б – Куәлік.....	165

КІРІСПЕ

Машина жасау бүкіл әлемде ұлттық өнеркәсіптің технологиялық деңгейінің көрсеткіші ретінде қабылданады. Бұл сала сабақтас салаларды дамыту үшін мультипликативтік әсер береді, халықтың жұмыспен қамтылуын бірнеше есе арттырады және осылайша жалпы экономиканың бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етеді.

Демек, Қазақстан экономикасының өсуі машина жасаудың озық өсуімен қатар жүруі тиіс. Бұл өнеркәсіп кәсіпорындарында механикаландыру дәрежесін арттыруға және республика экономикасы салаларында еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Қазақстан Республикасында көмір, кен және металлургия өндірісін белсенді дамыту нәтижесінде, әсіресе 2008 жылдың соңына дейінгі шикізат бумы кезеңінде тау-кен-металлургиялық машина жасау саланың ең жылдам дамып келе жатқан сегменттерінің бірі болып табылады.

Қазақстан Республикасының тау-кен өнеркәсібі және металлургия үшін машина жасау өніміне ішкі сұраныс көлемі 2008 жылы 145 млрд. теңгені құрады. Сұраныстың едәуір бөлігі машина жасау өнімінің импорты есебінен қанағаттандырылады - ішкі өндіріс көлемі 27 млрд. теңгені (сұраныстың 18%) құрады.

2006-2008 жылдары импортты алмастыруға бағытталған мемлекеттік саясат Қазақстан Республикасының ішкі сұранысын өз өндірісімен қанағаттандыру үлесінің өсуін ынталандырды, ол 2006 жылдан бастап 2 есеге өсіп, 16%-ды құрады (2006 жылы 8%-бен). Бұдан әрі мемлекеттік қолдау көрсету кезінде, сондай-ақ салада инжинирингтік қызметтер мен технологиялар трансфертін дамыту кезінде ішкі өндіріс 2014 жылға қарай ішкі сұраныстың 30%-на дейін қанағаттандыра алады.

Тау-кен жабдықтары зауыттарының жағдайына жүргізілген талдау олардың бірқатарының бұрын шығарылған номенклатураны қалпына келтіруге немесе жаңа өндірістерді ұйымдастыруға қабілетті екенін көрсетеді.

Тау-кен металлургиялық машина жасаудағы отандық өнімдердің ең перспективалы топтары: өздігінен жүретін бұрғылау және тиеу-тасымалдау жабдықтары, гидравликалық және пневматикалық перфораторлар, редукторлар, бұрылмалы конвейерлер, болат балқыту жабдықтары, илемдеу жабдықтарының кең номенклатурасы, қосалқы бөлшектер өндірісі және т.б.

Қазақстан Республикасында тау-кен металлургиялық машина жасау өнімдеріне сұраныс орташа жылдық өсу қарқынымен 7% болжанады.

Сегмент өнімдеріне сұраныстың өсуінің негізгі факторлары:

- пайдалы қазбаларды өндіру көлемін және болат және басқа қорытпалар өндіру көлемін ұлғайту;

- тау-кен металлургия секторының негізгі қорларын жаңарту қажеттілігі.

Сондықтан диссертациялық жұмыстың өзектілігі мол.

Зерттеудің 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 соғатын көптеген көрсеткіштерге әсер ету арқылы жүзеге асырылады.

Роботтандырылған режимдерде жұмыс істеу мүмкіншілігін, беріктігін және оның оңтайлы құрастырылуын қамтамасыз ету арқылы қырғыш конвейердің жаңа бұрылмалы топсалық жүйесін әзірлеу, үлгілеу және зерттеу **жұмыстың мақсаты** болып табылады.

Тарту органымен өзара әрекеттесетін астаулардың топсалы жүйесі және бұрылмалы қырғыш конвейердің жаңа конструкциясын имитациялық үлгілеу әдістемесі **зерттеу нысаны** болып табылады.

Бөлшектердің қарқынды жүктеме аймақтарын, олардың тозуы мен беріктігін анықтау үшін бұрылмалы конвейердің топсалы қосылыстарына жүктемені қалыптастыру ерекшеліктері **зерттеу пәні** болып табылады.

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.

Ғылыми-зерттеу және ғылыми-техникалық жұмыстарды орындау кезінде келесі әдістер қолданылды:

- 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 стендтік 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 150 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 ролиннің 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 технологиялылық, 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 негізгі ғылыми ержелер:

- 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, технологиялылығын 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 өндірістік дайындау кезінде бастапқы (сызықтық) жағдайда нөлдік саңылаумен стапельды құрастыру жүзеге асырылады;

- жаппай өндірісте астаудың тігіс беттерін орлардың жиналған күйінде ірі өлшемді көлденең фрезерлік білдектерде өңдек арқылы құрастыру қолданылуы мүмкін.

- 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 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».

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

Ғылыми ережелердің, қорытындылар мен ұсыныстардың негізділігі мен дұрыстығы

Ғылыми ережелер, қорытындылар және нәтижелер тапсырманы дұрыс қою, теориялық және эксперименталдық зерттеулердің сәйкестігімен расталады. Имитациялық үлгіде және олардың әрекет ету облыстарында, сонымен қатар механизм үлгілерінің голономиялығы мен Эйлер-Лагранж теориясының негіздеріне сай келетін, динамикалық үлгілеу пакетінде қабылданған бөлшектер және олардың қосылыстарын тұрғызуға арналған примитивтер, қолданылған қозғалыстардың сәйкестігінің негізделуі. Зерттеу

тақырыбына сәйкес патенттер алынған: өнертабысқа Еуразиялық патент (№040616, 06) өндіру агрегаты және Қазақстан Республикасының өнертабыс патенті (№35873) бұрыштық қырғыш конвейер (Қосымша Ә), Ресей Федерациясы, Кемерово қаласында өткені туралы куәлік біліктілігін арттыру туралы (Қосымша Б).

Жұмысты апробациялау

Жұмыстың мазмұны халықаралық конференцияларда және семинарларда баяндалған:

1. Разработка рудных жил с применение поворотного бронированного скребкового конвейера // Халықаралық ғылыми-тәжірибелік online конференция «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын жүзеге асыру негізі» (Қарағанды, 2020. – Б. 315-317).

2. К исследованию работы поворотных и поворотно-поступательных шарниров конвейеров // Халықаралық ғылыми-тәжірибелік online конференция «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын жүзеге асыру негізі» (Қарағанды, 2021. – Б. 1397-1399).

3. Управление механизмами в пакете динамического программирования // Актуальные проблемы современности. – 2021. – №1(31). – С. 170-178.

Жарияланымдар

1. Исследование поворотной системы для выемки камер // Уголь. – 2023. – №6. – С. 55-60.

2. Моделирование камерной выемки с уступной формой забоя // Уголь. – 2021. – №1(1138). – С. 14-20.

3. Проблемы проектирования поворотного узла скребкового конвейера // ҚарМТУ. – 2020. – С. 19-23.

4. Разработка шарнирной системы поворотного конвейера // Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. – 2021. – №4(137). – С. 48-57.

5. Исследование особенностей работы систем поворота конвейера в плоскости транспортирования // ВКТУ хабаршысы. – 2022. – №3. – С. 61-74.

6. Системы Сам в анализе технологии выемки пластов минералов // Ғылыми шолу. Техникалық ғылымдар. – 2021. – №1. – С. 5-10.

Патенттер

1. «Выемочный агрегат» 06.07.2022 жылғы №040616 өнертабысқа Евразиялық патенты.

2. «Бұрыштық қырғыштық конвейер» 30.09.2022 жылғы №35873 Қазақстан Республикасының өнертабысқа патенты.

Диссертацияның құрылымы Жұмыс нормативтік сілтемелерден, Белгілеулер мен қысқартулардан, кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады. Жұмыстың мазмұны, 92 дереккөзді, 1 кесте және 81 суретті қолдана отырып, 165 бетте көрсетілген.

1 ҚЫСҚА САҢЫЛАУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНА АРНАЛҒАН ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СХЕМАЛАРЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ТАЛДАУ, БӨЛШЕКТЕРДІ ДАЙЫНДАУ ЖӘНЕ ҚҰРАСТЫРУ МАШИНАЛАРЫН ДАЙЫНДАУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

1.1 Қарағанды машина зауыттарында тау-кен техникасының даму ерекшеліктері

Қазақстан Республикасының машина жасау өнеркәсібін дамыту Қазақстан Республикасының табиғи ресурстарын табысты кешенді пайдаланудың негізгі факторларының бірі болып табылады және бұл ірі зауыттарда тау-кен машина жасауды дамыту тәжірибесін ескере отырып, мүмкін болады. Олардың қатарында КСРО тау-кен машина жасау өнеркәсібінің флагмандарының бірі болған «ҚАРГОРМАШ» өндірістік бірлестігі бар. Мұнда механикаландырылған кешендердің негізгі түрлері шығарылды, олар осы бағыт бойынша әлемде көшбасшы болып табылатын КСРО-ның негізгі көмір өндіру бассейндерінде, соның ішінде Кузбасс, Мәскеу облысы, Донецк және Қарағанды көмір бассейндерінде көмір өндіруді қамтамасыз етті. ОКП-70, М-130, УКП 5 сияқты жаңа техникалық деңгейдегі тіректер кешендерді дайындауға және құрастыруға қойылатын барлық негізгі талаптарды арлығына жауап бере алды, ОМКТ, ОКП, КМ - 81 типті алғашқы механикаландырылған бекітілімдермен салыстырғанда оларды жасауда технологиялық жағынан жетілдірілді. Өндірістік параметрлері және заманауи жүйесі бойынша бүгінгі таңда Қарағанды, Кузбасс, Қытай және АҚШ шахталарында қолданылатындардан кем түспеді. Оларды жасау және құрастыру үшін сандық басқарылатын ЧПУ өндірістік желілері пайдаланылды. Сонымен қатар, жобалау схемаларында бейнеленген идеялар отандық болды. Сол жылдардағы технологияның кемшілігі кешендерді басқаруға арналған автоматтандырылған бағдарламалық жүйелердің болмауы еді, дегенмен жобалау схемаларының өзі робототехниканың негізгі принциптеріне сәйкес келеді. Бұл жобалау схемасы маневрлігінің жеткіліктілігі және 3D кеңістігінде құрылғылардың қозғалысын қамтамасыз ету бойынша нақты талаптарға сай болуы керек екенін ескерді.

90-жылдардың басында жерасты өндіруде өзгерістер орын алып, қабырғалары ұзын көмір өндірудің тиімсіздігі туралы сөз қозғауға негіз болды, осыған байланысты олар үшінші әлем елдерінде көбірек тарала бастады. Басқа қай жерде мінсіз тау-кен және геологиялық жағдайлар сақталған және жұмыс күшінің жалақысы Германия, Ұлыбритания, Франция және АҚШ сияқты елдерден бірнеше есе артта қалды. 2015 жылдың соңынан бастап Германия мен Англиядағы шахталар іс жүзінде жұмысын тоқтатты. Ресейдегі ИПКОН РАН және Қазақстандағы ИПКОН НАН осындай жағдайдың туындау мүмкіндігі туралы ескертті, бұл шикізатты және тау-кен өндіру нәтижесінде пайда болғандарды кешенді пайдалану қажеттілігін, сондай-ақ одан туындайтын жұмыстармен түсіндірді. Олар шикізатты мүлде басқа принциптермен салынған химиялық немесе энергетикалық жобаларда, мысалы, Өзбекстанның Ангреніндегідей және басқа жобаларда пайдалану үшін оны үнемдеуге

шақырды. Батыстың ең дамыған елдерінің бірі АҚШ өз кеніштерін қолдап, камералық технологияларға негізделген тау-кен өндірудің жаңа схемаларын дамытты. Бұл технологияны қолдану үшін күрделі салымдар ұзын қабырғалар үшін 4 есе аз, бұл өндірісті монополиясыздандыруға, рототехникалық құрылғылар мен ұңғымалық технологияларды дамытуды ынталандыруға мүмкіндік береді. Бірақ камералық технологияны тоқтататын негізгі себеп - шахтадан камераға кескіштер мен конвейер желілерін кіргізуге арналған айналмалы құрылғылардың кең таңдауының болмауы, сондай-ақ 200 м-ден астам тереңдікте шатырды бекіту проблемалары. АҚШ тәжірибесі осындай тереңдіктерге негізделген және камералардағы тау жыныстарын бекіту тік концентрацияда болды, анкерлер шатырға терең еніп, камералардың қуысының үстінде берік арқалықтарды құрады. Бірақ, белгілі болғандай, жұмыстың тереңдеуіне қарай анкерлермен нығайтылмаған камералардың бүйір қабырғалары тау жыныстарының бағандарының қысымына төтеп бере алмай, камераларға қысылып қалған. Ал оларды күшейту әдістері кері бағытқа негізделген тиімдірек технологиялық схемаларды пайдалануды тежеп қойды, оның барысында бұрын шығынға ұшыраған көмірдің барлығы ішінара жойылды. Өйткені металл анкерлермен жұмыс қабырғаларын нығайтуға байланысты камераны кеңейту мүмкін болмады.

Заманауи машина жасаудың принциптері машиналарды жобалаудың жетілдірілген схемаларына негізделуі мүмкін емес және бұл жерде машина схемалары мен өндіріс технологиясы арасында тығыз байланыс бар. Өйткені тиімді параметрлері бар жаңа машина, егер оны жасау, құрастыру және жөндеу күрделі болса және өндірушінің тікелей қатысуын талап етсе, ал ең жаман дегенде өндіруші-зауытқа оралса, оны толығымен дискредитациялауға болады. Әрине, жобалау мен технологияны оңтайландырудың бұл процесі ұзақ және көп жылдарға әсер етті, оны, мысалы, ОКП типті тіректердің шатырларының конструкцияларын әзірлеуді талдаудан көруге болады, содан кейін ОКП 70 , МК, содан кейін ЗМК, мысалы, Глиник типті неміс-поляк дизайнының үлгісі, Фамур, Пиома және венгр Фазосы.

Тау-кен машиналарын сәтті шығару үшін Қарағанды зауытында белгілі бір операциялары бар цехтарға орналастырылған жабдықтар болды. Сонымен РГШО зауытының негізін машина құрастыру цехтары, құрал-сайман және гидравликалық цех, сондай-ақ жол басқыштары мен қырқушыларды жөндеу цехы (комбайн бөлімі) құрады. Бұл ретте диаметрі 2 м-ге дейін немесе одан да көп үлкен бөлшектер өңделді. Мұндай машиналардан бөлек, негізінен электр жетектері бар 3d-де ауыстырылатын құралдың қозғалыс режимдері болды. Жөндеу түрін шешу үшін мамандардың кетуімен шахталарға техникалық қызмет көрсету жұмыстары да жергілікті жерде жүргізілді.

Нақты өндеу режимдері өлшемі үлкен қозғалтқыштарды жөндеуге мүмкіндік берді. Ал машина бөлшектері бұзылған жағдайда оларды қалпына келтіруге құрал-сайман цехының мамандары қатысып, олар тек арнайы жабдықты ғана емес, рационализаторлар мен өнертапқыштар жасаған құрылғыларды да пайдаланды. Ал мұнда қалпына келтіруде тәжірибесі бар

шеберлер мен жұмысшылар ерекше бағаланды. Гидравликалық жабдықтар, гидравликалық тіректер, гидравликалық домкраттар мен дистрибьюторлар ерекше өңдеу дәлдігін талап етті. Сонымен қатар, жоғары қысымда және тұрақты қозғалыста жұмыс істейтін жылжымалы катушкалар арнайы сығуды қажет етті. Ал шахталардағы гидравликалық қондырғылардың істен шығу жиілігіне қарайтын болсақ, зауыттар мен олардың мамандары алға қойылған міндеттерді жақсы орындап шықты.

Қарқынды дамып келе жатқан «ҚАРГОРМАШ» бірлестігіне де осындай міндеттер қойылды, әрине, мұнда неғұрлым жетілдірілген және функционалды жабдықтар жеткізілді, оның ішінде жаңа техникалық деңгейдегі кешендердің бөлшектерін өңдеуге арналған ЧПУ станоктары (ОКП 70, КМ 130), ал соңғы кешен шетелге (Үндістан, Қытай) жеткізілді.

1.2 Машина-технологиялық жүйелер, құрылымдық схемалар, оларды бұрылмалы элементтермен маневр жасау технологияларына қолдану ерекшеліктері

Қысқа шұңқырлы жүйелерді әзірлеу кезінде жылжымалы механикаландырылған (роботтық) және стационарлық-портативті тіректер пайдаланылады. Біріншілері беткі қабатта қолданылады және бұл жағдайда олардың саны 3-тен 15-ке дейін, соңғылары іргелес жұмыстарда, олардың саны тау жыныстарының қысымымен және жойылатын бағанның ұзындығымен анықталады. Кенжар тіректерінің көтергіштігі олардың таңдаған түрі бойынша анықталуы мүмкін, ол гидравликалық тіректердің көтергіштігі бойынша да, қабат қалыңдығы бойынша да кең. Әрине, қысқа кенжарларға (саңылауларға) арналған ерекше мүмкіндіктер бар, бірақ олар әдетте бұл жүйелер кеңінен енгізілген кезде ескеріледі. Біз сондай-ақ машина жасау зауыттарын әмбебаптандыру құрылымдық жағынан жақын ассортиментті өндіру бағытында ғана емес, сонымен қатар оларды жобалау, модельдеу және дайындау жүйелерінде де дамып жатқанын атап өтеміз. Содан кейін олар үшін анау айтқан айырмашылықтары жоқ құрылымдарды жасау енді қиын емес. Мұның бәрі автоматтандырылған желілерде, яғни автоматтандырылған CAD/CAM/CAE жүйелерінің әмбебаптығы ескерілген, өйткені ол зауыт құрылымын қайта конфигурацияламай-ақ ауқымды кеңейтуді қамтамасыз етеді.

Төбелік және негіздік қалқаларды қамтитын контактілі құрылғыларды дамыту мәселелері олардың топсалы жүйелерін әзірлеуді талап етеді. Олар әдетте өте қатты және ұзаққа созылатын бір элементтің жұбын, әдетте саусақ және ауыстырылатын сақинамен де орындалуы мүмкін неғұрлым иілгіш құлақшаны атап көрсетеді. Мұндай жүйелерді есептеу кезінде әдетте түйіспе мәселесін шешу арқылы құлақшаның серпімді-пластикалық деформациялары ескеріледі. Бұл мәселені шешуге арналған бастапқы деректер құрылғының ерекшеліктерімен анықталады, дегенмен бірқатар дизайн мәселелері көптеген топсалы жүйелер үшін әмбебап болып табылады. Бұл жерде біз жұмысын топсалы жүйелер арқылы жасайтын тірек элементтерінің кең санатының құрылымдық және есептік ерекшеліктерін талдаймыз. Осылайша,

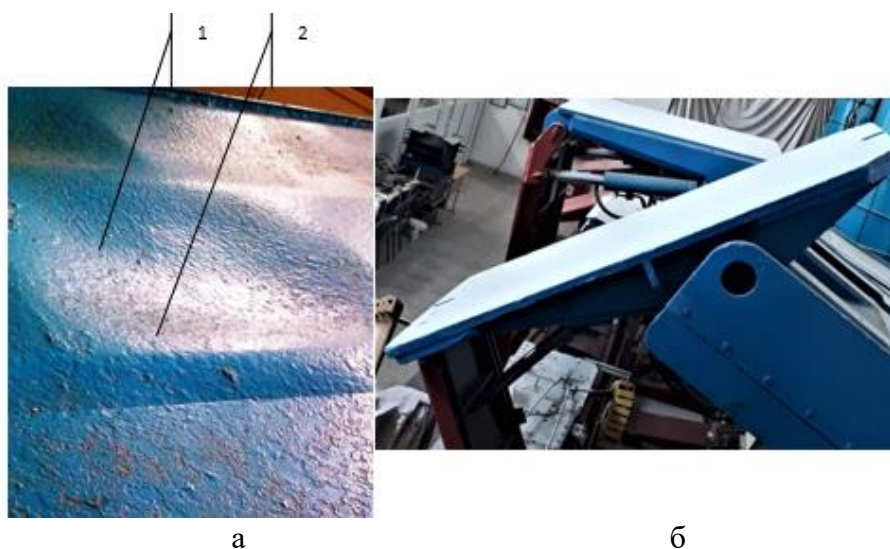
инновациялық жобаларда қуаттандырылған тіректер мен бұрылмалы конвейерлер 3D форматында бірге жұмыс істейді және бұл заманауи роботтық құрылғылардың парадигмасы - олардың ортақ талабы болып табылады. Оларда әмбебаптық дәрежесі шегіне жетіп жығылады, бұл әртүрлі жүйелер үшін көрінеді. 80-ші жылдардың басынан бері тірек секциялары үшін маневрлер көбірек қолданыла бастады, бұл токарлық құрылғылардың дизайнына нақты талаптар қойды. Ал, камералық ойықпен оның артынан бірдей қозғалыстарды жасайтын айналмалы конвейер жүреді. Әрине, бұл жағдайда дизайн схемалары мен мұндай құрылғылардың жұмыс шарттары жақын. Сонымен, атап айтқанда, оларда құрылымның екі жағында орналасқан жағдайда топсаларды ашу және жабу режимі бар. Бұл бекітулер мен конвейерлерге қатысты. Екі жағдайда да ол әрбір топсаның жеке жетегі бар қуат болуы мүмкін немесе жалпы топтық болуы мүмкін. Құрылғы орталықта бұрылыста орналасқанда, ортасында бүйірлерге арналған тесік бар. Бірақ осы аймақтағы басқа элементтердің, соның ішінде тірек бөлігінің немесе конвейер беттерінің негізінің шоғырлануына байланысты біз биіктік бойынша ұлғайтылған өлшемдерді аламыз. Бүйірлік орналастыруда бұл кемшілік болмайды, сонымен қатар бұрылмалы құрылғылар ретінде басқару үшін күшті гидравликалық ұяларды қолдануға болады (бұрылу және жылжыту - бекіту үшін).

Ұзын қабырғалы және камералық технологиялар үшін машина бөлшектерін жобалау мен құрастыру принциптерін әмбебаптандыру иілгіш топсалық байланыстарды қолдануды көздейді, ал тау жыныстарының массасын басқару кезінде беткейдегі механизмдердің функцияларының әртүрлілігі оларды ең күрделі технологиялық машиналардың біріне айналдырады. Шұңқырға биіктігі шамамен 700 м тау жыныстары әсер етеді, бұл оның процестерін басқаруды қиындатады және тау жыныстары мен коллектордағы геомеханикалық процестердің заңдылықтарын ескеретін компьютерлік жүйелер мен бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдалануды қажет етеді. Мұндай бұйымдарды жасау және құрастыру кезінде нақты міндеттер қойылады. Тіректерді және оларды пайдалану кезіндегі басқару жүйелерін жасау барысындағы жобалау жұмыстары көбіне жалпы есептеу және болжау әдістеріне сүйенеді. Қазіргі заманғы автоматтандырылған жобалау жүйелеріне кіреді және мамандандырылған деректер қорларында орналастырылған. Олар ақпараттық технология негізінде ортақ қағидалар негізінде құрылған есептеу модельдеу және жобалау технологияларының бірлігін білдіреді. Олардың ұтқырлығы машиналар мен жабдықтардың ассортиментін азайта келе, олардың сенімділігі мен тиімділігін арттырып, әртүрлі пайдалы қазбаларды игеруге арналған кешендерге технологиялар мен техникалық құралдарды топтастыруға мүмкіндік берді. Біз технологияны әмбебаптандырудың екі негізгі бағытын көрсеттік: лавалар мен камералар. Соңғылары үшін кендер мен көмірді игеруде оларды тиімді пайдаланудың белгілі мысалдары (оның ішінде әлемдік өндіріс рекордтары) бар. Камералық технологиялар пайдалы қазбалар шығынының жоғарылауына әкеледі деп есептеледі, бірақ егер олар ең алдымен ұзын қабырғалар тиімсіз жағдайларда қолданылса, онда бұл кемшілік маңыздылығын

жоғалтады және сонымен қатар бір шахтадағы осы әртүрлі әдістердің үйлесімі тау-кен өндірудің тұрақты, икемді болуына мүмкіндік береді. Бұл жердегі маңызды артықшылығы – игерудің мобильді тәсілін енгізу негізгі даму параметрін өндірілетін пайдалы қазбалардың көлеміне байланысты тиімсіздігіне, ал көптеген пайдалы факторларға байланысты тиімділікке әкеледі. Қазақстанда академик Сағынов А.С. белсенді түрде қолдаған кешенділік идеясы технологияның тиімділігі ұзақ мерзімдік экологиялық зиянын ескеретін дамудың экологиялық факторларын да қамтиды [1-5]. Бұл мәселелердің дамуы әдіснамасы мен модельдеу әдістерін жетілдіруді, қарастырылып отырған процестің логикасын сақтауды талап ететін мәселелерге әкеледі, бұл оның автономды бөліктерін қарастыруға және процесті тұтастай көруге мүмкіндік береді. Жобалаудың маңызды элементі автоматтандырылған жүйелердің элементтері ретінде электрмен жұмыс істейтін шатыр тіректерін дамыту және жетілдіру болып табылады. Зерттеу сұрақтары есептеу және болжау алгоритмдері мен жүйелерін әмбебаптандыру және оларды тау-кен өнеркәсібі өнімдерінің тез өзгертін нарығында пайдалану мүмкіндігін ескеруі керек. Механикаландырылған тірек жұмысының тиімділігін бағалаудың маңызды элементі жұмыс циклінің ұзақтығы және персонал мен жабдық үшін қауіпсіз жұмыс жағдайларын қамтамасыз ету кезінде оның тиімділігі болып табылады. Бұл әдетте шатырдың қаралған учаскесінің тұру уақыты негізінде бағаланады, төбеден дөңес және беттің кеудесінен көмірді сығып алады, олар үстіңгі қабаттың үстіңгі жағымен және гидравликалық тіректермен басқарылады, қаптаманың өлшемі, қаптаманың бүйірлік жыныстармен әрекеттесу үлгілерін пайдаланады.

Біз соңғы 20-30 жыл ішінде тірек кинематикасында түбегейлі өзгерістер болмағанын атап өтеміз, дегенмен 90-шы жылдардың басында батыстық жобалау жүйелері автоматтандырылған және әмбебап болды. Қаптаманың көтергіштігі 2-3 есе өсті және сәйкесінше негізгі тораптар мен бөлшектердің конструктивтік схемалары өзгерді, мұнда негізгі фактор элементтердің жоғары конструктивтік сенімділігін қамтамасыз ету болды [1, с. 3-230]. Таяу жылдары жұмыс технологиясын басқарудың автоматтандырылған жүйелеріне көшу қажеттілігін түсіну ерекше рөл атқарды. Бұл ұзаққа созылған апаттар мен тау-кен жұмыстарының кейіннен тоқтап қалуы салдарынан жабдықты мерзімді жөндеу қажеттілігі және оның құны, профилактикалық және ағымдағы жөндеулер қажеттілігі, сол жылдардағы көмір өндірудің жағдайына нақты экономикалық баға беру бойынша алдыңғы жобалау парадигмасы тиімсіз болды. Бұған шахтаның көмірді уақытылы жеткізбегені үшін айыппұлдар мен жарақат алған жағдайда техникалық қызмет көрсетуші персоналға қомақты төлемдерді қосыңыз. АЖЖ кеңінен қолдану және автоматтандырылған көмір өндіру кешендерін құру көмір өндіруші кәсіпорындардың өзін-өзі қаржылық қамтамасыз ету және оларды мемлекеттік қолдау бағдарламасының арқасында, дамуға ірі инвестицияларды салу мүмкін болған кезде орын алды және бұл пайдалы қазбаларды игеруге арналған бастапқы күрделі салымдарды шамасы ретімен азайтатын камералық технологиялардың дамуынан айқын көрінеді.

Жобалауға деген жаңа көзқарастың ерекшеліктерін сипаттау үшін тікелей комбайн аймағында шатырды қолдайтын шатыр тіректерінің (1-сурет) дизайн ерекшеліктеріне мысал келтірейік. Қазір жабатын маңдайша қалыңдығы кем дегенде 20 мм-ден кем болмайтын беттен жасалады. Бұрын ол 10 мм болаттан жасалатын (ОКП, МК - КСРО) және маңдайшаның көлбеу қаттылығын қамтамасыз ететін көптеген дәнекерленген қабырғалары болды. ОКП-70 кешені өткен ғасырдың 80-ші жылдары пайда болды, оның бөлімдерінің жобалық схемасы жаңартылды және күшейтілді. Гидравликалық тірек цилиндрінің диаметрін қолдану 300 мм тіректің көтергіштігі 3 есеге артты, яғни 240 тс дейін. Маңдайшаның дизайны да жеңілдетілді - онда дәнекерлеулер аз болды, ал жабын беті 20 мм беттен жасала бастады. Бұл тіректің жөндеуге жарамдылығына айтарлықтай әсер етті. Қалың болат қаңылтыр енді шатырмен жанасу нүктелерінде нүктелік байланыс үлгісімен деформацияланбады және оны жөндеу бұдан былай беттердің бетін түзету үшін тігістерді толығымен кесуге дейін қысқарды. ОКП типті секцияларды және оның алдыңғы ОМКТ жөндеу кезінде болғандай, жұмыстан кейін қалқа ұяшықтардың беттері ішке қарай қысылған ұялы құрылымға ұқсайды, дегенмен маңдайшаның бойлық қаттылығы қамтамасыз етілді. Бұл көптеген кеңестік жабындардың кемшілігі болатын, атап айтқанда, МК типінің, 1-суретте, бетті тесу нәтижесінде жөндеу мәселелері кешеннің нақты шығындарын күрт арттырып, оның құнын екі есе артырғаныны белгілі. Бұл ретте жөндеу шеберханаларының өндірістік алаңдары қатар-қатар бүктелген маңдайшалар мен төбелер болды. Жөндеу жұмыстарының күрделілігіне байланысты олар ұзақ уақыт бос болмады. Құрылымының өндірістік қабілеттілігін қамтамасыз етудің және оны конструктивті шешіммен байланыстырудың аталған жолы мәселенің өзектілігін көрсетеді.

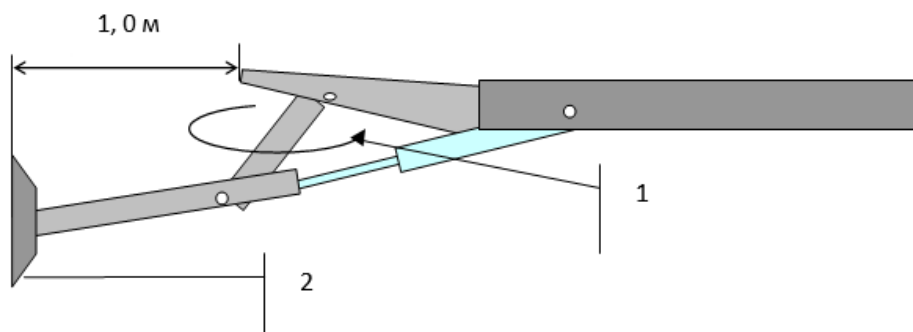


а – 20 мм-ден аз қаңылтыр беттің қалыңдығы: 1 – мыжылған - ойыстар, 2 – қатайтқыштардың үстіндегі шығыңқы жерлер; б – қалың қаңылтырлы құрылымдар

Сурет 1 – Жамылғының қабырға-жұқа қаңылтыр конструкцияларының ақаулары

Төбелер мен іргетастарды жобалау мәселесі бір-біріне ұқсас болып шықты. Соның салдарынан металл конструкциялары зауыттарында жөндеу жұмыстарының көлемі күрт төмендеді. Бір қызық мысал, бірқатар шахталарда сонау кеңес заманында орнатылған ОКП 70 кешені әлі де қолданылады. Ал, кеніш ұжымының айтуына қарағанда, оның металл құрылымдарын жөндеу жұмыстары 20 жылдан астам уақыт бойы мардымсыз. 90-жылдары №1 «МашЗавод» ЖШС гидравликалық тіректерді шығаруға бейімделді [6, 7]. Маңдайшаларды қысуға қарсы құрылғылармен (ҚҚҚ) қамтамасыз ету құрылымды бастапқы күйінде ықшам бүктеуді талап етті, осылайша өтіп бара жатқан кескіш оған тиіп кетпеуі керек, ал егер ол озып кетсе немесе тірек жартылай қозғалмаса, бұрылыс бұрышы мен құрылғының өлшемдері бетпен біркелкі жанасуды қамтамасыз етуі керек.

Ең жақсы жағдайда, учаске әлі жаңа жолға ауыстырылмаған кезде де беттің кеудесін ұстау керек болды. Мұндай функцияларды М-130 тіреуішіндегі құрылғы қамтамасыз еткенін айта кетейік, бірақ ол жұмыста тиімді болғанымен, басқа жерде пайдаланылмады (2-сурет). Бірақ қысылған күйдегі ОКП-70 құрылғысы салмағын арттырса да, іс жүзінде маңдайшаның өлшемін ұлғайтпайды [3, с. 38-41; 4, р. 15-26; 5, р. 155-167; 6, б. 69-75]. Бұл рычагтық құрылғыларда манипуляторларда болуы тиіс негізгі қасиеттері бар екені анық және оларды әсіресе кенжардың жұмыспен жанасу аймақта дамыту қисынды болмақ. Мұнда қосымша бекіту жұмыстары жүргізіліп, гидравликалық тіректер мен анкерлер орнатылып, жүк тасымалданады.



1 – бұрылу мүмкіндігін беру; 2- жүкті ұстау

Сурет 2 – Үлкен кеңейтімі және оны манипулятор ретінде пайдалану мүмкіндігі бар пневматикалық жуу құрылғысы

Құрылғылардың беріктігін есептеуге және рычагтардың қозғалысын толығымен модельдеуге көшумен динамикалық мағынада мұндай жүйелерді тиімді жобалауды қамтамасыз ететін бағдарламалық қамтамасыз ету пакеттері бар екенін қысқаша атап өтейік, бұл сонымен бірге мүмкін оларды өзара әрекеттесу кезінде ұлғайту кезінде болмаса, қажет болған жағдайда құрылғылар мүмкін қозғалыстар аймағын және күш көрсеткіштерін азайтпай жұмыс істеу кезінде бір-біріне кедергі жасамайды. Мұндай мәселелер Ansys (ҚҚс модельдеу) және Adams (жүйе динамикасы) сияқты бағдарламалық пакеттерді қолдану арқылы шешіледі. Осы секілді өзгерістер басқа блоктардың

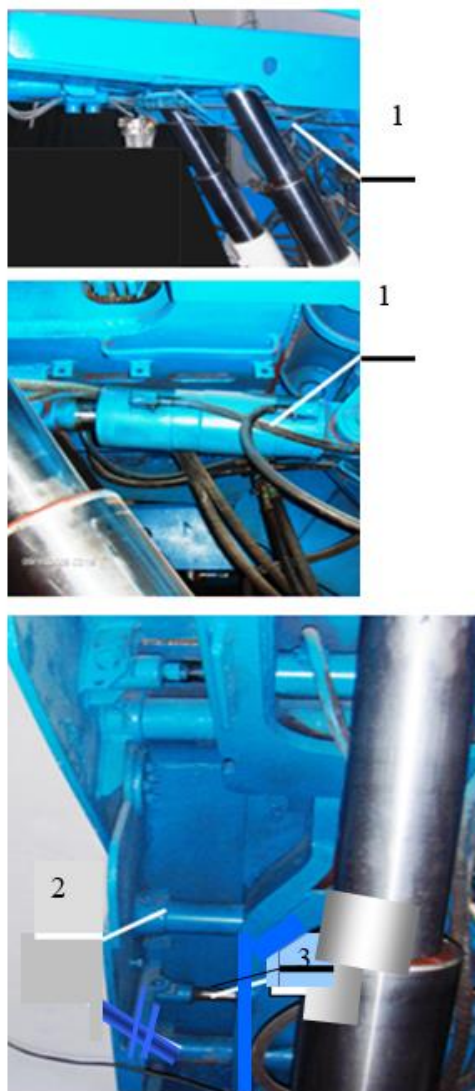
конструкцияларында, атап айтқанда секцияның негізінде орын алды. Ол қалың қаңылтыр беттер мен жолақтардың комбинациясына айналды, атап айтқанда, Чебышев төрт буынды механизмінің (батыс терминологиясындағы лемнискаттық механизм) топсалары үшін осындай жолақтарда 7,8 тесіктер жасалды, яғни, қиманың салмағы екі есеге жуық артса да, дизайн технологиялық тұрғыдан жетілдірілді. Бұрын байланыстырушы топсаларға арналған тесіктерді нығайту үшін негізгі металға дәнекерленген төсемдер пайдаланылатын еді. Артқы жағына қарай ойысатын ОКП-70 гидротірегі жамылғы консолиі есебінен кедергіні 3 есе арттырғанда кедергіні 2 есе жоғарылады, жұмысшыларға арнаған сексия астымен өту күрт артты. Секцияларды жөндеу әлдеқайда жеңілдеді және еңбек көлемі де азады, мысалы, маңдайшалар мезгіл-мезгіл түзетілді, топсаларға арналған тесіктер күшейтілді немесе бөлім жай ғана боялды. Жөндеу құны, оның жиілігін ескере отырып, 2 және одан да көп есе еңбекті қажетсінбейтін, қарапайым болды, сонымен қатар ұзын қабырғадағы төсемге қызмет көрсету операциясы, тоқтап қалу және қызметкерлердің жарақаттану жағдайлары азайды. Жалпы алғанда, кешен құнының кем дегенде екі есеге өсуімен одан түсетін нақты пайда автоматтандыру құралдарын қолданбай-ақ айтарлықтай өсті. Сонымен қатар, ОКП типті тіректер кеңестік жобалаушыларға тән қатаң конструкцияны оңтайландыру және беріктік есептеулерін орындау үрдісі анық байқалады. Атап айтқанда, тіреуіштің ауырлауына қарамастан, оның төрт штангалы тірегінің рычагтары салмақты жеңілдету үшін күрделі құю схемасы бойынша жасалған, олардың көптеген қабырғалары мен саңылаулары бар және күрделі модельдеу техникасын қажет етеді (секция салмағын 0,3%-ға азайту). Бұл авиациялық технология үшін маңызды болар еді, бірақ біз қарастырып отырған жағдайда бұл өндірісті қиындатады. Шахтада бұл элементтер үгінділермен бітеліп қалды және жөндеу кезінде ұзақ тазалауды қажет етті, кейде жарақатқа әкеп соқтырды, өйткені ұңғыма жабдықтары мен жұмыс құралдары қозғалатын тесіктерге түсіп кетті. «Глиник» және М-144 тірегі үшін сол төрт жұлдыз өте қарапайым дизайндағы бөлек тұтқалардан жасалғандықтан, есептеуді жеңілдетеді. Дегенмен, бұл шешімнің де кемшіліктері бар, өйткені қиманың бойлық қаттылығы төмендейді [7, б. 164-170; 8-13]. Сондықтан қалың қабырғалы пластиналар арқылы өзара байланысқан рычагтардың конструкциясын оңтайлы шешім деп санаймыз. Оларда саңылаулар мен ашық қабырғалар қалдырмау керек, оларға тек функционалдық мақсаттарға ғана мүмкіндік берген жөн, мысалы, бөгеттелген гидравликалық тіректерден өту.

Біз камералық қазба құрылғыларымен салыстыру үшін М-144 тірегін жасау және орнату жобасының идеологиясын ұсынамыз. Тірек жабынының сыртқы қоршауы мен ұстап тұрушы элементтері (маңдайша, жамылғы) жақсы дамыған, ал артқы қоршаулары гидротірекпен ұстап тұратын. Нәтижесінде секцияның салмағы айтарлықтай артып, «Пиома» тірек түріндегі рекорд жасаушылардың салмағынан асып түсті. Тіректің мұндай контурлары негізінен Германияның батысында жүргізілген шатырдың қозғалысын эквивалентті модельдеу нәтижелерімен дәлелденді, бұл жұмыс қиылысы өскенде, тірекке

түсетін қысым айтарлықтай өспейтінін көрсетті [14]. Біздің ойымызша, бұл жерде тірек жылжыған кезде жылжымалы жыныс блоктарының топыраққа түсуінің тегістігінде, бұл шатырдың динамикалық құлауының көрінісін «тежеді». Дегенмен, тірек жабынның құны мен орнату қиындықтары айтарлықтай өсті. Ал іс жүзінде секциялар құрастыру жұмысына жеткізілді, одан кешеннің жұмысы түйіндерге бөлшектелген күйде басталды, бұл құрастыру уақытын ұлғайтты. Тірек жабынның элементтері суреттерде көрсетілген [15-20].

Тіректің маңызды функционалдық бірліктерінің бірі қозғалыс механизмі болып табылады. КСРО-да әзірленген жүйелерге тән ерекшелігі поршеньдік қуыстар конвейерді итеру үшін жұмыс істеген кезде, базаның бүйірлерінде қозғалатын домкраттардың орналасуы болды. МК типті тіректерде, содан кейін қалқан тіректерінің батыс үлгілерінде негіздер 2 шаңғыға бөлінген, олардың арасында тірек бөлігін жылжыту үшін максималды домкрат күшін қайта конфигурациялайтын механизмі бар қозғалу домкраты салынған (домкраттар мен конвейер базасыны байланысының кері сызбасы). Конструкцияның күрделі болуына байланысты мұндай құрылғыларды бүйірлерге орналастыру мүмкін болмады. Секциялардың жамылғыларындағы жылжымалы борттардың салдарынан секцияны түзету мәселесі туындады (3-сурет). Мұның себебі, борттар конвейер негізімен байланыспаған және олардың көмегімен көлденең жазықтықта бетке параллель қиманың еңістері едәуір дәрежеде жойылды және конвейерге қатысты негіздің иілісі жойылды, негіз (негізге қалыпты болуы керек) тек ішінара қысқарды. Сондықтан Қарағандыда жетілдіріліп жатқан М-144 тіреуішінің салыстырмалы түрде жаңа схемасы үшін тіректің қозғалу жылдамдығын шектесе де, қозғалыс домкраттарының бүйірлік схемасы қолданылды. КСРО-да және Батыста тірек учаскелерінің ені шамамен бірдей болғанын ескере отырып, КСРО-да көмір өндіру қарқынының артта қалуының себептерінің бірі тірек секциясын жылжыту үшін гидроқабылдағыштар көлемі 2 есеге жуық қажеттілігі болып табылады деп айтуға болады. Кешенді жасау кезінде М-144 қалың пластары үшін арналған кешен жасау үшін жобалаудың жаңа тәсілдері қолданылды (1-сурет) [21, 22], ұзын қабырғада осындай 140-қа жуық жиынтық бар екенін ескеретін болсақ, қималардың өлшемдері мен салмағы таң қалдырмай қоймайды. Алдағы жағдайға көз жүгірте келе, біз тіреусіз шатыр жабынының жолағын қалыптастыру үлгісіне сүйене отырып көрсетеміз, 5 метрлік қабатты қазған кезде ол 2 м жетуі мүмкін және салдары да ауыр болмақ. Сондықтан, пневматикалық жуу құрылғысы қозғалту шамасы 1,2 м кем болмағанда ғана тиімді жұмыс жасай алады. Беттің үлкен биіктігін жабу үшін ПОУ жиналмалы қалқанының биіктігі 1 м жоғары болады, бірақ бұл жеткіліксіз болуы мүмкін, өйткені 3,5-тен бастап беттің биіктігі бітеліп қалмайды. Тірек жабындары секциясының маңдайшалар және жоғары бөліктері. ОКП-70 құрылымындағы жаңалық - бұл маңдайшаны қолдауға арналған гидропатрон. Бұрын олар МК, М-130 немесе Глиник типіндегі тіректердің консольдық маңдайшалары үшін қолданылған болатын. Мұндай гидропатрондар болмаса, консольды маңдайшалардың қызмет етуі мүмкін емес,

алайда ОКП сызбалары үшін. Ал бұрындары ОМКТ олар қолданылмады, өйткені шатырға керме маңдайшаның төкпе бөлігінен қамтамасыз етілді. Ол кезде профильдік жазықтықта байланыстың үшнүктелік схемасы пайда болады.



1 - гидROPатрон; 2 - борт бағыттаушысы; 3 – ұзартқыш гидродомкрат

Сурет 3 – Құрылымдық элементтер

Біздің зерттеулеріміз бойынша төкпе бөліктің ұзындығы ұлғайған сайын шатырдың байланысы мен күтімі жақсарды. Бұған гидROPатронда біз ұсынған параметрлерді есептеу әдісін осындай схемаларда қолдану арқылы көмектесуге болады.

Қоршаулар мен жамылғылар. Қоршап ұстап тұрушы түріндегі жабындар үшін шатырды тіреу элементі салыстырмалы түрде қысқа маңдайша болып табылады, содан кейін бет төбелермен немесе қоршаулармен құлаған жыныстардан жасырынады. Ол бір (ОКП-70) немесе екі (МК, М-144, Глиник) болуы мүмкін. Соңғы құрылымдық схемалары әдетте кеңестік классификацияға сәйкес ұстап тұрушы-қоршауға жатқызылады. Біздің ойымызша, ол осы құрылымдардың технологиялық мақсатын барынша дәл көрсетеді.

Жамылғылар шатырмен 2-3 метр ұзындықта әрекеттеседі, ал маңдайшалар 1,5 м-ге дейін. Ұстап тұрушы қоршау түріне арналған тіреудің нәтижелік кедергісі кенжардың кеудесінен 2,5 м-ге дейін қашықтықта орналасқан, ұстап тұрушы қоршау үшін 1 м-ге дейін. Бұл біз қабылдаған өзара әрекеттесу схемасына сәйкес, қысылған тау жыныстарының консольдеріндегі иілу кернеулерінің төмендеуін қамтамасыз етеді және шатырдың жағдайын жақсартып алады, өйткені нәтиже қысылудан алыстаған жағдайда қабатталған қабаттардағы иілу кернеулері төмендейді (қарастырылған тірек ұзындықтары шегінде). Бұл беттің алдындағы шатыр қабатының бұзылуына да қатысты.

Қорғаныш – ұстап тұру түрі негізінен циклдік жарықтармен сынған шатырдың түпкілікті бұзылуын және беттің жұмыс кеңістігіне енуіне жол бермеуге арналған. Осылайша, төбе салыстырмалы түрде бүтін шатырмен әрекеттеседі және қысу кезінде оның КДС басқарады, ал әдетте төбеге топсалы қоршау жұмыс кеңістігін құлаған жыныстардан қорғайды. Төбесі әдетте шатырдың бас бөлігінің үстінде сынған және төбені көлбеу күйге ауыстырады. Бұған қоршаудың көлбеу орналасуы да ықпал етеді. Оған құлаған жыныстар үйіліп тұрғанда, әсіресе тау жыныстарының опырылуы үлкен биіктікке көтерілетін және қоршауға әсер ететін тау жыныстарының салмағы үлкен болған жағдайда жамылғын төмен сүйретеді. Бірақ жамылғының еңісі, сонымен бірге, жұмыс жағдайын соншалықты нашарлатпайды, өйткені жыныс жастықшасының астында орналасқан секциялардың (жамылғыдан және қоршаудан) арқасында шатырдың баяу төмендеуі қамтамасыз етіледі.

Ұсынылған картиналар бұрын В. Кондрашов шахтасындағы Кировская лавасында тіркелген, осыған ұқсас жағдайлар П. Василевтың М-130 лавасында орын алды. ҚарГорМаш құрастырған М-130-да ай сайынғы өндіріс бойынша әлемдік рекордтар орнатқанымен, қазір ол Қазақстанда өндірілмейді және пайдаланылмайды. Бұл фактілер жабынмен шатырдың өзара әрекеттесуінің негізгі түрі қорғаныстық және ұстап тұрушы екенін растайды. Төменде төрт буындық байланыста бекітілген М-144 жабын қорғанысы біріктірілген топса арқылы төбеге қысым жасайды, бұл жүктемені азайту үшін қорғаныш екі тіреуіш арасындағы кедергіге орнатылған гидравликалық тірекпен төрт буынды көлденең қиманың негізіне бекіту құлақшалары бекітіледі. Бірақ тіпті мұндай шешім жабынның ұстап тұру режиміне кепілдік бермейді және тек белгіленген қалып-күйде болу сенімділігін арттырады. Біздің зерттеулеріміз бір қолдау режимінен екіншісіне көшу де эксплуатация ережелерінің ауытқуына байланысты болатынын көрсетеді.

Мысалы, Кировская шахтасында, бұл қоршаулардың көлбеуінің ұлғаюына, оны бітелуге қарай сүйреуіне ықпал еткен жинақталған үгінділерге байланысты болды. Сондықтан заманауи жабындарда қорғаныс-ұстап тұрушы режимі іс жүзінде жүзеге асырылады. Бұған дейін біз М-144, Глиник типті жабындар үшін лемнискат айналуының және жамылғы осінің қас-қағымдық орталығының қиылысуына жол бермеу мәселесінің өзекті екенін көрсеттік. Бұл бір бақылаушы бағдарламасында ескерілуі мүмкін. Осылайша, ені 1,5 м-ге дейін бетті қолдайтын заманауи жабын секцияларында 10 гидродомкрат бар,

құрастырылуы жағынан аса күрделі және олардың салмағы 20 тс жетеді. Ал ұзындығы 200 м лаваға осындай секциялардың 150-ге дейін қажет, және роботтарды автоматтандыру мен басқару жүйесі күрделі.

Сонымен қатар, 80-ші жылдары тазарту кенжары 180 градусқа бұрылатын технологиялар әзірленді және сынақтан табысты өтті, сөйтіп кесу операцияларының көлемін шамамен екі есе азайтты. Талдау көрсеткендей, бұл жағдайда лаваның ұзындығын айтарлықтай қысқартуға болады, ал қазба ұзындығы 20-30 м болса да тиімді болады. Бірақ бұл жағдайда жабын секциялары да, конвейер де 3D форматында бұрылыстарды орындауы керек. Бұл жерде бұрылыс механизмін әмбебаптандыру мәселесін қайтадан атап өту орынды, жабын және конвейер үшін олар сандық жағынан ерекшеленуі мүмкін, бірақ бағдарламалық мағынада ортақ тұстары көп.

1.3 Тазарту кенжарын бұру және маневрлеу арқылы қатты минералдардың күрделі жатқан учаскелерінің технологияларын қолдану ерекшеліктері

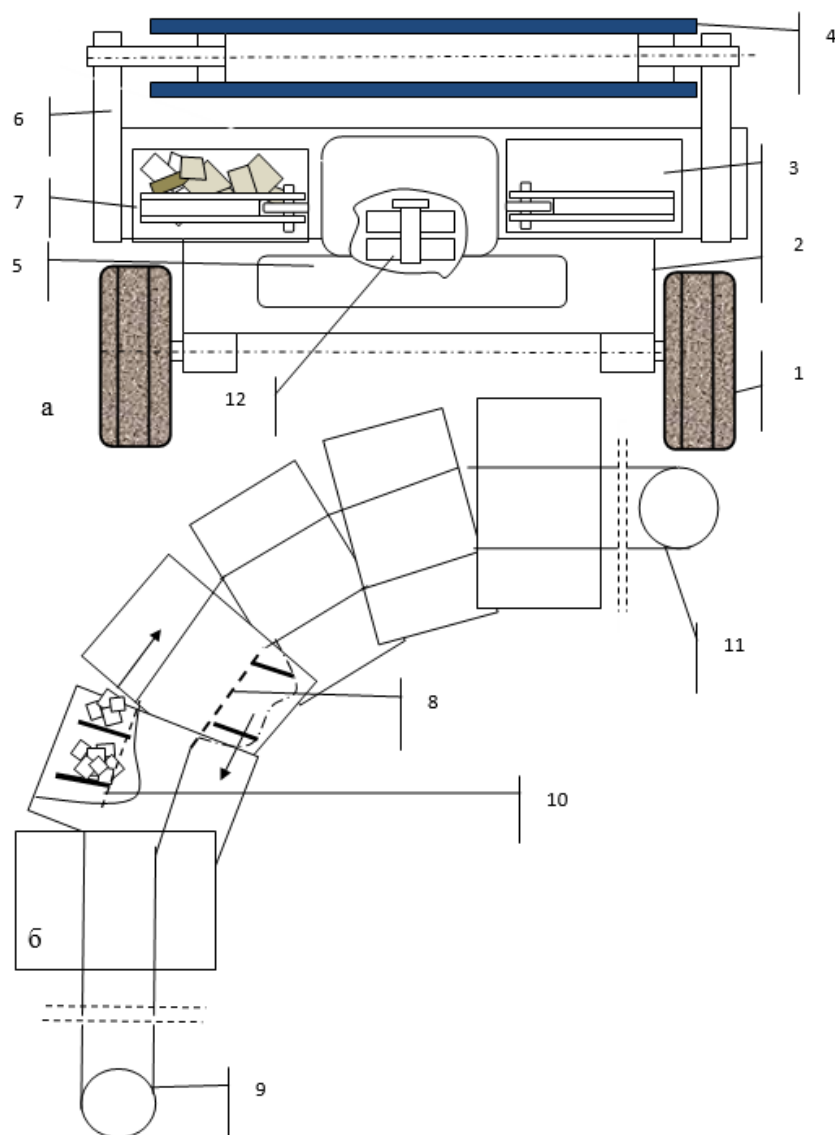
Лаваларды бұру кесу жұмыстарын азайту және қазбаларды ұстап тұру үшін қолайлы жағдай жасау үшін жүзеге асырылады. Бірақ қазіргі жағдайда қабаттардың үлесі артып келеді, оларды өңдеу тау-кен-геологиялық бұзылуларды еңсеру қажеттілігімен байланысты болады. Камералық технологияларды қолдану тәжірибесі көрсеткендей, олар ең алдымен бұзылған учаскелерді өңдеуге жарамды. Камера өз жұмысын тоқтата алады бұзушылыққа жақындап бастапқы позицияға оралып, бұзушылық қайтадан кездескенше келесі қозғалыс ұзындығына дейін жұмыс істей бастайды, бұзушылық толығымен жойылғанша. Сонымен қатар, соңғы кезеңде, егер камераның бұрылыстары салыстырмалы түрде аз болса және уақыт кідіріссіз болса, маневр жасауға болады.

Егер камераның бұрылыстары салыстырмалы түрде аз болса және уақытты кешіктірмей болса, кенжарды маневрлеуді бастауға болады. Бұзылған аймаққа жақындау немесе жақындамауды сейсмоакустикалық талдау арқылы біле аласыз, ол жақындаған сайын алдыңғы циклдердің деректерімен салыстыру негізінде айтарлықтай дәл бола түседі. Камераны бұру технологиялары оны кері бағытта кеңейту үшін де жүзеге асырылады. Яғни, шегіне жеткенде, комбайн бұрылып, камераның қабырғасына еніп, жиекті дайындайды. Біртіндеп 180⁰-қа бұрылып, содан кейін ол кері бағытта камераның еніне тең ең үлкен ені бар кертікті шығарады. Аймақтар анкерлермен бекітіледі. Бұл жұмыстарды жабынның 3-4 секциясының көмегімен орындауға да болады (бұрандалы кешеннің схемасын қараңыз), бұл жағдайда секциялардың алдында шикізатты айналмалы конвейерге қайта тиейтін шағын бұрыштық конвейер бар, ол тіректің шеткі бөлігінің жағында бекітілген. Секцияның бұрылыстары секцияның әр жағында бекітілген және секцияға да, конвейерге де бекітілген екі қозғалыс домкратының бірдей емес жүрісіне байланысты жүзеге асырылады.

1.4 Көлденең және тік жабық конвейерлердің бұрылмалы қосылыстарының жұмыс ерекшеліктері және оларды камералық қазба жағдайында құрастыру

Төменде талқыланатын механикалық жүйелер мен роботтарды даярлау ерекше күрделі, бұл күрделілік төл ерекшелігімен және жұмысымен анықталады. Сондықтан, егер жобалау схемаларын түпкілікті жеңілдету, оларда бұрыннан жүргізілген зерттеулерді анағұрлым жетілдірілген, пайдалану әмбебаптығын көрсету шарты қойылмаса, онда алынған мәліметтер қосымша тексерулерді қажет етеді. Сонымен қатар, тіпті сәтті өнеркәсіптік апробациядан өткізудің өзі машинаның тиімділігіне кепілдік бере алмайды. Күрделі машинаны құрастыру жұмысты қиындатуы мүмкін, сондықтан зерттеу үшін оның өндірісінің бір данасы туралы айтуға болады, өйткені күрделі құрастыру көптеген компоненттерді ашу және қайта орау арқылы жүзеге асырылса, онда мұндай жүйе технологиялық жағынан дамыған және үнемді болмайды. Сонымен, қозғалтқыш-карданы білікке кезеңді беретін, жабынның барлық секцияларынан өтеті және 3 жазықтықта бұрылыс жасай алатын Тентек жүйе типті роботтың жұмыс қабілетіне оның топсалы жүйесін байланыстыратын даярлау дәлдігі мен жинау регламенттерін орындалмауы айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Барлық секциялар арқылы өтетін, тарту скребкалық органы бар көлденең-тұйық конвейер де жақын қалып-күйде болады. 3 және 7 қалып-күйде оның жұмыс жасау тармағы 1.3 суретте көрсетілген.

Біз Тентек 2КВ доңғалақты агрегаттың конструкциясын ұсынамыз (т.ғ.д. Пономарев Борис Яковлевич (08.1938 - 01.2016) бас конструктор). Агрегат адамсыз қазу схемалары бойынша жұмыстарды жүргізуге арналған автоматтандырылған құралдармен жабдықталған. Ұзындығы 1-1,5 м-ге жуық бөліктер орталық бөліктегі ұштарында бұралмалы түрде біріктіріліп, бірінен соң бірі орналасады. Топсалардың орталық бекітпесі көлденең тұйық конвейердің бос және жұмыс істейтін тармақтары бүйірлерде орналасқандықтан таңдалды. Қырғыштар шынжырға консольмен бекітіледі, сондықтан ол конвейердің ортасына жақын жұмыс орнында қуыстың бүйірінен басылған. 1б-суреттегідей, бос тұрған тармақта, тізбек қысқарақ орналасатын орынды «іздейді». Бұл жағдайда тізбектің ұзындығының орны жұмыстағы кернеу мен бос тармақтың азаюына байланысты толады, ал кергіштің жүрісі тігінен тұйықталған тізбекті орналасумен салыстырғанда аз болуы мүмкін. Сондықтан 3D форматында көлденең жабық конвейерді иілу конвейерді көлденең жазықтықта жұмыс және бос тұрған тармақтар бір деңгейде орналасқан кезде 90 градусқа дейін бұрышқа бұруға мүмкіндік береді (4-сурет). Қосалқы жұмыста камераның аузында орналасқан платформа арқылы өтетін 6 - секциядаларда толық бұрылыс жүзеге асырылады. Шағын гидравликалық бағаннан шағын тіреуішпен жоғарғы бөлікте орнатылған ленталы шынжырлармен ұсталып тұр.



1 - дөңгелектер, 2 - тасымалдаушы платформа, 3 - конвейердің бос тұрған тармағының қуыстары, 4 - шынжыр табанды тірек, 5 - желдетуге арналған саңылаулар, біліктің орналасуы - кардан, қуат кабельдері және гидравликалық коммуникациялар, 6 - шынжыр табандар және олардың кеңеюіне арналған кронштейндер, 7 - жұмыс тармағы, 8 - бос тұрған тармақтағы тізбек траекториясы, 9 - төменгі жағындағы камерадағы шкив, 10 - жұмыс тармағында тізбекті траектория, 11 - камераның сағасындағы шкив, 12 - секциялардың жалғануы

Сурет 4 – «Тентек 2КБ» сызықтық секциясының орталық қимасы

Қырғыштарды консольді орнатудағы конструкциялардың кемшіліктері оның өлшемдері шағын болуына байланысты қырғышты тізбектің көлденең буынына бекітудің оңтайлы схемасын таңдау нұсқаларының аздығында. Ал бұл аймақтағы жүктемелер консольге байланысты айтарлықтай артуы мүмкін. Сонымен қатар, барлық аймақтардың өнімділігін мұқият талдау қажет, өйткені қырғыш шығынқы құрылымдарға жабысу мүмкін. Сынақ кезінде қырғыштың сынуы байқалды.

Агрегат Тентек шахтасында өндірістік сынақтардан өтті, мұнда негізгі конструкторлық және технологиялық шешімдер бекітілді және 9 камера

орнатылды. Тентек 2КВ қазба дрейфінен бас бөлігін бірте-бірте 90 градусқа бұрып, қабатқа еніп, ұзындығы 45-100 м камерадан өтті. Электр жетегі қондырғының соңында қосалқы штректе орналасты, ал атқарушы органның айналуы кардандық беріліс арқылы жүзеге асырылды, яғни қондырғы жұмыс орнынан камераға итерілді. Гидравликалық және электромеханикалық қоректендіру нұсқалары болды.

Әдетте камералардың арасына бұрыштық целиктер қалдырады. Бірақ Тентек 2КВ барабандарды айналдыру және камераны кері бағытта алып тастағаннан кейін камераны кеңейту мүмкіндігі болды, тіректердегі көмірдің шығындары азайтады. Бұл ретте Қарағандыда бұрылмалы таспалы конвейер әзірленіп, торды 90° градусқа иілу мүмкіндігі дәлелденді. Алайда 1985-90 жылдардағы оқиғалар жұмыстың тоқтап қалуына әкеліп соқтырды. Біздің талдау камералық технологияларды аяғынан шалатын қосымша себептерді анықтады:

- камераның шағын көлемінде қуатты қозғалтқыштарды, сондай-ақ оларға энергияны жеткізудің шағын өлшемді құралдарын әзірлеудегі тоқырау;
- камераларға жабын жасаудағы қиындықтар.

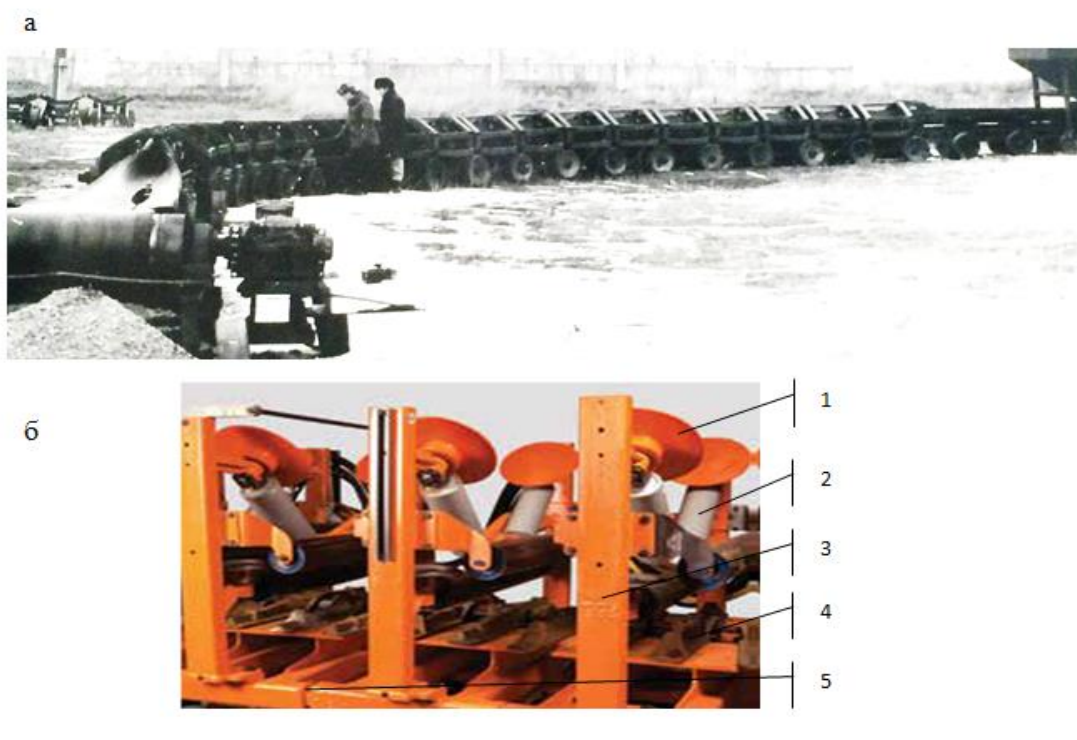
Қазіргі уақытта бұл мәселелер ішінара шешіліп, беттердің күш-салмақ қатынасы кем дегенде 2 есеге артты.

2007 жылы JOY MINING MACHINERY компаниясының шақыруымен Ресейдің Распадская шахтасының делегациясы АҚШ-та болып қайтты. Олар таспалы конвейерге - пойызды камералық технологияны ұсынды (5-сурет), мұндай жүйелердің бірнеше жиынтығын сатып алу мәселесі де қарастырылды. Айта кетейік, американдық жүйе туралы егжей-тегжейлі жарияланымдар барлығына бірдей жолжетімді емес. Жүргізілген талдау 80-ші жылдардағы қарағандылық инжинирліктен онша айырмашалығы жоқ таспалы конвейерлік пойызды жобалаудың негізгі конструкторлық принциптерін анықтауға мүмкіндік берді.

250-400 м тереңдіктегі анкерлік бекітуге жұмсалатын металл шығынын ескере отырып, стационарлық-ауыспалы тіреуді (САТ) пайдалану тиімдірек, оны қазба жұмыстарының жиынтық схемасын ұсынуға болады (6-сурет) №201400240 Еуразиялық патент бойынша «Бұрышты қырғыш конвейер» Бейсембаев К.М., Шманов М.Н., Жетесов С.С., Малыбаев Н.С., Демин В.Ф. және т.б., мұнда САТ үздіксіз жұмыс аймағына және 2-3 секундта жеткізілетін және жұмыс қалпына комбайнның манипуляторымен бұрылатын, сонымен қатар тұрақсыз аймақтар болған кезде қондырғыда шатырды химиялық нығайтуға арналған құралдар және сыйымдылықтар жеткілікті өнертабысына. Комбайн кері бұрылғанда САТ сол манипулятормен бөлшектенеді.

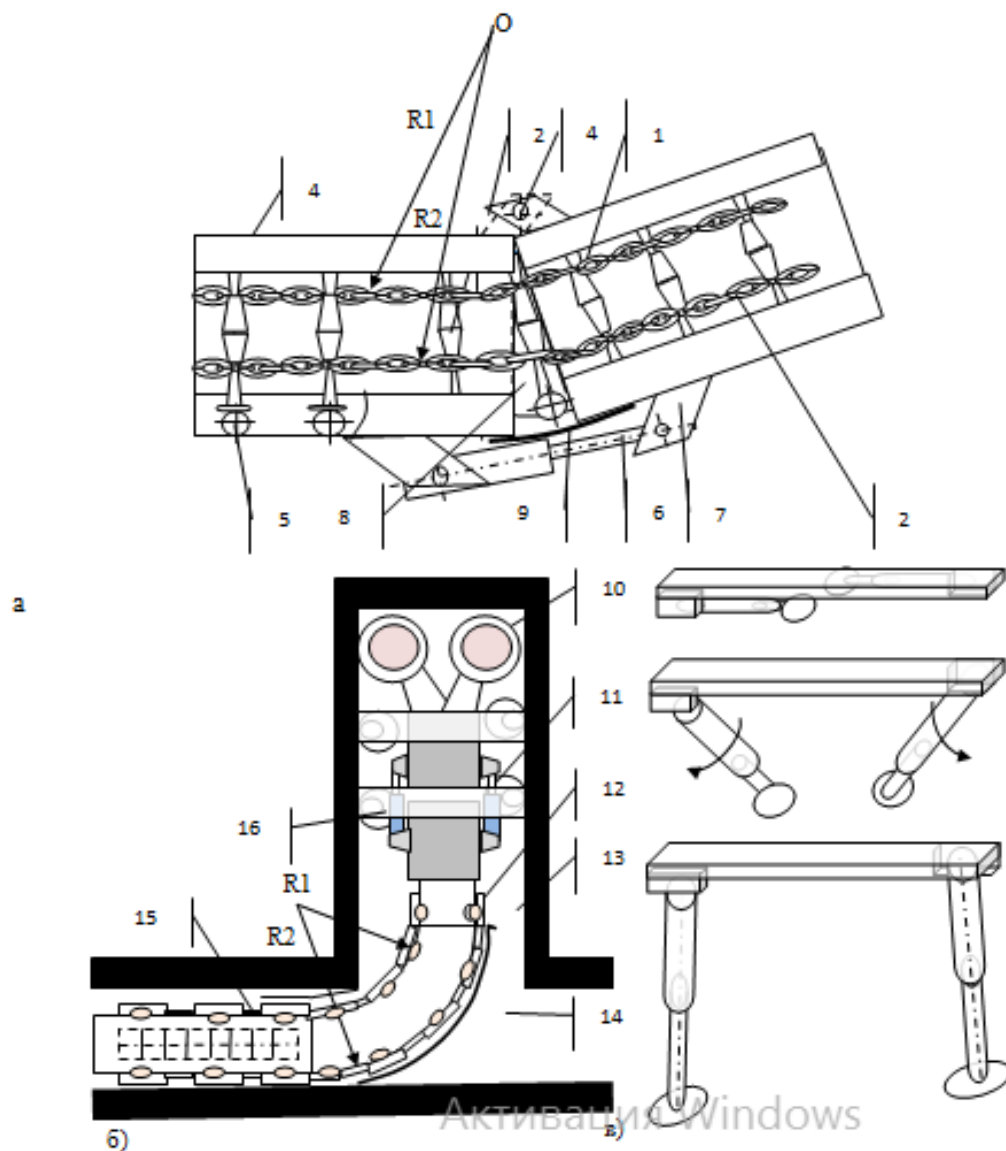
Конвейерді сол және оң жағында орналасқан бұрылмалы және бұрылмалы ілмекті топсалармен, сондай-ақ бұрылу кез келген табада екі гидравликалық цилиндрмен мәжбүрлеуге болатын нұсқада жасауға болады, бұл жағдайда бұрылыс жүйесінің негізгі элементі болып табылады. Тартқыш орган бір тізбекті немесе қос тізбекті болуы мүмкін.

Тентек қондырғысының және қырғыш тиегіштердің жұмысын талдау нәтижесі бойынша, айналмалы құрылғының орталық орналасуы конвейердің немесе басқа машиналардың биіктігін арттыруды қажет ететіндігі туралы қорытынды жасауға болады. Сонымен қатар, ұзын өлшемді жүйелер үшін мұндай құрылымның беріктігі мәселелерін шешу қиындық тудырады. Көлденең жабық конвейерлік жүйелер үлкен кеңістікті алып, қырғыштардың жұмысын қиындатады, олар жұмыс тармағында айналу ортасынан жақын жаққа, ал бос тұрғанда қырғыштың консольдық ұшымен басылады. Сондықтан, көптеген құрылымдық және технологиялық саңылаулары бар кеңістікте қырғыштың кептелу ықтималдығы жоғары, бұл оның қозғалысының тұрақтылығын күрт төмендетеді және көлденең тізбекке бекітілу аймағында иілу жүктемелерінің ұлғаюына әкеледі.



а - 80-жылдары КПТИ-де жасалған КЛИП 1 конвейері; б - Камералық ойыққа арналған АҚШ пойыз конвейерінің сызықтық секцияларының түрі: 1 - ұстау дискілері; жұмыс және бос тармақтардың 2 тірек катоктары; 3 - сызықтық секция; 4 - шынжыр табанды-қырғыш қозғалыс тіректері; 5 - пойыздың сызықтық учаскелерінің жылжымалы қосылуы

Сурет 5 – Бұрылмалы таспалы конвейер – пойыз



а – 1, 2 - тартқыш тізбектер, 2, 4 - проушинді және саусақты бұрылатын топса, 5 - тірек роликті қырғыштар, 6. 7 - гидравликалық цилиндр түріндегі поршенді топса немесе саусаққа арналған ойығы бар сырғалар, 8. 9 - жүктің бос тұрған тармаққа және бортқа төгілуіне жол бермеу үшін серпімді сектор және шағылыстырғыш; б – 10 - атқарушы орган, 11 - бұрылатын гидравликалық жүйе, 12 - керме табаны, 13 - камера, 14 - бұрылу аймағы, 15 - жұмыс конвейерімен біртіндеп қосылған табалар, 16 - САТ; в – манипулятормен САТ орнату және алу

Сурет 6 – Камералық қазбаның схемасы

Тұйық конвейердің көлденеңінен (Тентек) және тігінен (КПС1) қырғыштың тартқыш корпусын құрастыру негізінен ұқсас болатынын ескеріңіз. Іс жүзінде мұны келесідей жасауға болады.

Тізбек (тұйық болмай тұрғанда) соңғы секцияның жұмыс қуысы арқылы тартылады. Ұзындығы шамамен 1 м болса, бұл қиындық тудырмайды. Сонымен қатар, қалған бөлімдер бір-біріне әлі жалғанбаған болады, яғни, ілмектерді қосатын саусақтар әлі салынбаған, бұл жұмысқа және арнайы құралды пайдалануға арналған кеңістікті ұлғайтуға мүмкіндік береді, содан

кейін тізбек келесі бөлікке тартылады, келесі кардан білігі қосылады, оның құлақшаларымен жұмыс істейді және өзара перпендикуляр осьтер белгіленген толеранттылық пен қону жүйесімен, сондай-ақ рұқсат етілген өлшемдер бойынша саусақтардың топтастырылуын санау үшін мүмкін болады (толығырақ ақпарат 2-бөлімде). Сонымен, жұмыс бетті өңдейтін жұмыс органы әлі бекітілмеген бас бөлігіне ауысады, содан кейін шынжыр қысқыш арқылы бос тұрған тармақтың сол тізбегіне қосылады. Бос тұрған тармақтағы жұмыс істеп тұрғанмен тармақпен бір мезгілде жүргізіледі. Құрастыру кезеңдерін салыстыра отырып, біз Тентек режимінің кемшіліктері бар екенін атап өтеміз және олар қырғыштардың бірнеше есе үлкен саңылаулардан өтуіне байланысты, олар үшін қуыстардың ұштары, олардың бастаулары кеңейтіледі. Ал қазірдің өзінде бұл роботта гидравликалық автоматты тізбекті созу жүйесі пайдаланылуы керек еді. Роботтың бөліктері бөлек дайындалған және құрастыруға дайын болған, бұл, әрине, оларды қосу үшін арнайы техниканы, әсіресе кардан білігінің пайдалануды қажет етеді.

6-суретте Еуразиялық патенттік ұйымы патенті бойынша, сонымен қатар ҚР патенті (Бұрышты қырғышты конвейер, Еуразиялық патент №024900 31 қазан, бұрылыстық конвейердің көмегімен камералық қазбаның схемасы көрсетілген 2016. Бюллетень №7, 2015). Бұрылыстық топсалар табалардың ішкі беттері арасындағы секторлық пластиналармен қабаттасатын саңылаулары бар табалардың жиектерінің бойымен орнатылады. Топса ретінде арқан-серіппелі механизмдер де қолданылады. Камераны монтаждау үшін автоматтандырылған манипулятордың көмегімен орнатылатын стационарлық-портативті тірек бөлімдері қарастырылған. Манипулятор арқаны САТ-ны орнататын орнына сүйреп апарады, мұнда оны манипулятор қолымен алып, шатырға алып шығады, манипулятордың арматурасы тіреуіш цистерналарға қосылған кезде гидравликалық тіректер орналастырылады және олар су төгетін құбырды қауіпсіздік клапанымен бітеу арқылы кеңейеді.

1.5 Қысқа саңылаулар сызбаларының конвейерлерінің бұрылмалы жүйелері топсаларының жаңа сызбаларының маневр жасау кезінде бетті кеңейту арқылы жұмыс жасау ерекшеліктері

КНФ бұрандалы агрегаты консольді қырғыштармен де жасалды. Ені 6,2 м жүргізу камералары үшін қозғалтқыш қуаты 110 кВт, айналу жылдамдығы 45 айн/мин, қозғалтқыш блогы БСП, қозғалыстың сызықтық жылдамдығы 2-4 м/мин, бұранда диаметрі 950 мм, салмағы 11 тс. Ол механикаландырылған кешендер үшін монтаждау камераларының енуіне арналған, бірақ оны бөлме-баған жүйесінде қолдануға болатыны көрсетілген. Әлбетте, мұндай агрегаттарды ені 20 м-ге дейін камераларда пайдалануға болады, бұл ретте комбайн жетегінің қуатын арттыру және ені ұлғаюын ескере отырып, бетті тиімдірек жою жолдарын табу керек, демек, қалыптасқан кертпеге жыныс қысымының әсер ету уақытын да арттыру қажет.

Тентек 2КВ технологиясына тән кемшілікке қырғыштың консольдық бекітілуі қалатынын айтуға болады. 1.6 суретте көлденең шынжырлы буынға

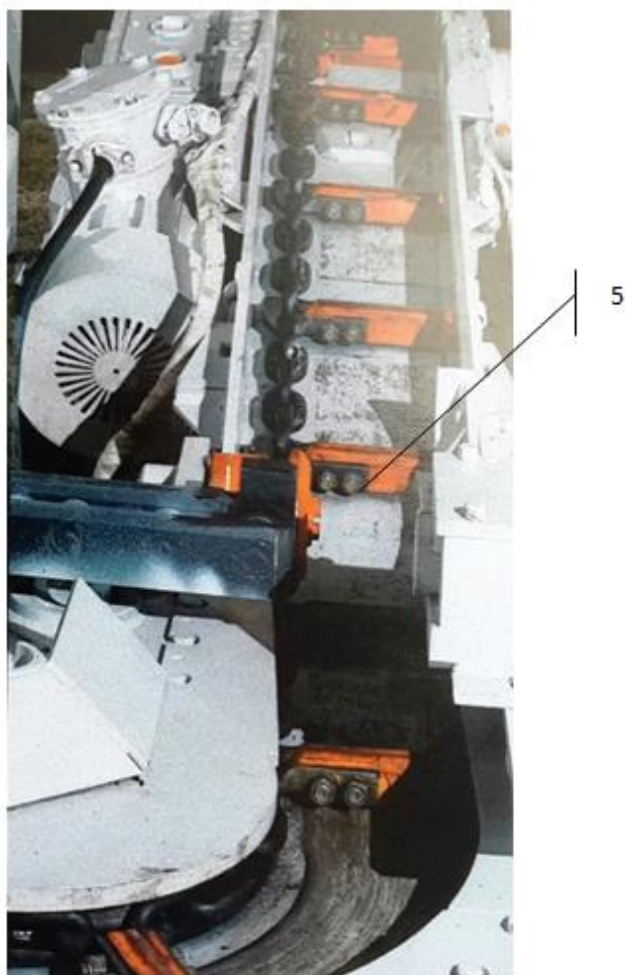
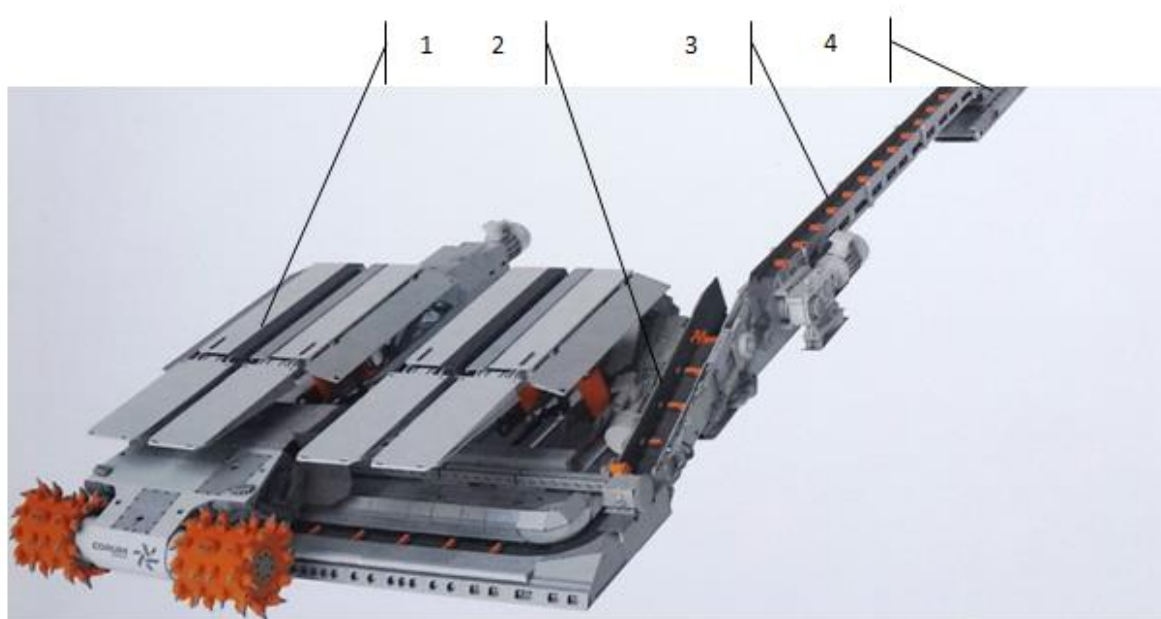
қырғыш қондырмасының конструкциясы көрсетілген. Бұл буын, сондай-ақ жиналмалы тізбек буындары екі сәулелік шанышқының ішке қаратылған түріндегі сұйық буынның жақтары бар, шанышқының ішкі жағы қырғыштың тіреуіш бөлігіне қойылған, екі бұрандамен бекітілген. Бірақ бұл жағдайда бұрыштық конвейер лентасының ені 0,5 м-ден аспайды, демек, қысқа конвейердің ұзындығы (7 м-ге дейін) үлкен жүктер болмаған жағдайда ешқандай проблемалар болмайды. Сондай-ақ, жұмыссыз тұрған тарматтың жұмыс жағдайы Тентек кешеніне қарағанда жақсырақ, өйткені қырғыштар жұмыс істейтін тақтайшаға қысылған. Бірақ әлбетте, конвейер 7-суреттегі 3 күйде бұрылмалы болуы керек, яғни тұғыртың кез келген аймағында бұрыла алатындай. Ал қазірдің өзінде оның енін 0,8-1 м дейін ескере отырып, консольдық қырғыштарды пайдалану мүмкін болмайды. 7-суретте сонымен қатар орталықта орналасқан тізбекті айналмалы конвейерге арналған қырғыштарды консольді бекіту негізінде әзірленген нұсқасы да көрсетілген.

Төменде бұрылмалы конвейердің схемасы үшін Пермь көмір ғылыми-зерттеу институты конструкциясы берілген, ол түпнұсқа болып табылады және орындылығын Adams-та модельдеуден анықтауға болады. Жүк көтергіш элементтері бар тартқыш корпус жүйесі көлемді болса да, бұрылу кезінде тұрақты және рештактарда орналасуы керек, мысалы, Еуразиялық патентке сәйкес жоғарыда көрсетілгендермен бірдей. Төменде орталықта орналасқан бұрылыс аймағы бар конструкциялар берілген, авторлардың пікірінше, конвейердің тік өлшемдерін кішірейтіп, орталықта орналасқан тізбекті конструкцияны қолдануға мүмкіндік береді.

Ары қарай камераны 10 метрден артық кеңейтуге арналған схема қарастрылған. Бұл технология камераны 10-20 м-ге дейін кеңейтуді көздейді. Бұл жағдайда камераның кеңжарының артында көлік-желдету жұмысы қолдау табады.

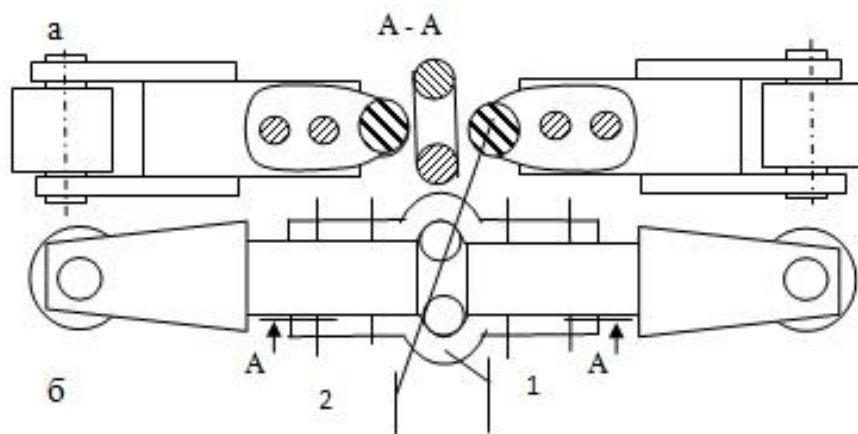
Осы жағдайда жүріс комбайнының стандартты конструкциясы бойынша камераның ені 12 м-ге жетеді, бұл дәстүрлі технологиядан 3 есе көп және сәйкесінше дайындық және қорытынды жұмыстары мен көмір шығыны азаяды. Сондай-ақ КНФ үлгісіндегі кеспе-жапқыштың схемасы арқылы оны 20 м-ге дейін кеңейту мүмкіндігі бар (8-сурет). Мұндай сызбаны пайдалану бұрыштық конвейерді бұрылмалыға ауыстыру арқылы тиімдірек болар еді. Өйткені бұзылыстарды тексеру кезінде камераның енін реттеуге мүмкіндік туындайды. Конвейердің кеңжарда орналасқан бұрылыстық бөлігі қайтадан оңай алынады және салынады. Секцияны бұру мүмкіндігі қозғалатын жүйенің конструктивті орындалуына да байланысты. Олар келесідей орындалуы мүмкін:

- бұрылмалы конвейердің кеңжар бөлігінің базасынан;
- жабынның көршілес секциясынан.



1 - бекітілім секциясы; 2 - конвейер бұрылыуының аймағы тұрақты бұрыштық қырғыш; 3 - аралық (нұсқа - бұрымалы) конвейер; 4, 5 – конвейер

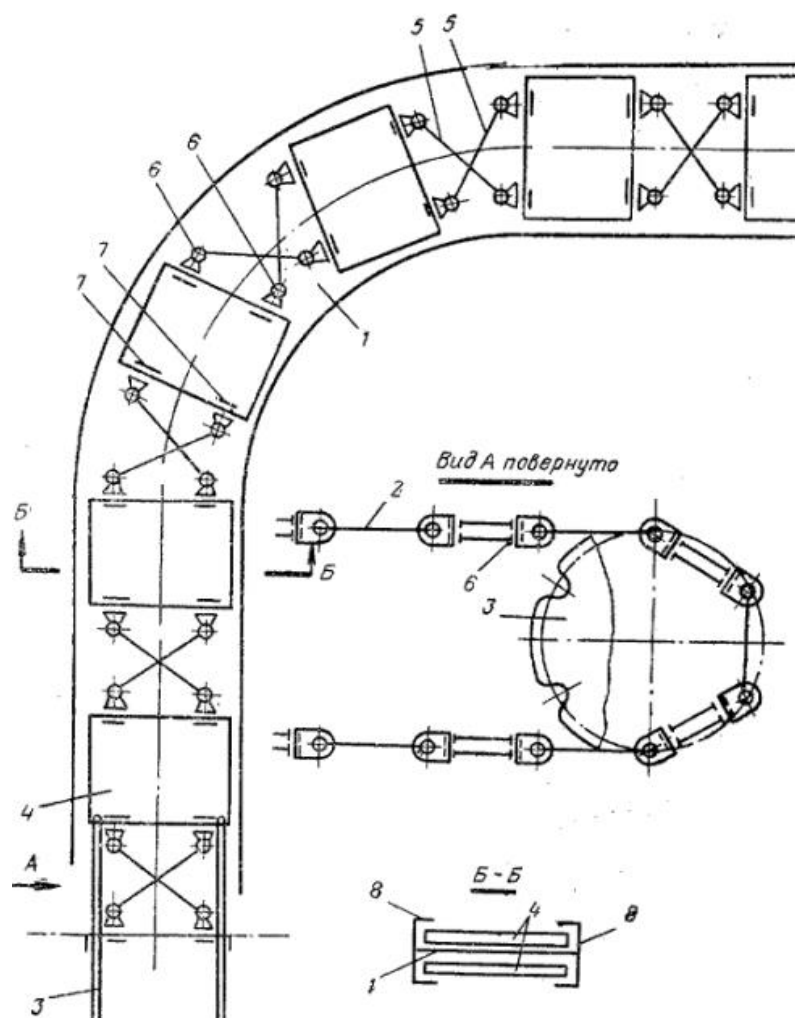
Сурет 7 – Консольді қырғыштары бар бұрыштық конвейерімен КНФ бұрандалы кешені



а – құрылымдық элементтер; б – орталықта орналасқан тартым тізбегіне арналған қырғыштың нұсқасы екі жағында саңылау ашылатын прес типті буынға бекітіледі: 1 - қысқыш, 2 - көлденең буын

Сурет 8 – КНФ

Бірінші жағдайда бұрылыс радиусы конвейер арқалығының есебінен қалыптасады, ал екінші жағдайда оның артқы бөлігін көрші секцияның бүйірлік домкратымен итеру арқылы экстремалды секцияның кеңейтілген ұзаруы есебінен қалыптасады (9-сурет). Бұрылыс әрбір 30 м сайын алға қарай орындалады, сондықтан оны автоматтандырылған режимде орындау қисынды саналады.

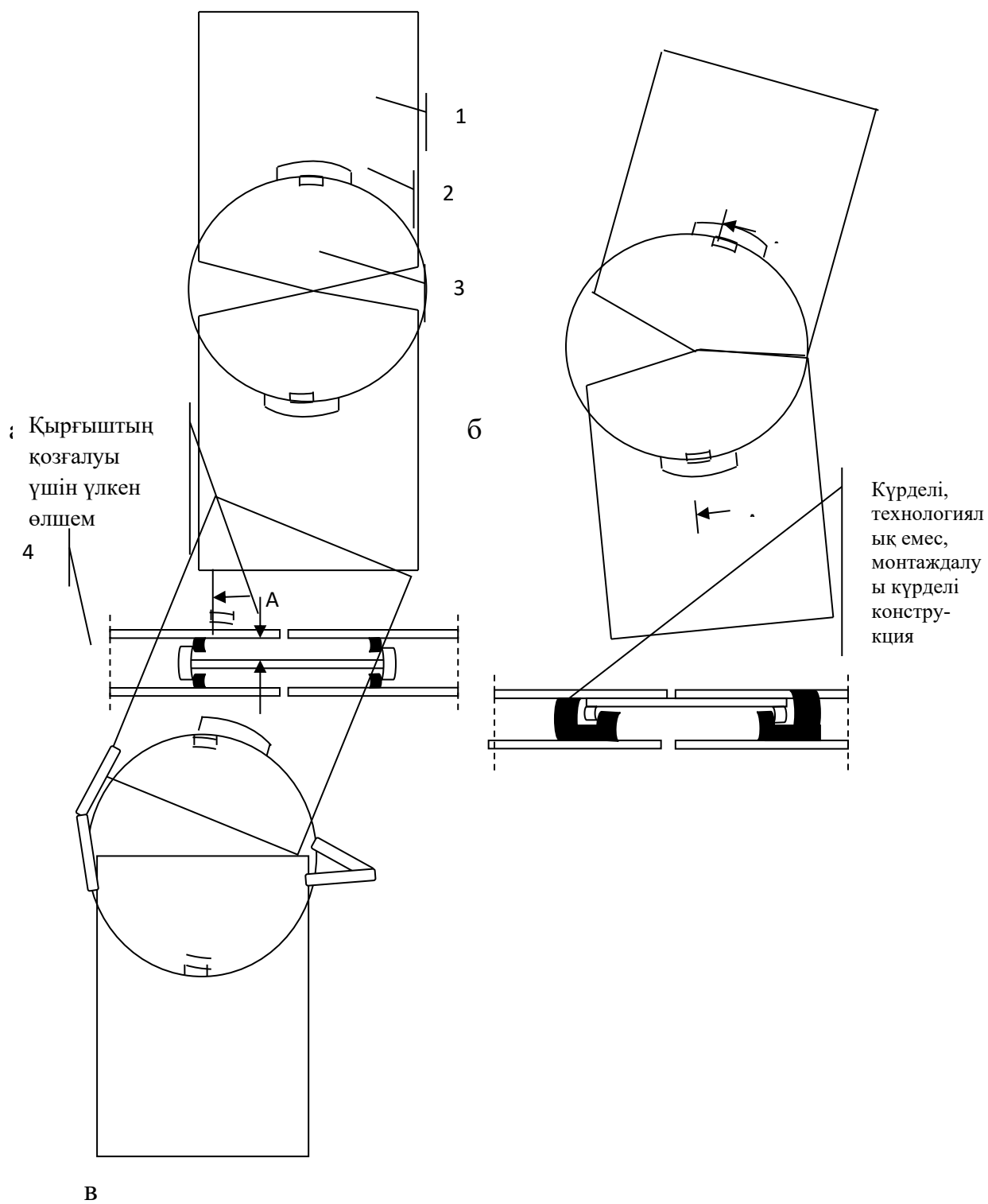


1 – рештак; 2 – буын; 3 – жұлдызша; 4 - тасымалдау элементі; 5 – рычаг; 6 – топса; 7 - бекіту

Сурет 9 – Пермь көмір ғылыми-зерттеу институты конструкциясы

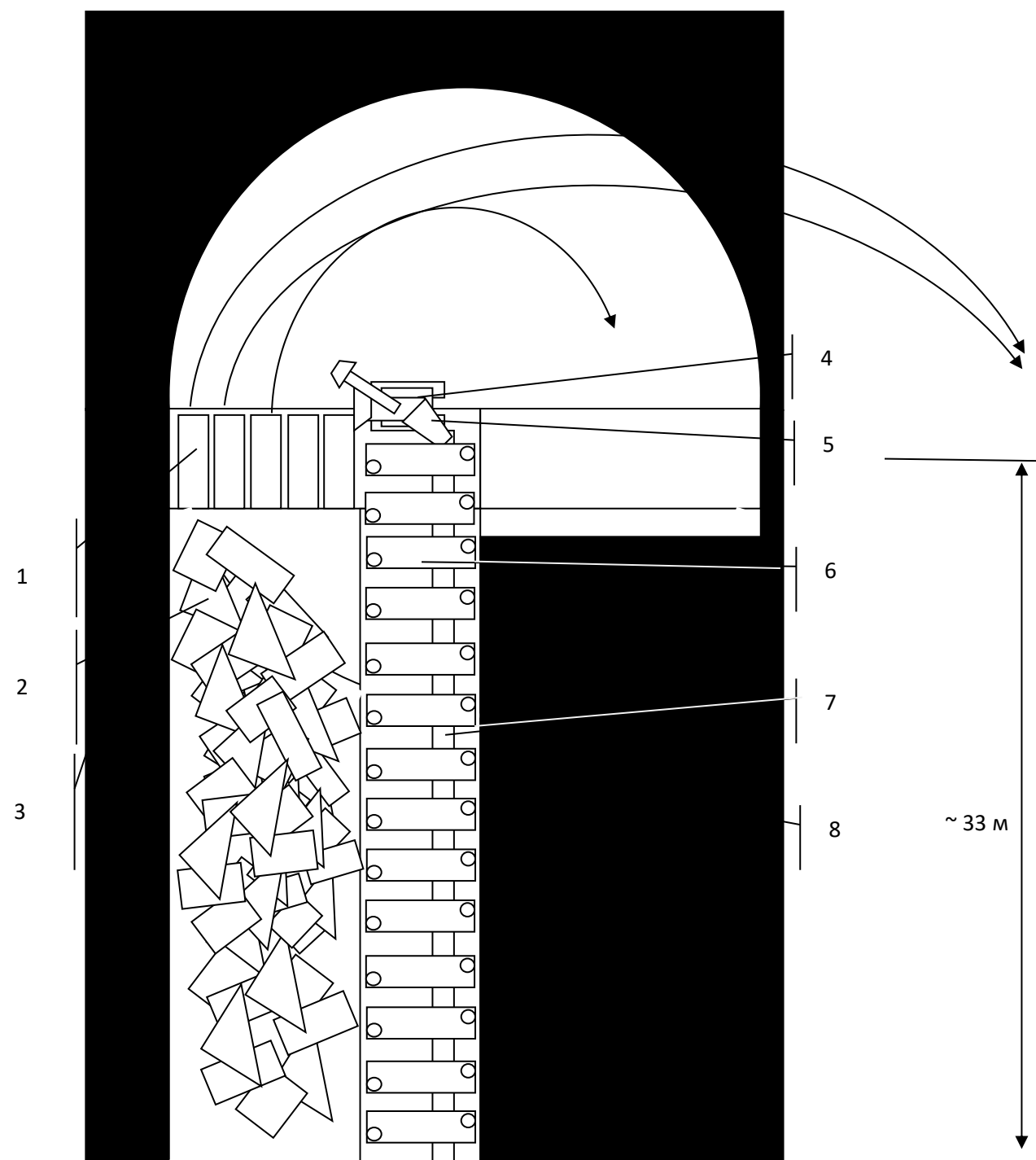
Ал бұл үшін секцияның қалып-күйін мысалы, оның түбіндегі және артқы бөліктеріндегі нүктелер арқылы бақылау қажет. Ұқсас құрылғылардың қалып-күйін басқаруға арналған сенсорлық жүйелер өнеркәсіпте бар және бұл жағдайда қолданылуы мүмкін. Әрине, жеке секцияның қалып-күйін бақылауға арналған шешімдер бірегейлігіне байланысты артықшылықтары бар болып саналады. Олар штокпен байланысты индукциялық датчиктерге және көрші секциялардың бүйірлерін қосатын тартылатын құрылғыларға байланысты өзекшенің орын ауыстыруының Δl мәндерін және оның Δt базалық қимасынан ауытқуын бекітуге негізделуі мүмкін. Бұл басқару нүктесінің координаттарын қайта есептеуге мүмкіндік береді, сондықтан кейінгі талдау қозғалыстың келесі циклі үшін штоктардың инсультінің мәндерін беруге мүмкіндік береді. Дәл осылай секциялардың артқы нүктесін басқаруға болады.

Басқа бақылау әдісі де берілген нүктелерді сәулелендіру кезінде кері дыбыстық сигналды қабылдау уақытын өлшеуге негізделген (10-сурет).



а – қуысты тең жартыға бөлетін: 1 - рештак беттері, 2- диск, 3 тіректер; ә – жоғары орын ауыстыратын диск; б – шарнирлі рычаг

Сурет 10 – Орталық орналасқан топса



1 - жабын секциялары (15 данаға дейін); 2 - опырылған жыныстар; 3 - көршілес тірек;
4, 5 – тиегіші бар комбайн; 6 - стационарлық-тасымалдаушы бекітпе; 7 - бұрымалы
конвейер; 8 - кері қазбаға арналған жаңа секция

Сурет 11 – Ұңғыманы 180°-қа бұру технологиясы

Қай жүйе оңайырақ болатының геофондардың түбінде жұмыс істеу ерекшеліктеріне байланысты айту қиын. Сонымен қатар, бұл әдіс шатырдың негізгі қабаттарындағы үзілістердің пайда болуын бақылау үшін де қолданылады, сондықтан оның болашағы бар болып саналады.

11-суретте қысқа аялдамаларды қолданатын қазу технологиясы көрсетілген, камералардың ұзындығы 33 м-ге жеткенде немесе қысқа беттік колоннаның ұзындығы 20-24 м-ден аспайтын КНФ қондырғысы тек ӘКК дамуын бекіту аймағы шегінде қолданылады. Бұл жағдайда секцияларды жылжытуға және конвейер желісін бұруға арналған жүйе бұрылмалы-үдемелі топсалар жүйесімен жабдықталуы мүмкін. Мұндай жүйе үшін біз Еуразиялық патент алдық.

САТ жабынының жағдайы. Кенжар қысқа болғанда САТ жабынының жағдайы күрделі болса, алаңдаушылық танытуға болады, егер де 11-суреттегі жағдайды жыныстар құлап жатқанда қарастыратын болсақ. Кері қозғалыс жасаған кезде САТ бөлшектелуі керек. Бірақ 2 кеңістікте жабын құлаған кезде және әсіресе 3-баған уақытында жойылмаса (негізі бұл мүмкін), САТ-ке қысым күрт артуы мүмкін, бұл өндірілген кеңістікте қолдау табатын өндірісті эксплуатациялау тәжірибесінен мәлім. Дегенмен, мәселенің шешімі де белгілі, сондықтан осы аймақтағы САТ-тың экстремалды бөлігін бөлшектемес бұрын, көршілес секциялардағы бекітуді жамылғылар астына орнатылған жаңа жүгірістермен (жеке гидравликалық тіректер немесе ағаштар) нығайтуға болады. Жеткізу үшін САТ беткейге қарай жылжыған бірдей көлік желілері (кабель, арқандар және т.б.) пайдаланылады. Бұл операцияларды жеткізу, орнату және бөлшектеу кезінде тиімділігі аз болса да, толығымен оңтайландыруға болады.

1.6 Бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі топсалары бар маневрлік жабдықтың, жұмыстардың архитектурасының өзгеруін ескере отырып жұмыс жасау шарттары

Бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі топсаларды қолдану арқылы маневрлік жабдықты құру жұмыстардың өзгермелі архитектурасында мұндай технологияның жұмыс істеуі үшін жаңа жағдайлар жасайды, демек олардың тұрақтылығын тексеруді қажеттілігі туындайды. Конвейерді бұру құрылғыларының оңтайлы конструкциясын таңдамас бұрын, біз максималды өнімділікті көрсеткен тірек учаскелерінің ең жақсы мысалдарында қозғалыс домкраттарының орналасуы секцияның бүйірлерінде орналасқанын атап өтеміз, бұл маневр жасауға мүмкіндік берді, және де ұзын қабырғаның ұзындығын азайту үшін қажет. Мәселен, ОКП-70 секциялары осылай орындалды. Еске салайық, бұл бүйірлік домкраттардың штоктарының біркелкі соғуына байланысты жүзеге асырылды. Осыған ұқсас конструкцияны бұрылмалы-үдемелі топсалары үшін патенттерге сәйкес қарастырылған, ал авторлар әмбебап конструкциялық схеманы құру басқару блогын бірыңғай бағдарламалық шешімдер бойынша өңдеуге және бағдарламалық және техникалық тұрғыда мәселені оңтайлы шешуге мүмкіндік береді деп есептеді. Сондай-ақ осы жүйені оның ықпалымен қалыптасып келе жатқан жұмыстың түбегейлі жаңа архитектурасында қарастыруды жалғастырайық.

АҚШ-та жұмыс тереңдігі 200 м-ден аспады, бұл шатырды анкерлік бекіту жүйесімен де шектеледі. Тентек 2КВ 300 м-ге жуық тереңдікте, доңғалақты

платформаларда шатырды шынжыр табанды бекітілумен жүкті түсіру пайдаланылды. ҚР ҰҒА ІРКОН пысықтауда бекіту үшін стационарлық-ауыспалы бекітілім ұсынылды. Сондай-ақ тереңдікті, тау жыныстарының опырылу заңдылықтарын және олардың құрылымын ескере отырып, тау жыныстарының қысымының параметрлерін есептеу жүйесі әзірленді. Қазіргі уақытта лавалар үшін есептеу жүйелері едәуір дамыған, бірақ камералық қазбаның өзінде тау жыныстарының жылжу схемалары жақын. 3D форматындағы есептік схемасы берілген кадаммен шатырдың аралығын қолдайтын тіректердің тізбегін ескереді. Зерттеулер көрсеткендей, тігістің қалыңдығы 2 м, бағанының қалыңдығы 1 м, камераның ені 3 м, ұзындығы 26 м-ден және тереңдігі 150 м-ден асатын камералар саны артуына байланысты аралықтың ортасында тіректердің құлау жағдайларына қол жеткізуге болады, яғни, тіректерге түсетін жүктеме қабаттың шығуынан оның ортасына дейін артады. Содан кейін келесі бағанада бұзылу жағдайларына жетеді және т.б. Деформациялардың сипаты [1, с. 3-230; 2, с. 37-48; 3, с. 38-41] бойынша есептелетін лаваға жақындайды. Қабаттың үстінде жартас консоли қалыптасады, оны қабатқа жақын камерадағы FAT тіректері мен бекітілім ұстап тұрады. Сондықтан, жұмыстар жақсы дамытылған болса, бірінші камерадағы SAT тірегін қоса алғанда, қуат беретін тіректің орнына 2-3 тіректерді пайдаланып, [2, с. 37-48] сәйкес схеманы қабылдауға болады. Оның үстіне жұмыс камерасын бітеуден қоршап тұратын тіректердің санын тірек енін өзгерту арқылы реттеуге болады, ол кері жүріс кезінде комбайнның атқарушы органын кеңейту жеткілікті. Талдау көрсеткендей, тау жыныстарының жылжу көлеміне құрылымның қалыптасуы, шөгу контурларының формалары мен түрлері (қабаттардың құлауының тәртібі мен реттілігі, топырақ пен шатыр жыныстарының жабылу мүмкіндігі, табиғи тепе-теңдік қоймаларының пайда болуы және мезгіл-мезгіл құлайтын ерекше күшті және берік шатыр қабаттарының пайда болуы) ықпал етеді [4, р. 15-26]. Белгілі болғандай, жұмыстың айналасында белгілі бір қашықтықта екінші реттік бұзылу аймақтары қалыптасады, олар біріншіліктен алыстаған кезде (тау жыныстарының ыдырауы) үлкен өлшемдермен жұмыс контурын қайталайды. Контурлар арасында салыстырмалы түрде тұтастай массив бар. Құбылыстың себептері туралы гипотеза қазбалар маңындағы тау жыныстарының деформациясының ерекшеліктеріне негізделген. Төбенің жанындағы массив шамадан тыс жүктелгендіктен, мұнда қарқынды деформацияланады. Онда оның қасиеттерін күрт өзгертетін жүйелі жарықтар пайда болады: деформация модулі төмендейді, Пуассон қатынасы артады. Кейде бұл құбылысты С.Т. Кузнецов ұсынған «нығыздау – қопсыту» жүйесімен байланыстырады. Мұндай жүйелердің механизмін тепе-теңдікте тұрған және оның айналасында орналасқан ядро мен бөлшектерден тұратын кейбір құрылымдық бірлік негізінде қарастыруға болады. Қоршаған орта қысымының әсерінен ядро құрылымдық бөлімшеге тепе-теңдікті қамтамасыз етуді жалғастыра отырып, «тығыз орау» күйіне өтуге шамасы жетеді. Бастапқы сәтте бұл оның және массивтегі газ сорбацияланатын бөлшектер арасындағы бос кеңістіктің

ұлғаюына әкеледі. Газды сығуға болатындықтан, мұндай қондырғылардан «жиналған» жүйе деформациялардың жоғарылау мүмкіндігіне ие болады, яғни, серпімділік модулі E (деформация модулі) төмендейді және бүйірлік қозғалғыштығы μ (Пуассон коэффициенті) артады. Мұндай өтпелі (фазалықтарға жақын) процестер бірнеше рет орын алуы мүмкін, демек, шығудың жанында тірек қысым аймағы қалыптасады. Жер бетіне жақын жерде ондағы жүктемелер γ^*H мәнімен (тау жыныстарының тығыздығы және жұмыс тереңдігі) салыстырғанда бірнеше есе төмен, бірақ массивке тереңдегенде олар K есе артады (K 2-3 жетеді). Мұндай қабат массивте жүйелі құрылым түзілуінің генераторы болып табылады, өйткені экстремалды қысым аймағы қолайлы жағдайда: бір жағынан, одан қысымы γ^*H болатын аймақ, ал екінші жағынан, қысымы бар аймақтарда бос бетке қарай біртіндеп төмендейтін қысымның шамалы төмен мәндері, массивті кездейсоқ құрылымдарды тудыратын кернеудің күрт төмендеуінен қорғайды. Соңғы аймақтардың жалпы ұзындығы пласт қуатының 1-3 еселігі. Оларда E және μ күрт өзгереді. Ыдырауға қатар максималды кернеу аймақтарының (және жиі созылатын) әсерінен тереңдікте орналасуы да өз әсерін тигізеді. Бұл аймақтар соңғы элементтер әдісімен есептеледі және авторлар ыдырауды ендірілген деп атайды. Мәліметтің осы секілді контурлары түпнұсқадан қашықтығымен олардың өлшемдерін үлкейту арқылы белгілі бір қадам арқылы қалыптасады (12, 13-суреттер). Жер қойнауы мен игеру жүйесі күрделі жүйелер үшін олар гомеостазис қағидасын да ұсынады. Оның мәні жүйенің энергиясы бастапқы жүйені қалыптастыру процесін сақтауға тырысады. Жасанды пішінді ұстауға (жер қойнауында жұмыс істеу) тау жыныстарының қысымы кедергі келтіреді, ал мұндай қуыстарды массивке тереңдету процесі қарсы тұрады. Бұл жағдайда бастапқы жұмыс тереңдікте қайта бөлінетін тау жыныстарының қысымынан ішінара түсіріледі. 13-суретте мұндай n контурлардың биіктігін есептеу әдісінің ерекшеліктері көрсетілген.

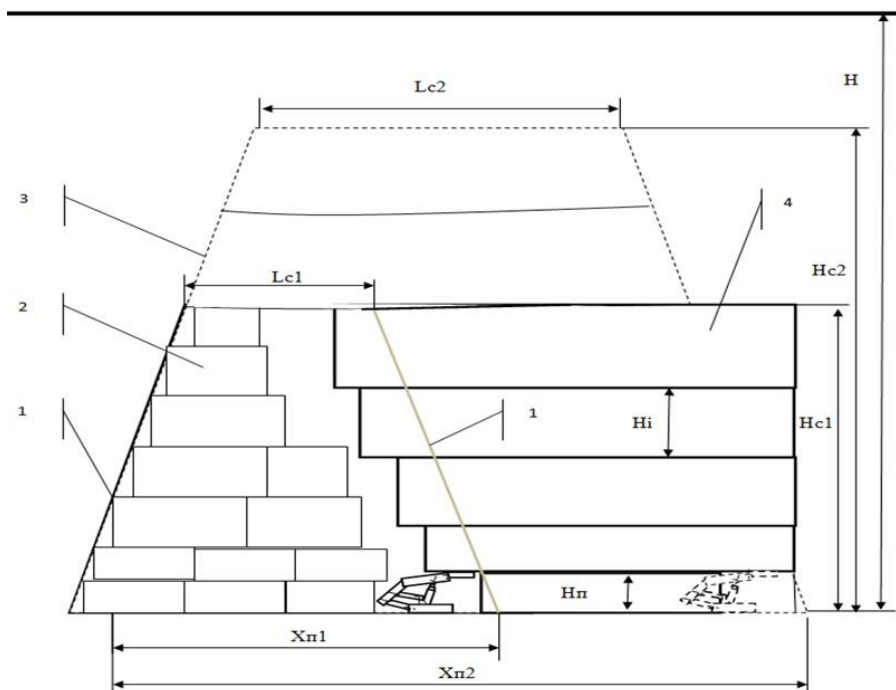
$$h_{cn} = a \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \Sigma (1 + a \operatorname{tg} \alpha) \quad (1)$$

мұнда h_{cn} - мұндай n контурдың биіктігі;

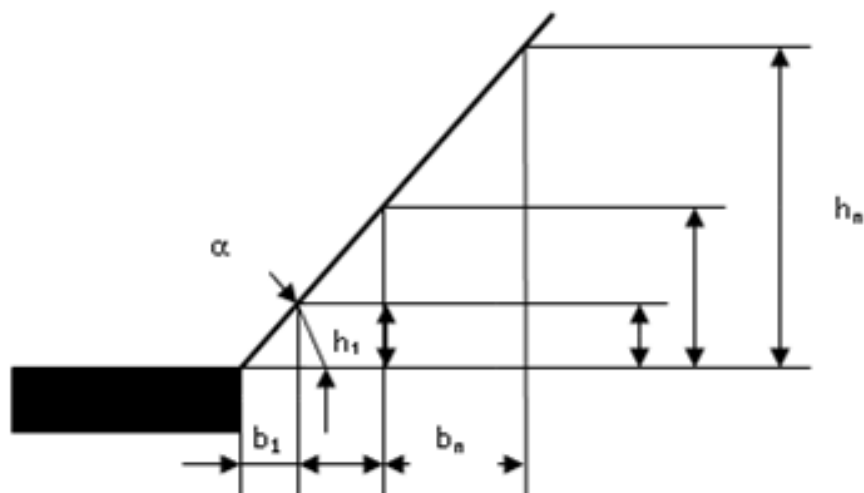
$\operatorname{tg} \alpha$, a - өлшемсіз сипаттамалар.

Қарастырылып отырған өрнек тазалау кеңжары жұмысын қабатты ыдырау параметрлерін алдын ала анықтайды (одан кейін оларды модельдеумен нақтылауға болады). Тау жыныстары күйінің мұндай схемасы механикаландырылған бекітілудің массив күйіне әсер ету механизмін анықтауға мүмкіндік береді.

Тірек кедергісі және белсенді итеру төменгі жағында әрекет еткен γ^*H -дан бірнеше есе аз, содан кейін массивтің жағдайын тірек көмегімен бақылау мүмкін емес деген пікір нығая түсті, өйткені жиырылудың өзгеруі бұрынғыдан 2-5% аз болды. Ұсынылған схема жағдайында төбе маңындағы тау жыныстары салыстырмалы түрде бүтін күйде болады, ал кернеулер бірнеше есе азаяды.



Сурет 12 – Төбе түзілу контурларын есептеу



Сурет 13 – Төбенің түзілу параметрлері

Сондықтан тірек кедергісі қазірдің өзінде кернеулерді 30% немесе одан да көбірек өзгертуге қауқарлы, демек, қуаттандырылған тірек беттің тұрақтылығына әсер ете алады. Сондықтан келесі схема қарастырылды: монтаждау камерасынан шыққанда көмірді алудан қуыс пайда болады: оның жоғарғы бөлігі - төбесі төмен түседі, ал төменгі бөлігі ісінеді, тау жыныстары кеңейеді, олардың опырылуы біркелкі емес - бөліктер арасындағы бос орындар мен қуыстар түзіледі. Бұл үш фактор ілгерілеудің белгілі бір кезеңінде топырақтың жыныстарын және төбені опырылған тау жыныстары арқылы жабуға мүмкіндік береді. Бұл есептік схеманы тұрақтандыруға ықпал етеді және белгілі бір мөлшердегі қолдауды алға жылжытқаннан кейін қысым

графиктері қайталанады. Бекітілім ұзақ уақыт бойы монтаждау камерасында қалады және оның үстінде бірте-бірте табиғи тепе-теңдік төбесі қалыптасады, оның сопақ контурларын Протодьяконов бойынша тау жыныстары мен монтаждық камераның параметрлеріне сүйене отырып есептеуге болады. Сонымен бірге тау жыныстарының ыдырауына сәйкес бірінші төбеден біршама қашықтықта екінші төбенің көрінуіне жағдай қалыптасады. Осылайша, тірек бірінші төбенің шегінен шыққанда, төбенің қалыптасу циклінің қадамдарын анықтайтын екінші ыдырау аймағының дамуы жалғасады. Қабат үстіндегі тау жыныстарының қабаттап бірте-бірте опырылуы екінші төбенің толық опырылуын анықтайды:

$$h_c = X_c[1 + \operatorname{tg}^2(45 - \varphi/2)] / 2 \operatorname{tg} \varphi \quad (2)$$

мұнда X_c - φ төбенің негізі - тау жыныстарының үйкеліс бұрышы.

Есептік схемалар сондай-ақ бұрын өңделмеген немесе қатты бұзылған учаскелер үшін пластың қуаты 3,5-4,5 м болғанда Глиник типті төсемінің тұрақты жұмысын қамтамасыз ету мәселелерін шешуге мүмкіндік ереді. Бұл жағдайда, өндірістік тәжірибе және есептеулер көрсеткендей, коллектордың максималды алынатын қалыңдығында негіздің топыраққа қысымы айтарлықтай артады және беріктігі төмен тау жыныстарында негіздің ұшының батып қалу мүмкіндігі байқалады. Бұл кемшілікті жою үшін тірек бөлігін кеңейту төбені бұрылмалы-үдемелі механизмге ауыстыруға арналған лемнискаттық механизмді ауыстыру арқылы, көлбеу гидравликалық цилиндрдің орнына бас бөлігі төбені және төбе мен негіз арасындағы қоршауды қосатын гидравликалық тіректерді енгізу арқылы қарастырылады [2, с. 37-48].

Бірінші бөлім бойынша қорытынды

Қысқа мерзімді технологияларға арналған құрылғылардың құрылымдық схемаларының ерекшеліктері талданды.

Механикалық жүйелер мен роботтар өндірістің үлкен күрделілігімен ерекшеленеді, ол өз кезегінде жұмыс пен жұмыстың ерекшелігімен анықталады. Сондықтан, егер құрылымдық схемаларды шекті жеңілдету шарттары қойылмаса, онда жүргізілген зерттеулерді неғұрлым жетілдірілгені үшін пайдалануды қамтамасыз ететін әмбебаптықтарды бөлектеу қажет болса, онда алынған мәліметтер қосымша тексерулерді қажет етеді. Сонымен қатар, тіпті сәтті өнеркәсіптік сынақтан өткізу машинаның тиімділігіне кепілдік бермеуі мүмкін. Күрделі машинаны құрастыру жұмысты қиындата алады, сондықтан оны зерттеу үшін өндірудің бір ғана данасы туралы айтуға болады. Егер көптеген түйіндерді ашу және қайта орау арқылы күрделі құрастыру жүргізілсе, онда мұндай жүйе технологиялық және үнемді болмайтыны анықталды. Сондықтан шолу бөлімінде қазба қондырғыларының конструкциялары талданды.

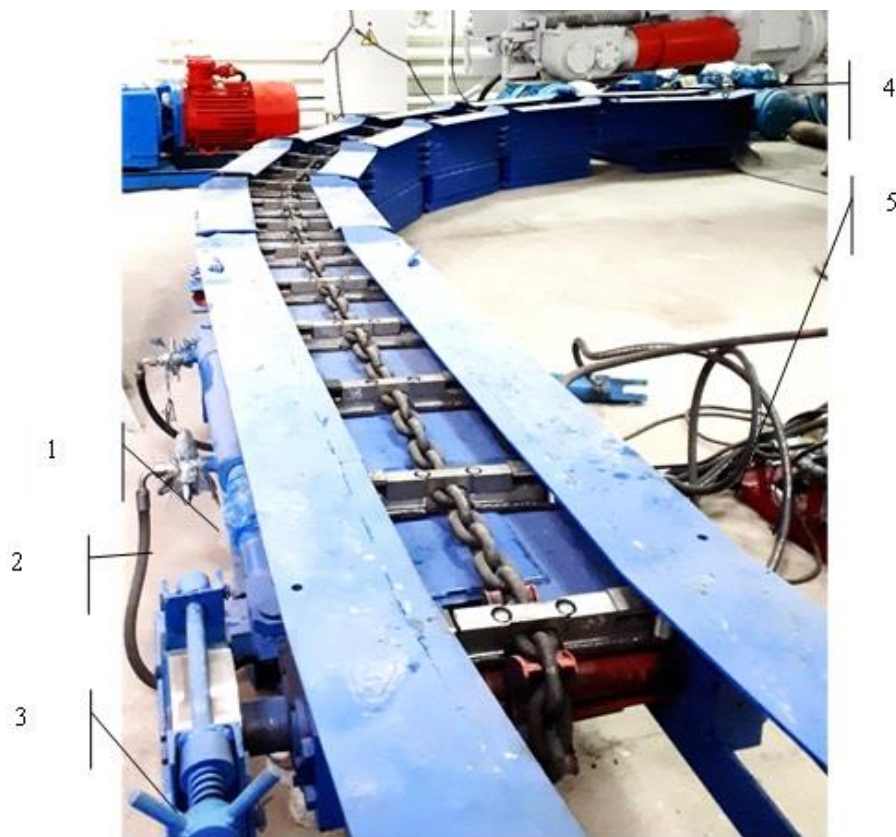
Сондай-ақ, динамикалық мағынада жүйелерді тиімді жобалауды қамтамасыз ететін бағдарламалық пакеттер қолданылды, бұл құрылғылардың

беріктігін есептеуге және рычагтардың қозғалысын іс жүзінде толық модельдеуге ауысады, бұл да қажет шарттар құрылғылардың өзара әрекеттесу кезінде оларды арттырмай, мүмкін қозғалыстар мен қуат көрсеткіштерін төмендетпестен бір-біріне кедергі келтірмеуі үшін. Мұндай міндеттер ANSYS (кернеулі деформацияланған күйін модельдеу) және Adams (жүйенің динамикасы) сияқты бағдарламалық пакеттерді қолдану арқылы шешіледі.

2 КЕРГІШ ҚҰРЫЛҒЫЛАРДЫҢ ЖҰМЫС ЕРЕКШЕЛІКТЕРІНІҢ ОСЦИЛЛОГРАФИЯСЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, БҰРЫЛМАЛЫ КОНВЕЙЕР ЖҮЙЕСІНІҢ ЭЛЕМЕНТТЕРІН СЫНАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

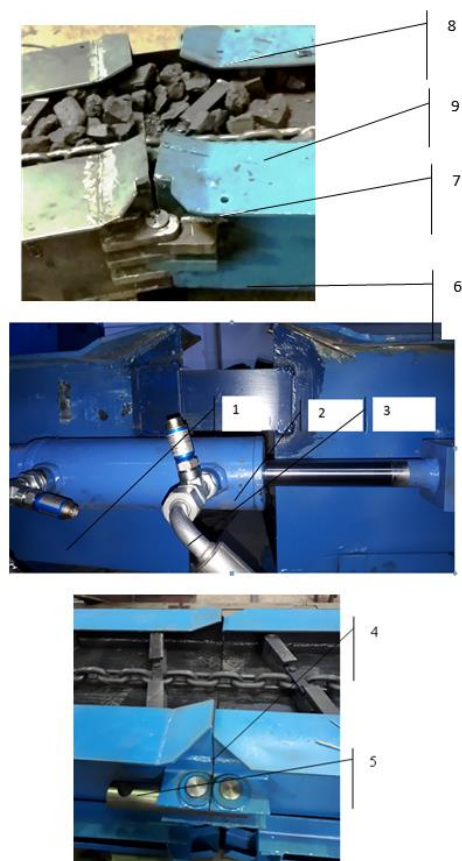
2.1 Бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі топсаларды зерттеудің шарттары мен бағыттары

Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінде (бұдан әрі – ҚарТУ) бұрылмалы қырғыш конвейері жасалып, стендтік және зауыттық сынақтардан өтті. Жобалаудың бірінші кезеңінде оның конструкциясы қысқа үзілістермен қатты пайдалы қазбаларды камералық өндіруге бейімделген, материалдарды қисық қазбалар бойымен тасымалдау, материалдарды бөлу және шахталардың учаскелерінде және ашық жерасты тау-кен жүйелерінде қайта тиеу мүмкіндігі бар. Жоғарыда жүргізілген талдау көрсеткендей, қысқа үзіліс жағдайлары үшін конвейердің екі гидравликалық цилиндр арқылы гидравликалық шынжыр керілуі бар бір тізбекті жетек, басқару жүйесі бар ESQ-600-4T0220G-0300P түріндегі жиілікпен, 2.1, 2.2-суреттер және бұрылмалы (БК) және бұрылмалы келу (БКК) бүйірлерінде бір-бірінен алшақ орналасқан, соңғысы гидравликалық домкраттар түрінде немесе механикалық жүйе түрінде - сырғалар, бекітілген жақтарын ауыстыруға арналған бойлық ойығы бар құлақшалары болады.



1 - кермелі гидравликалық домкрат; 2 - поршень мен штанга қуысындағы датчиктер; 3 - жүк ынталандыруы; 4 - комбайн тиегіш; 5 - сорғы станциясы

Сурет 2.1 – Бұрылмалы конвейер



1 – борт; 2 - бұрымалы келу топса – гидродомкрат; 3 - Шток қуысының датчигі және төгу магистралі; 4 - бұрымалы-үдемелі топсадағы саңылау, бұрымалы топса; 5 - механикалық бұрымалы-үдемелі топсасының сырғасы; 6 - «2-3» жүйесінің бұрымалы топсалары; 7 - бұрымалы топсадағы бастапқы саңылау; 8 - бұрымалы-үдемелі топсадағы саңылауды жабуға арналған векторлы серпімді пластина; 9 - бағыттаушы

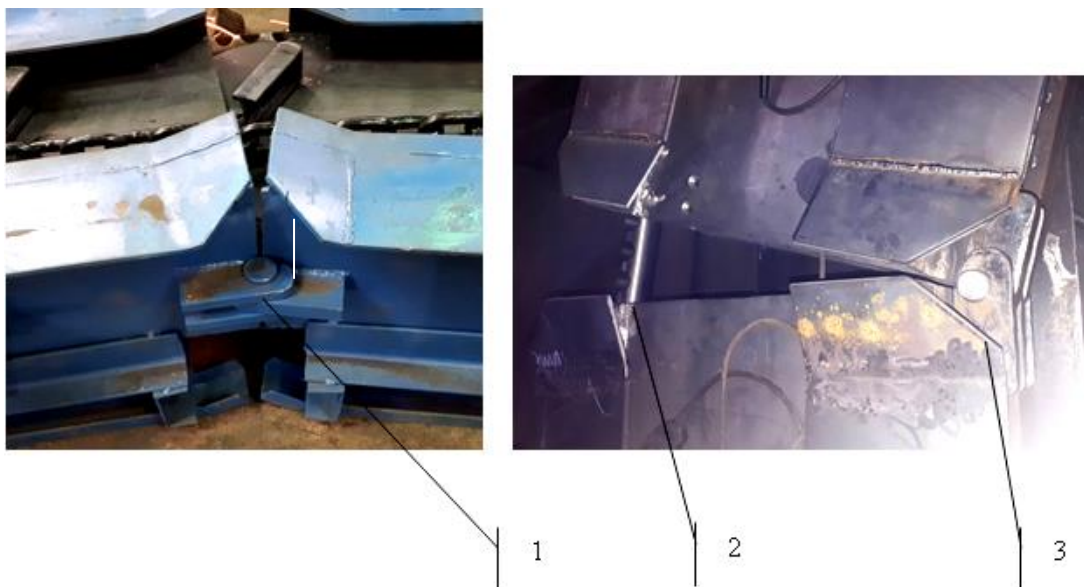
Сурет 2.2 – Бөлінген топсалар

Төменде осы түрдегі жиіліктердің негізгі сипаттамаларының кейбіріне тоқталамыз.

Біз векторлық басқару жетектің жетек мезетіне тікелей әсер ететінін, басқару диапазонын, оның дәлдігін және жылдамдығын арттыратынын атап өтеміз. Бұл мезет магнит өрісін тудыратын статор тогына тәуелді. Басқару үшін статор тоғының амплитудасы мен фазасы (ток векторы) өзгертіледі, ол қозғалыстағы ротор үшін статор магнит ағынының орнын анықтайды. Сондықтан, әрбір сәт үшін, жоғары есептеу жылдамдығы бар кірістірілген бағдарлама негізінде статор орамаларының тогында, кернеуінде көрінетін қозғалтқыш параметрлеріне байланысты ротордың орнын есептеу арқылы анықтау қажет. Мұны арнайы қымбат кері байланыс сенсорының көмегімен де жасауға болады. Өкінішке орай, нөлге жақын айналу жылдамдығы үшін есептеулер мүмкін емес.

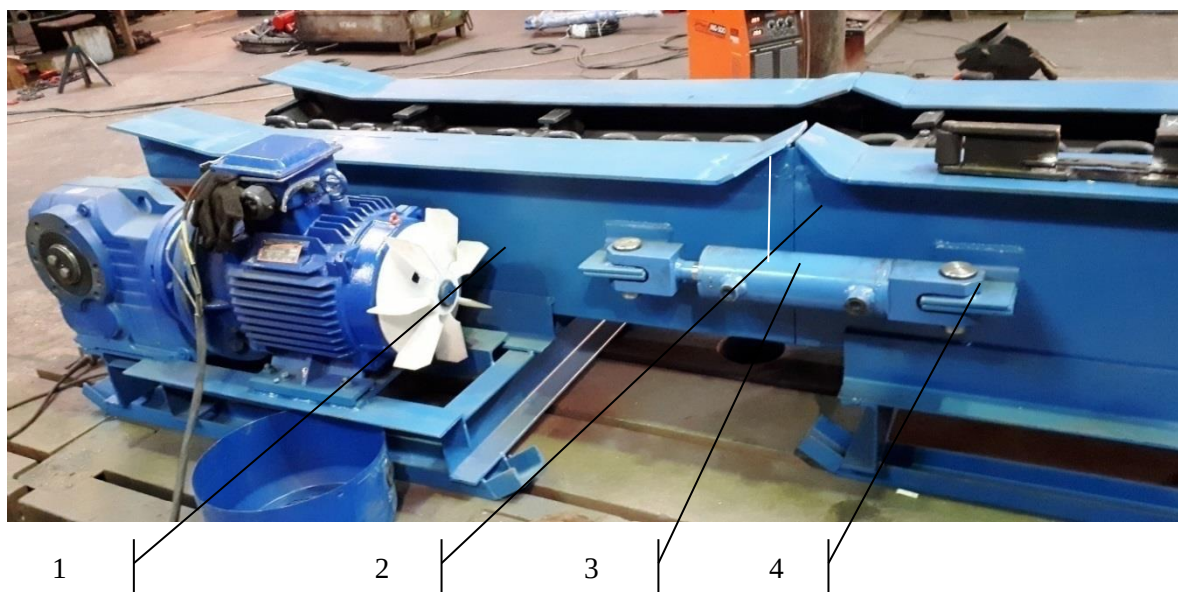
Рештактардың жалғаулары ілмектердің саңылаулары арқылы өткізілген тік түйреуіш түріндегі топсамен рештактардың көрші жақтарын бекітетін құлақшалар жүйесі ретінде жасалады (2.2, 2.3, 2.4-суреттер). Суреттерден

көрініп тұрғандай, рештактарды бұрған кезде олардың арасында бос орындар пайда болады: айналу орталығына жақын жағындағы жағында 8 мм-ге дейін кішкентай және қашықтағы жағында 200 мм-ге дейін ұлғайған. Бұл саңылау сектордың серпімді пластинасымен жабылған, бір жағына қатысты жылжымалы және екінші жағынан бекітілген. Қырғыштардың әсерінен және центрден тепкіш үдеумен қозғалған кезде көмір бұл пластинамен ұсталады.



1 - саңылау (8 мм артық емес) және 2-1 схемасы бойынша бұрылмалы топса, 2 - бұрылу бұрышын дискретті бекітетін нұсқадағы бұрылмалы-үдемелі топсасының сырғасы, 3 - бұрылмалы топсаны күшейту 1-позициядағы 2-1 схемасының орнына 3-2 схемасы бойынша күшейту

Сурет 2.3 – Топсалар жүйесі



1, 2 - нөлдік бастапқы саңылауы бар жетектік және бұрылмалы рештактар; 3, 4 - бұрылмалы-үдемелі топсасының гидродомкраты және оның құлақшалары

Сурет 2.4 – Жетекті және бұрылмалы табалар

Макеттеу кезінде кезінде тартқыш орган қозғалысының ерекшеліктерін талдау көрсеткендей, қырғыштардың тұрақты жұмысы кезінде шағын саңылаудың ең төменгі мәні жүктің өту ені 400-600 мм үшін 8 мм-ге жетеді (2.5-сурет). Сыртқы Z және ішкі Δ бос орындардың мәндері үшін мына өрнек алынды:

$$Z = R_{\text{сырт}} * 2 * \sin \alpha / 2 \quad (2.1)$$

$$\Delta = t_0 + (t + b + d/2) * 2 * \sin \alpha / 2 \quad (2.2)$$

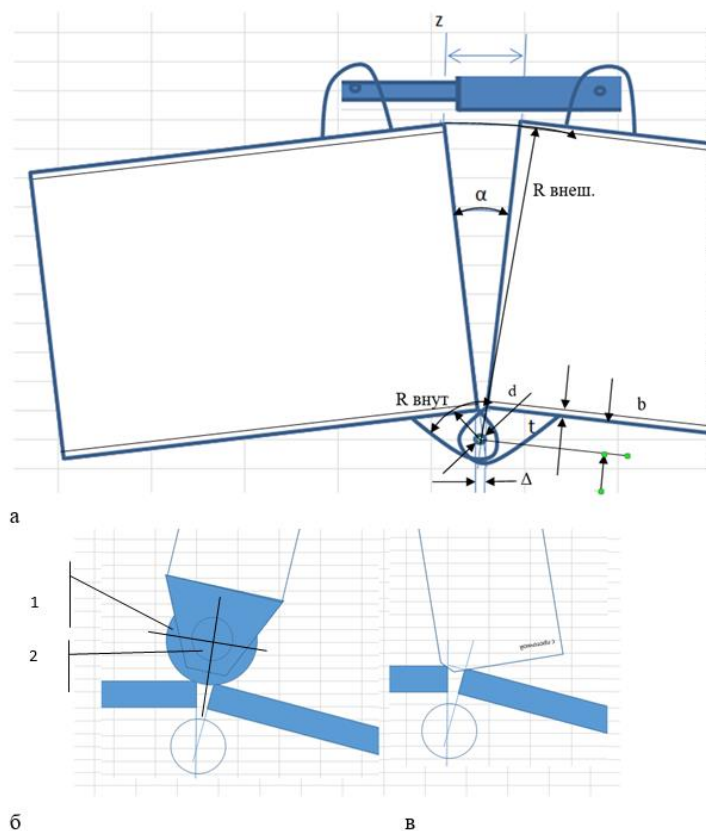
мұнда t_0 – рештактар арасындағы бастапқы саңылау;

t - борт бетінің қалыңдығы;

b - борт жақтағы құлақшаның қалыңдығы;

d - құлақшаларды жалғайтын саусақтың диаметрі;

α – борттың бұрылу бұрышы.



а - қосу схемасы, б - 2 ось бойынша 1 орама тірегі бар қырғыш, в - тегіс тіреуішпен, Z - сыртқы рештактардың, Δ - ішкі контурлары бойынша саңылау

Сурет 2.5 – Бұрылмалы және келу (гидродомкрат түріндегі) топсаларының жүйесі

Ішкі саңылау саусақтың жарты диаметрінің қосындысына тең ішкі кіші радиуста R бұрылу центріне (ішкі контур) ең жақын жақтарды бұру кезінде борттардың өзара орын ауыстыратын, бүйірлік парақтың қалыңдығы және

топса осі мен жағының арасындағы қашықтықтың есебінен қалыптасатынын айта кеткен жөн, оған бастапқы саңылау қосылады (мінсіз жағдайда нөлге тең болуы керек). Осылайша, құлақша бортқа қарай барынша ығысқан осьте болып, конструкциясы симметриялы емес болуы керек. Бұл саңылауды қырғыш жанасатын жақтан есептейміз (2.5б, 2.5в-сурет). Материалдың төгілу аймағы ретінде емес, борт бойымен қозғалатын ролик (2.5б және 2.5б-сурет) немесе қырғыштың соңғы беті (2.5а-сурет) арасындағы ықтимал қауіпті жанасудан қауіпті екенін ескереміз. Сондықтан қырғыш роликтердің борттардың ұштарымен шағын саңылаудағы өзара әрекеттесу мәселесін қарастыру керек. Байланыстырушы элементтер жұмыс жағдайларына сәйкес келуі керек, әсіресе қажетті беріктікті қамтамасыз етуі анық. Конвейер күрделі асыра жүктелуге ұшырайды, сондықтан оның жұмысы кезінде ол тарту күшінің әсерінен сызықты қозғалады, ал бұрылыс аймағындағы рештактар 15 градусқа дейінгі бұрышпен бұрылады. Мұндай жағдайларда саусақтар мен құлақшаларды кесу және мыжылуға дайын болуы керек. Сонымен қатар қырғыштардың 1 м/с дейінгі қозғалыс жылдамдықтары үшін статикалық жүктемелерді қарастыруға болады.

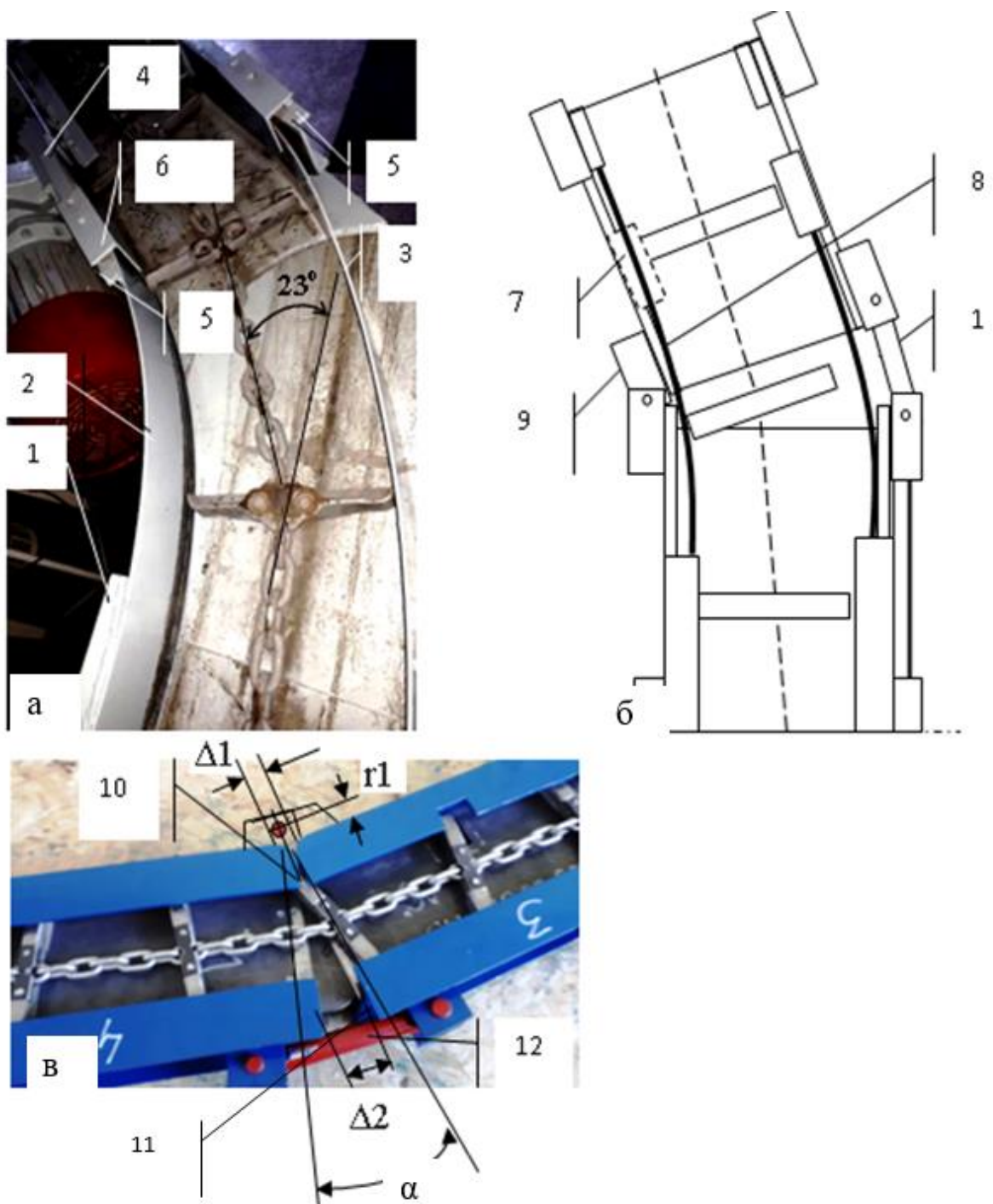
Қор коэффициенті бойынша талаптарды төмендететін осы элементтер 7 саңылау үшін 8 мм-ден аспайтын максималды мәнді алу талабы қойылды (конструкция геометриясының техникалық мүмкіндіктерінен). Рештактар арасындағы берілген саңылау үшін айналмалы қосылыстардың қажетті қауіпсіз конструктивтік параметрлерін алу қиындық тудыратын тапсырма. Сондықтан саңылаулардың 7 өлшеміне әсер ететін барлық параметрлерді азайту керек, атап айтқанда, бастапқы саңылаудың нөлдік мәндерін қамтамасыз ету керек, яғни, табалардың сызықтық түрінде орналасқан кезде.

2.2 Зерттеудің әдістемелік элементтері, стендтер, айналмалы жүйелердің үлгілері, осциллограммалардың ерекшеліктері және кейбір нәтижелер

Қырғыштың үйкелісі кез келген белгілі бұрылу жүйесінде және орталықта орналасқан бұрылмалы топсада немесе екі жағынан аралықта орналасқан БТ және ПБТ топсалары үшін пайда болады. Орталықта орналасқан тарту тізбегі күрделі жүктемелерден өтеді, ал қырғыштар бейнефильмдерге жазылғандай көп бағытты тербелмелі процестерді бастан кешіреді [2, с. 37-48; 11, р. 61-65]. Қозғалыстағы тізбектің керілу күшін бекіту қиын жұмыс екенін алдын ала атап өтейік, бірақ динамометр арқылы тізбекті созу арқылы есепті статикалық тұрғыдан да қарастыруға болады [23-25]. Инерция күштерін есепке алу үшін Adams бағдарламалық пакетінде орындалатын сандық модельдеуден басқа эксперименталды зерттеулерге мүмкіндіктер бар. Осы ретте заманауи талаптарды ескере отырып конейердің конструкциясына кіріктірілген диагностикалаушы жүйе элементтерінің жасалуын ескеру керек. Оны біз ары қарай қарастырамыз. Араларында саңылау болған кезде бір рештактан екінші рештакқа ауысқанда қырғыштың қалыпты қозғалысы саңылауларды азайту арқылы қамтамасыз етіледі [25, с. 108-116].

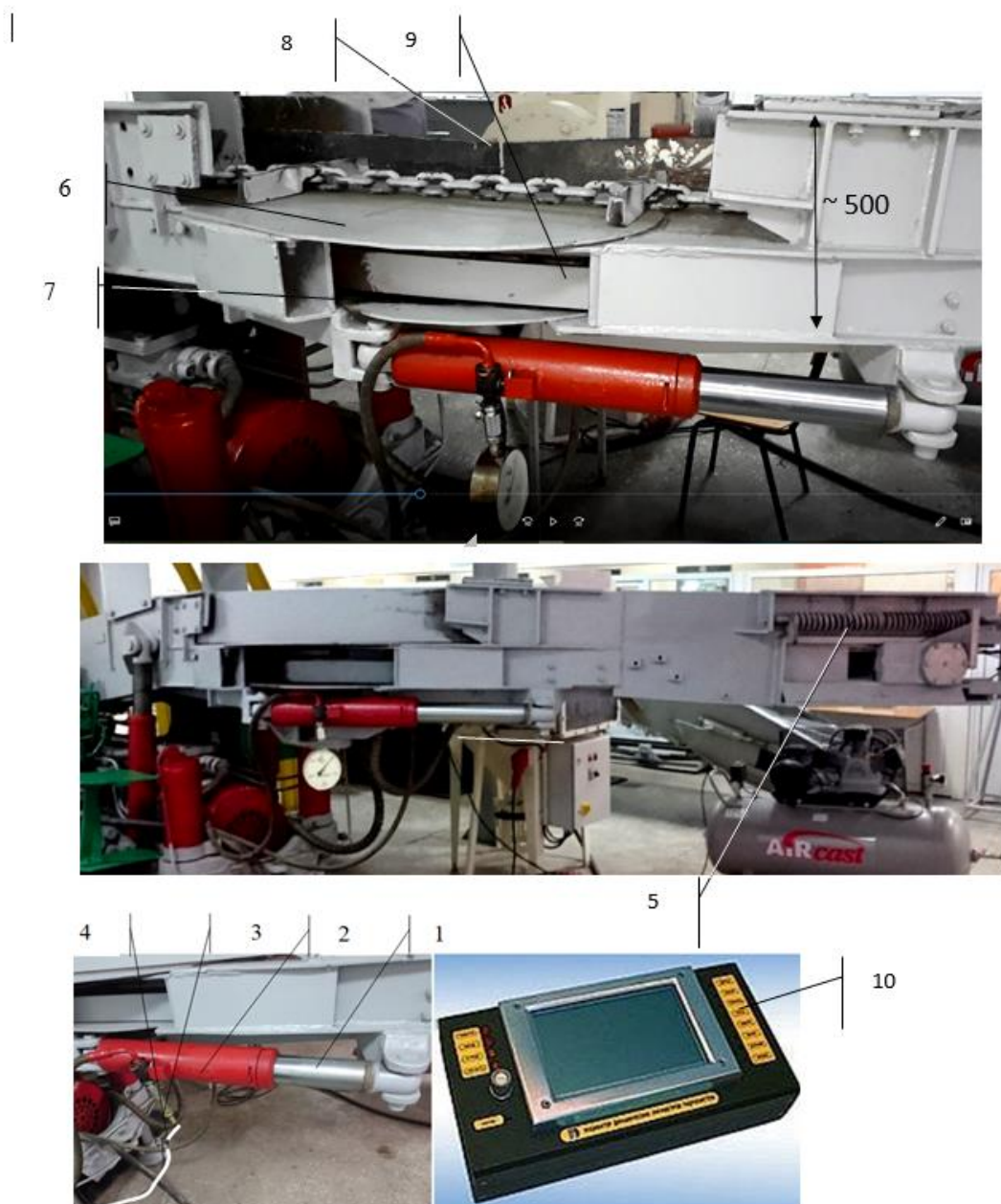
Қырғыштарды сырғытудың технологиялық шарттары алдын ала бейнефильмдерді талдау және конвейердің конструктивтік параметрлерін және оның жұмыс жағдайын имитациялайтын макеттердегі динамометриялық өлшемдерді талдау негізінде белгіленеді. Осыған ұқсас жұмыстардың жүйелік талдауы, сондай-ақ бейнебақылаудан және конвейер бөліктерінің интерфейсінің графикалық модельдеудегі жобалау нәтижелерінен алынған мәліметтер, Ansys APDL пакеті негізінде соңғы элементтерді модельдеу әдістерін қолдану жүзеге асырылады.

Бұрылыс кезіндегі жақтардың құрылымдық қақпағы да 2.4-суреттегі шешім үшін және бұрылыс топсаларында екі жақты серпімді сектордың шағылдырғыштарын қолдану арқылы қарастырылды. Бұл тақтайшалар пластинаның ұштары салынған арнайы бағыттағыштарға орнатылды. Сонымен қатар, олар екі жағынан да схемалық түрде бірдей болды, бірақ шынжырмен басылған қырғыштардың ұштары өтетін қосылыстар саны артты, бұл бұрылмалы құрылғылардың конструкциясын едәуір қиындатып, тартқыш корпусының діріліне әсер етпеуі мүмкін емес еді. ҚарТУ машина залындағы ПКЗ комбайнының стендтік схемасы үшін конвейер секциясының биіктігін арттыратын орталықта орналасқан бұрылмалы топса пайдаланылды (2.7-сурет). Сондықтан балама шешім де зерттелді (2.6в-сурет), ол бұрылмалы топсалардың бүйірінде 8 мм ашық саңылау қалдырды және бұрылмалы топсаның жағында іс жүзінде бірдей серпімді сектордың шағылыстырғышы қолданылды, сөйтіп конструкцияны жеңілдетті. Қырғыштардың ұштарының тік ауытқуын және жоғары жақтардың әсерінен оларды ұстап тұратын бағыттағыштарды тік жылжуы істен шығуы мүмкін екендігін талдай келе, сондай-ақ 2.6-суреттегі схемаға ұқсас түйінде саңылауларды жабу мүмкіндігін ескердік. Алайда бұл нұсқа қанағаттанарлықсыз болды және қысқартылған пластина қолданылды.



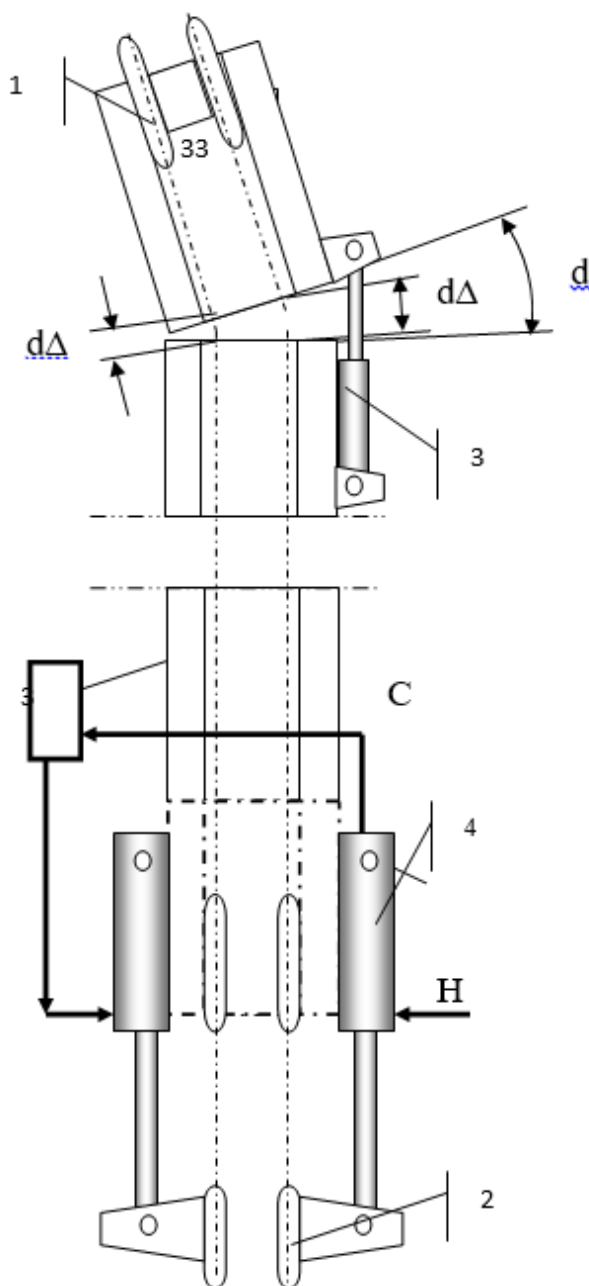
а, б: 1,4,5 - 6, 7 бағыттағыштары бар борт; 2, 3, 8 - серпімді секторлы шағылыстырғыштар; 9 – топсалар; в: 10 - секциялардың түйісу саңылауындағы көлбеу қырғыш; 11, 12 - рештактар мен айналдыруға арналған сырға арасындағы саңылау

Сурет 2.6 – ПК3 стендінің серпімді секторлы шағылдырғыштарымен және 1:3 масштабтағы модельмен саңылауларды жабу



1- шток, 2 - манометрі бар гидродомкрат, 3 - қысым датчигі, 4 – кабель, 5 - серіппелі керме құрылғысы (алдыңғы жағынан серпімді сектордың шағылыстырғыштары алынып тасталды, ал саңылау арқылы қырғыштың қозғалысын тексеру үшін артқы жағы ауыстырылды), 6,7 - жоғарғы және төменгі бұрылмалы диск, 8 - саңылаулары бар жақтарды қайталау, 9 - бос қуыста серпімді сектор тақтасы, 10 - ДПИ индикаторы

Сурет 2.7 – ПКЗ стендінің айналмалы топсасының орталық орналасуы және өлшеу схемасы



1, 2 - жетек және керме жұлдызшалары, 3 - бұрымалы-үдемелі топсаның гидродомкраты, 4 - кергіш гидродомкрат

Сурет 2.8 – Гидродомкрат

Сонымен қатар, 2.7-суреттегі 8 мм саңылау бойымен әр түрлі пішіндегі ұштарды қиғашы (фаска) бар және жиектерсіз сырғыту да осы стендте пысықталды, сондай-ақ мұндай жиек қосылған кезде апаттық жағдайларды қайталау да қарастырылды. БТ және ПБТ тізбекті тарту корпусының ұзындығының конвейер желісінің шегінде өзгертеді. Сондықтан бұл құрылғылардың бұрылуы ұзартуды қажет етеді, ал түзу сызықты күйде болғанда қысқартуды қажет етеді. Осылайша, оның ұзындығын автоматты түрде реттейтін кергіш құрылғы қажет (2.6-сурет). Созу құрылғысы домкрат жүрісінің минималды сомалық шамасы:

$$\Delta = d\Delta * n, \quad (2.3)$$

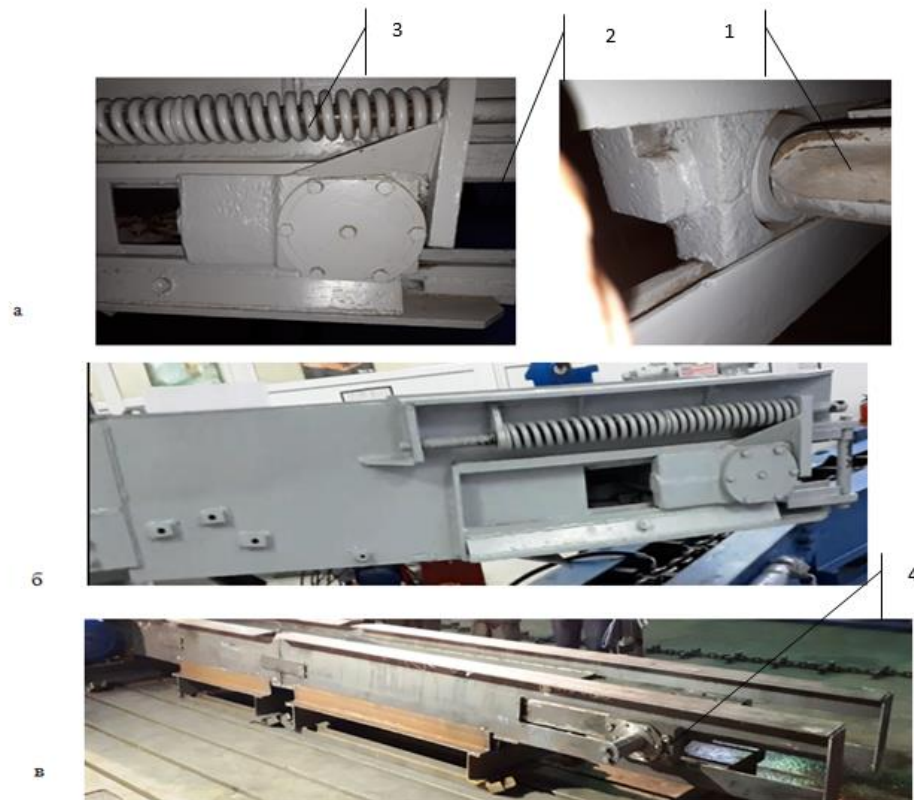
мұнда, n - бұрылу аймағындағы ашық табаның түйіспелерінің d саны

$$d\Delta = 2 * (B/2 + r_0) * \sin(\alpha/2 * 3,14/180) * n \quad (2.4)$$

Кернеу жүйелерін серіппелі құрылымдармен салыстыру үшін 2.7 суретті қараңыз. Талдау және стендтік өлшемдердің нәтижелері көрсеткендей, серіппелі-бұрандалы кернеу жүйелері кернеу күші мен шағын серіппелі соққының ауыспалы сипаттамаларымен ерекшеленеді, ал 0,25 м-ден астам қамтамасыз етуге тырысқанда, олар өте көлемді және біркелкі емес керілу күшінің жоғарылауы сипатталады, бұл тізбек тербелістерінің ұлғаюына және тіпті аударылып кетудің қауіпті жағдайының ықтималдығына әкеледі. Мұндай жағдайларда гидравликалық жүйені пайдалану тізбектің тұрақты кернеуін қамтамасыз етеді және оның «секіруіне» және аударылуына жол бермейді. Бұл ретте гидравликалық домкрат штангаларының созылу жылдамдығы жіп түзетілген кезде тізбектің әлсіреуін жоюға уақыт керек. Камералық қазбадағы мұндай жағдайлар конвейер камерада шыққан кезде пайда болады. Оның үстіне, егер комбайнның кері қозғалысы көмір өндірумен бірге жүрсе, конвейерді өшіріп, оның жұмыс күйін қалдыруға болады. Сондай-ақ, тізбектен «сақалды» қалыптастыру жағдайларына жол бермейтін бақылау жүйесі қажет екені анық. Сонымен қатар, гидравликалық датчиктер гидравликалық кернеу ұяларының поршеньдік қуыстарындағы қысымды бекітіп, мұндай жұмысты жеңе алады. Модельде шынжырды босату және қырғышты көтеру тетігі орнатылды.

Кернеу жүйесі серіппелі болды және конвейердің жұмыс режимдерін өзгерту кезінде шынжыр босаңсып, қырғыштар аударылып кетуі мүмкін, бұл гидравликалық жүйеге көшу қажеттілігі туралы шешім қабылдауға көмектесті (2.9 сурет). Жобалау кезінде кернеу гидродомкраттарында тұрақты қысымды бақылау қажеттілігі ескерілді, жұмыс параметрлері UNI-T UTDM 14204C осциллографпен жазылды.

Стендтердегі өлшемдер, бейне түсірілімдер, осциллография. Төрт арналы UNI-T UTDM 14204C (UTD4204C) сандық осциллографтың 5,7 дюймдік сұйық кристалды дисплейі бар сандық мультиметр, зондтар (4 дана), мультиметрлік зондтар (2 дана) функциялары бар. UT-M03/UT-M04 Кернеуді түрлендіру модульдері (2 дана), USB кабелі UT-D06, қуат кабелі (1 дана), пайдаланушы нұсқаулығы (1 дана).



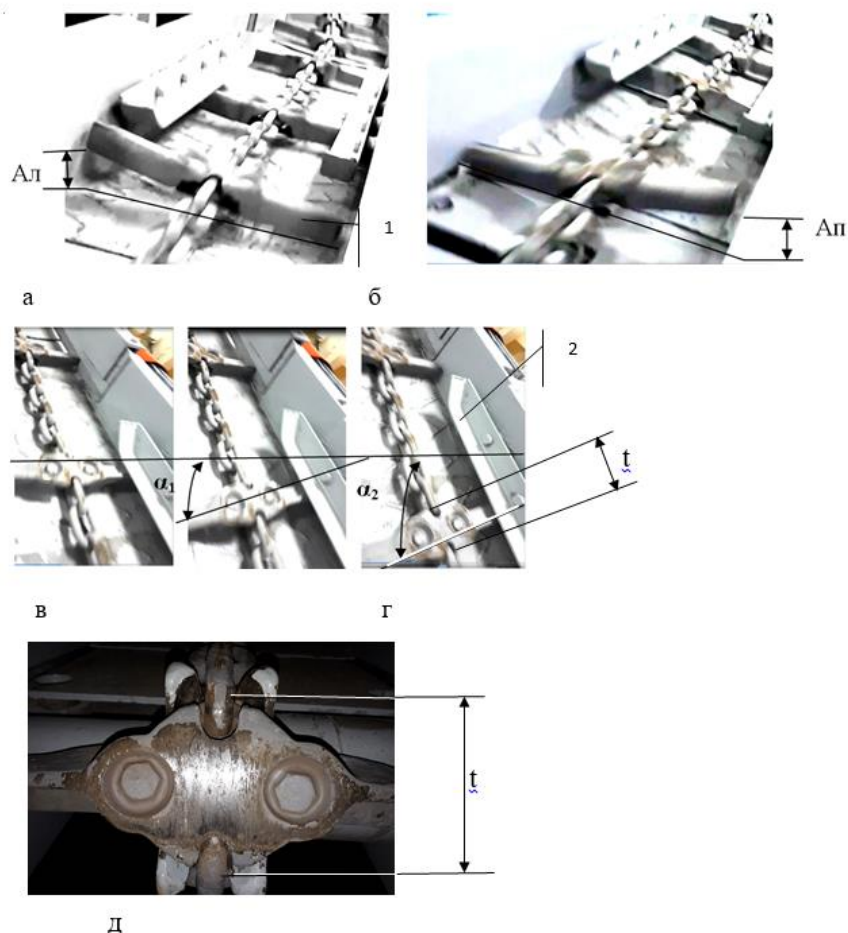
(а, б) стендінің серіппелі механизмдері, элементтерді дайындау 0,5 м-ге дейінгі жүрісі бар гидравликалық кергіш (в): 1- керме тісті білігі бар тартылатын платформа, 2- платформаның қозғалысына арналған ойық (паз), 3 - серіппе, 4 - гидравликалық кергішті құрастырудағы ойық, платформа және керме тісті білігі

Сурет 2.9 – 1:3 масштабта жасалған конвейердің серіппелі бұрандалы тартылатын платформасы

Осциллографты тау-кен ортасында пайдалану үшін оны жарылу қаупінен қорғалған қоршауға орналастыру керек. Осылайша, бұл құрылғы, сондай-ақ ESQ-600-4T0220G-0300P түрдегі жиілікті түрлендіргіш ол конвейерді іске қосуға, көрсетілген жұмыс режимін орындауға, жетек қозғалтқыштарындағы ток күшін жазуға арналған. Бұл жағдайда қырғыштардың БТ және ПБТ аймағы арқылы өтуі ерекше бақылауға алынады. Алдағы жағдайды болжайтын болсақ, біз айналу бұрышын 15-тен жоғары арттыру мүмкіндігіне қарамастан біз оның баппен жұмыс жасауын, қырғыштардың ең аз ағуымен тартқыш корпусының жұмысын ескере отырып, ұсындық, бұл да жұмыс кинограммаларын талдауды қажет етеді (2.10-сурет).

Серіппелі кергіштер үшін реттеу айналу бұрышының белгілі бір максималды мәніне дейін жүргізіледі. Шындығында, оның мәндері төмен болуы мүмкін, сондықтан бұрылыс аймағынан өткеннен кейін қырғыштың көлденең тербелістерінің амплитудасы артады, бұл тізбектің босаңсуымен және кернеу күшінің төмендеуімен байланысты (бұл бейнефильмдерде жазылған). Гидравликалық керме құрылғысы болған кезде мұндай ауытқулар маңызды емес, өйткені тарту элементінің тұрақты кернеуі қамтамасыз етіледі, әсіресе,

борттардың биіктігінің жоғарылауымен, 9 типті бағыттағыштардың қажеттілігі, жойылады.



а - Ал - бетке қиғаш қырғыштардың тербеліс амплитудасы (1); б - Ап - ұстаушы бағыттаушының амплитудасы; в, г - қырғыштардың ұштарын конвейердің оң жағына бұрылатын топса аймағында басқан кездегі қырғыштардың қозғалысы (2); д - шынжыр ілмектерін қырғыштың «құлақшаларына» бекіту иығы (t)

Сурет 2.10 – Кинограммалар арқылы қырғыштардың бұрылудағы қозғалысының тұрақтылығын зерттеу

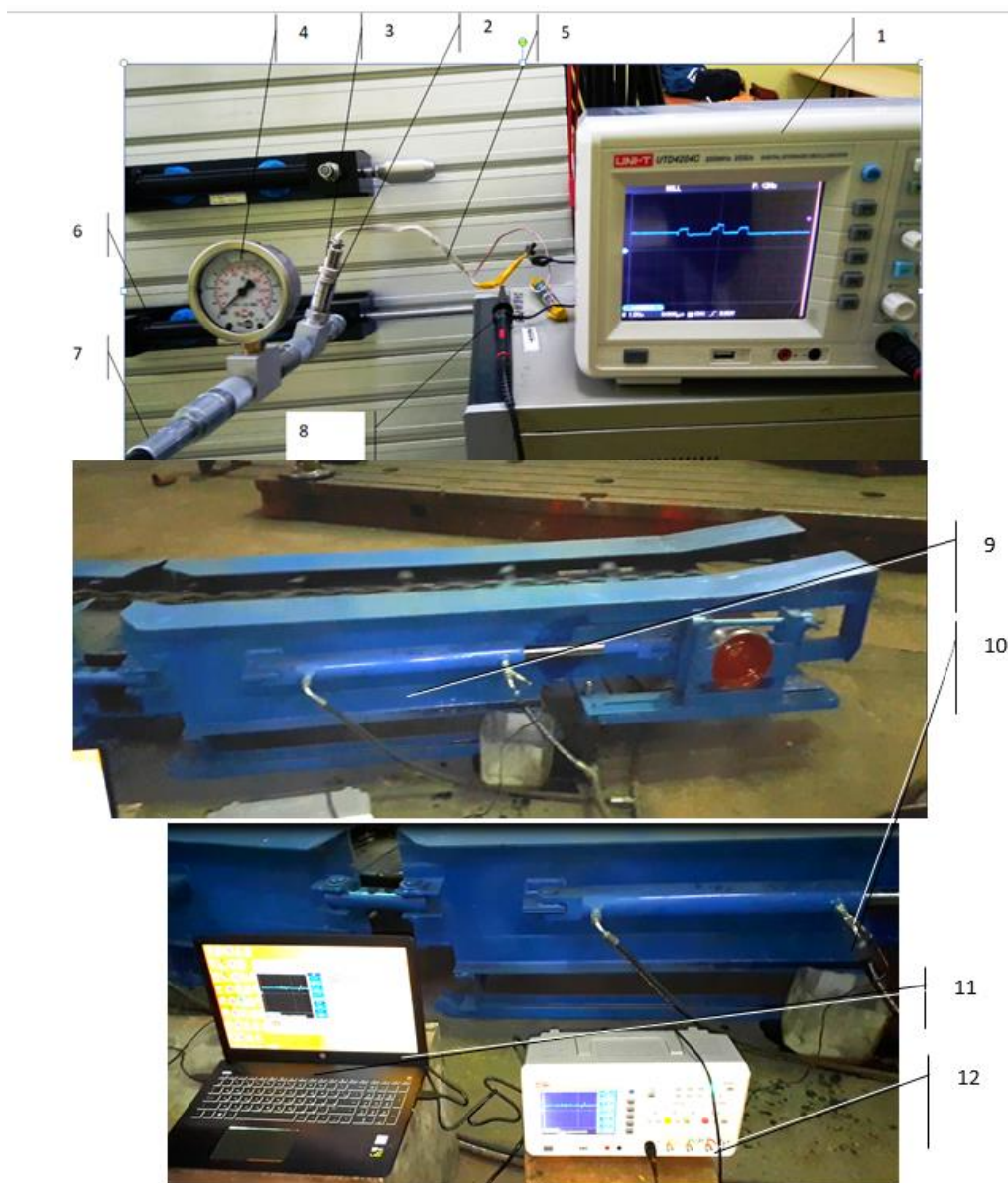
Қырғыштың қозғалысында жүйенің тербелістерін күшейтетін кездейсоқ факторлардың маңызы зор, ал процестерді бейне түсіру (кинографтау) олардың параметрлерін бағалауға мүмкіндік береді (2.10-сурет). Гидравликалық жүйенің болуы кернеу жүйесін жақсартты, бұл параметрлерді тіркеу мен бақылауды ыңғайлы болуына жағдай жасады. ПКЗ стендісінде айнаруды гидравликалық домкратпен басқаруға болады, бірақ кернеуді серіппелі бұрандалы құрылғымен жүзеге асырылады. Қысым сенсоры динамикалық параметрлердің индикаторына қосылады және гидродомкратпен бұру кезінде қысым өлшенеді. Динамикалық параметрлерінің индикаторлары (ДПИ) динамикалық сипаттамаларды зерттеуге арналған үш арналы құрылғылардан тұрады. Поршеньдік камералардағы қысымды өлшеуді манометрлермен және

гидродомкратты гидравликалық датчиктермен стандартты шығыс сигналдары (0 - 5 В; 0 - 5 мА) тұрақты токпен жабдықталған әртүрлі жүйелерде болатын динамикалық процестерді стандарттік зерттеу кезінде жүргізуге болады. Индикаторлар мерзімді, сирек және процестер кезінде уақыт бойынша параметрлердегі өзгерістерді тіркейді. 0,2 мс (бір қосылған сенсормен 0,1 мс) бастап 5 с дейінгі деректерді жазу кезеңімен үш арнаның әрқайсысы үшін сенсор көрсеткіштерінің 1001 үлгісі сақталады; арна бойынша (оператор таңдауы бойынша), нәтижелерді дисплейде графикалық түрде көрсету және оларды басып шығару; нәтижелерді компьютерде көрсету және қуат өшірілгенде соңғы өлшемдерді сақтау және т.б. Конвейер жұмысының ерекшеліктерін ескере отырып, 2-3 өлшеу әдісі қолданылады: индикаторлар, манометрлер және осциллографқа орнатылған бағдарламалық жасақтамасы бар ноутбукке нәтиже беретін қысым датчиктері. Мұны басқарушы деректер базасында да қолдануға болады. Жұмыс параметрлерінің болжамы Adams және Ansys пакеттері негізінде де орындалады (13.10.1992 жылғы №1833471 патент). Жазбалар (2.10-сурет) қырғыштардың қозғалыс ерекшеліктерін, қырғыштарды тақтайға басу күшінің және тақтай арасындағы үйкеліс күшінің өзгеруін ескере алады. Гидродомкраттың қуыстарында, соның ішінде оның бұзылуын болдырмау үшін қысымды бақылау керек және уақытында жазудың дәлдігі жоғары тізбектер қажет [26-28]. Құрылғыларды тестілеу және бейімдеу дәлелденген, белгілі жүйелердің (2.11-сурет) және атап айтқанда Festo көмегімен жүзеге асырылуы керек. Қысым сенсорымен және басқа аналогтық жүйелермен Arduino [29-31] және басқа микросұлбалар негізіндегі модульдік платформаларды пайдалану қарастырылады. Келесі компоненттер пайдаланылады: сандық мәндердің шығысы бар дисплей, Atmega 328 р балама-цифрлық түрлендіргіш (БЦТ), 24 вольт 1 ампер қуат көзі (құрылғыны тасымалдау үшін), 24 вольтты батарея, 24 вольт және 5 вольтты кернеу тұрақтандырғышы, резисторлар (250 Ом), ноутбук, қысымды өлшеуді, визуалды қарауға арналған бағдарлама коды, оларды өз бетінше жобалау мүмкіндігі бар жалғағыш кабельдер мен қосқыштар. Баламалы қысым датчигі: шығыс тогы 4-20 мА, кернеу 15-30 вольт, БЦТ қуат көзі 3,3 вольт (датчикті БЦТ-ге тікелей қосу мүмкін емес). 250 Ом токты шектейтін резистор арқылы қосылады. Сол резистордан кернеудің төмендеуі датчик шығысындағы токқа пропорционалды түрде бекітіледі. Жобалау конвейердің қозғалатын элементтеріне енгізілген микросхемалары бар құрылғыларды модульдік өңдеу тәжірибесін талап етеді. Қолданылатын БЦТ үшін (Atmega 328p) - 10 бит 0-ден 1023-ке дейінгі 1023 санауды білдіреді (2.10с-суретте Ардуинода жинақталған блоктың тізбегінде, ромб пішіндес тәрізді микросхема). БЦТ кернеудің төмендеуін баламалы кіріс пинінен алады және оны сандық мәндерге түрлендіреді.

0 вольт мәні сандық түрлендіргіштің нөлдік мәніне тең және 5v\003d 1023 кезінде бұл деректер Var-да негізгі деректерді өңдеуді орындауға мүмкіндік береді. Spotter пакеті бағдарлама кодының көмегімен деректерді дербес компьютерге график түрінде шығаруға мүмкіндік береді. Датчик пен

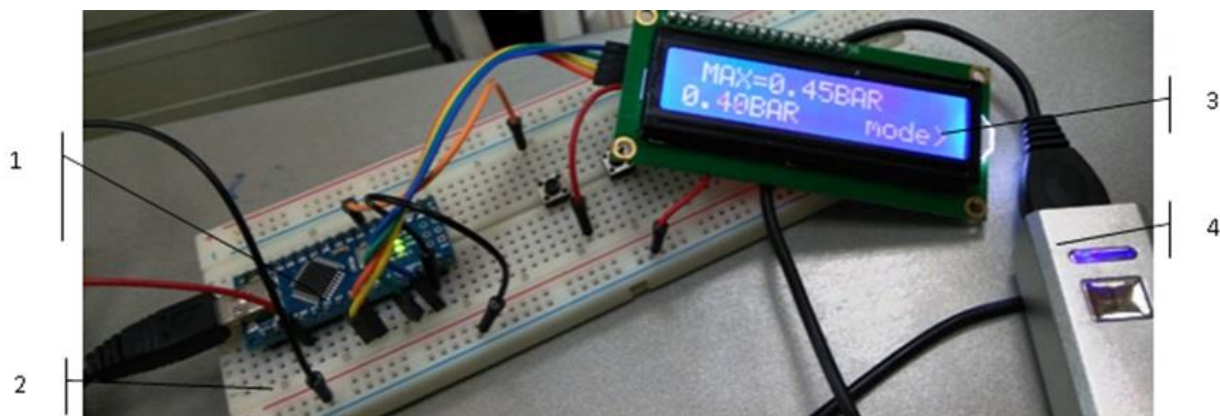
жазу жүйесін сынау үшін Ардуино базасында құрастырылған құрылғымен бірге Fluke қолдық осциллографының басқару қосындылары алдын ала жасалды (2.11-сурет). Баламалық және цифрлық құралға максималды қысымның мәні орнатылған, олардың мәндері бірдей. Содан кейін UNI-TUTD4204C негізгі осциллографының бөлігі ретінде датчикті Festo стендіндегі гидравликалық ұяға қосылды және стерженьді тарту үшін қосқан кезде қысымның өзгеруінің графиктері алынды.

Зерттеулер конвейерді жүктеме имитаторы (ЖИ) көмегімен жүктеген кезде жүргізілді.



1 – осциллограф; 2 - қысым датчигі; 3- қосқыш; 4 – манометр; 5 - қосқыш сым; 6 - гидравликалық домкрат; 7 - Festo жүйесінен қысыммен жалпы дистрибьютор; 8 - қосылым терминалдары; 9 - жүктеме симуляторы бар кернеу табасы; 10 - қысым датчиктері бар кернеу гидравликалық ұясы; 11 - ноутбукке деректерді шығару; 12 - бақылау осциллографы

Сурет 2.11 – Festo жүйесінде верификациясы бар бұрылмалы конвейерден алынған мәліметтердің осциллографиясын ұйымдастыру



1 - АЦП; 2 - Ардуино платасы; 3 - шағын дисплей; 4 - Power bank 5V

Сурет 2.12 – Орнатылған шкив арқылы жұлдызша білігін қысатын колодкалық тежегіш түріндегі сандық индикатор - шағын дисплей көмегімен қосымша тексеру мүмкіндіктері

2.12-суретте, шкивке түсетін жүктеме 90° -қа бұрылған кезде ұзындығы 33 м-ге дейінгі конвейердегі жүктемені имитациялайтын серіппелі динамометрмен өлшенді. Тұғыр жетек рештак артына доңғалақты трактормен, ал машина залында ҚарТУ және ПК типті туннельді машинамен тарту күшін көрсеткіш динамометрмен өлшегенде бұрылады. Созу күші Adams модельдеу кезінде де өлшенді, қайта есептегенде 33 м 4 тс жетті. Сынақтар жұмысы оңай автоматтандырылған қабаттың жердегі қозғалысы бар жылжымалы доңғалақ түрінің конструкторлық схемаларын ұсынуға мүмкіндік берді. Рештактарда қуысты жұмыс істейтін және бос тұрған бөлікке бөлетін ортаңғы беттері, жүктің бос тұрған бөлікке төгілуін болдырмау үшін олардың ұштарында жиналмалы серпімді секторлары бар. Жүйені сынау үшін ұсақталған көмірді коммерциялық стандартқа дейін тасымалдаумен тәжірибелер жүргізілді (2.13-сурет), серпімді сектордың шағылыстырғыштары бұрылу орталығынан алыс жақтардың бүйірінен алынған саңылауды жабады. Конвейердің түйісулері арқылы өткенде, жұп күш әсерінен пайда болатын моментке байланысты, қырғыш еңкейтіліп, кейіннен тізбектің керілуімен түзетіледі. Сонымен қатар, 8 мм саңылау сақталды және диаметрі 40 мм болатын соңғы ролик қауіпсіз өтті, айналу бұрышы 90° конвейердің 30 м толық жүктемесі бар. Бірақ көмірдің бір бөлігі қырғыш пен рештак жағы арасындағы саңылауға түсуі мүмкін, ол кеңейту нәтижесінде жойылады немесе лақтырылады. Ортадан тепкіш күштердің әсерінен айналу центрінен ең алыс жағында жиналатын жүкке көбірек қарсылық алған қырғыш өзінің қалыпты жағдайын одан да артық мөлшерде қалпына келтіруге тырысады. Қырғыштан жүктемені алу процесі шағылыстырғыштың серпімділігімен және оның және оның жағының арасында қуыс жасау арқылы жеңілдетіледі, онда ұсақ бөлшектер жиналып, шағылдырғышқа қысымды біркелкі таратады. Қырғыштың ұшы мен конвейердің бүйір жағының арасына кіретін шұңқырлардың кесектерінен қырғыштардың кептелу жағдайлары болған жоқ, өйткені саңылау арқылы өтетін қырғыштың қозғалысы тербелістермен жүрді (саңылауға жақындаған

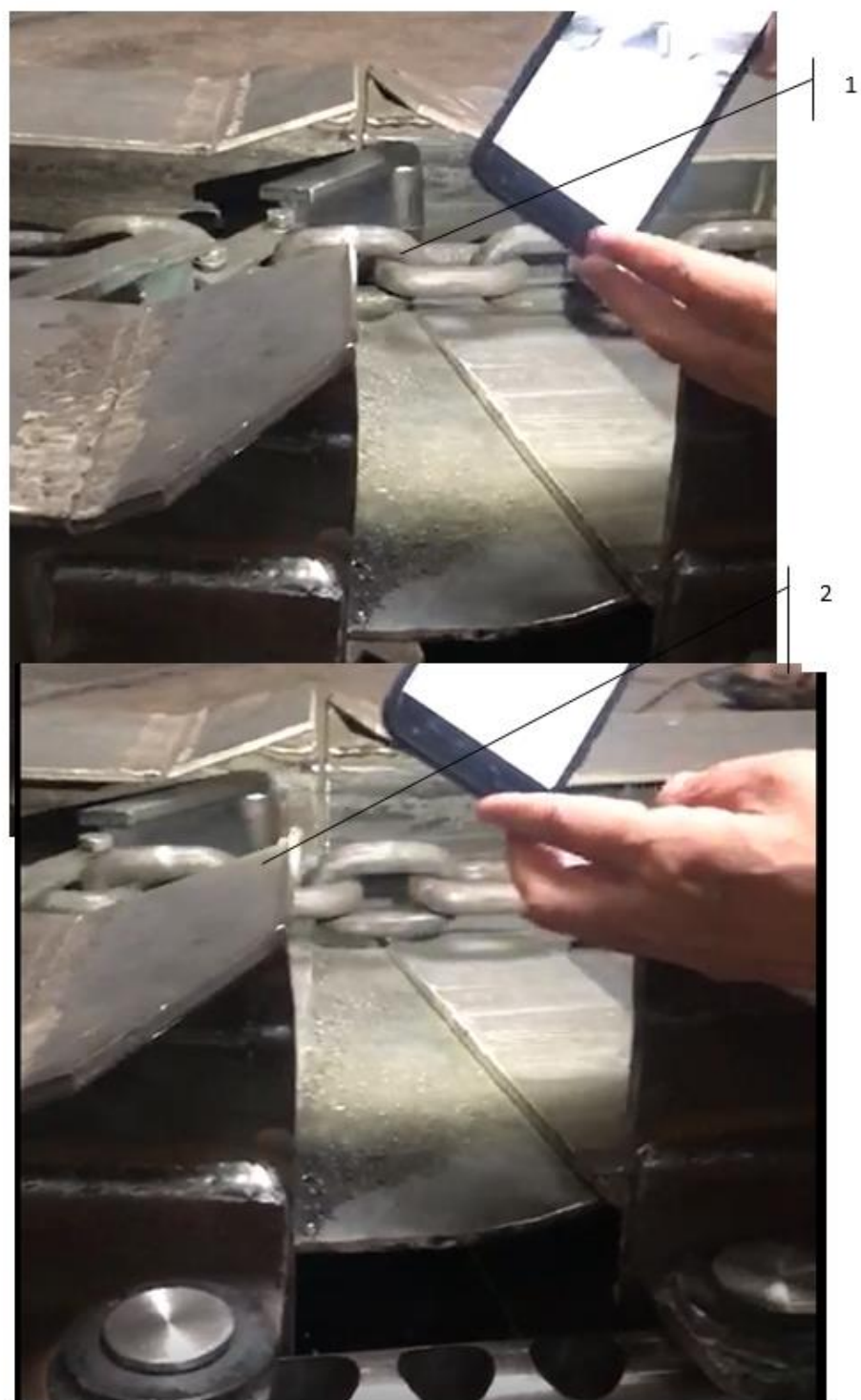
кездегі көлбеу салдарынан және күштер жұбы бойынша теңестіру). Бұл жағдайда шынжырдың үзілу күші 24 тф болды, бұл престелген бөлікті қырғышпен жоюға жеткілікті болды. Сонымен қатар серпінді жыныстық модель кесекті демфирледі, бұл оның босауына ықпал етті. Сонымен қатар, жиіліктегі пайдалану тізбектің қозғалысын бағдарламалық басқару міндетін қоюға мүмкіндік береді, ал схеманың шамадан тыс жүктелуі жағдайында жиіліктің қозғалыс режимін төменірек жылдамдыққа ауыстыра алады, алайда тарту сәті жоғары. 2.14, 2.15-суреттерде роликтердің саңылау арқылы қозғалысы, бұл кезде беріктетілген қырғыш үшін 40 мм ролді қолданылады, ол Mechanical APDL орамында модельдеу және серпінді-пластикалық мәселені шешкеннен кейін таңдалды. Сонымен қатар жанасу беттерін талдау пластикалық аймақтардың ұлғаймайтындығын көрсетеді. Бір жағындағы рештактар төмен түсетін жақтардың бүйірінен бекітілген бұрылмалы-үдемелі топсалар арқылы олардың өзара айналу бұрышын реттей отырып, тік айналу осі бар құлақшалармен қосылады, орнына гидродомкраттарды да пайдалануға болады. Конвейер ұзындығы 30 м дейін болғанда, қуаты 15 кВт болады. Сонымен қатар, көмірді тасымалдау кезіндегі саңылауларды көмір ұсақтарымен бітеп, соққы жүктемелерін азайту арқылы қозғалысты жеңілдетеді.

Зауыттық зерттеулер өндірісінде рештактар үштіктен бастап кезең-кезеңімен құрастырылды және сынақтан өтті: «жетекті – бұрылмалы - кермелі рештак» барлық қалғандарын бірте-бірте жинап, бұрылыс бұрышын 90°-қа дейін арттырды және қысым осциллограммасын кермелі гидродомкраттарға жазды. Бұл жағдайда ПБТ-ның арнайы конструкциясына байланысты рештактарды статикалық бекітумен екі режим қолданылды (2.15, 2.16, 2.17-суреттер). Рештактарды қатты бекіту үшін бірнеше саңылаулары бар сырғалар, ал рештактар ауысуымен динамикалық байланыстарды қамтамасыз ету үшін және сорғы станциясының үздіксіз жұмысына байланысты тұрақты тізбектің кернеуі үшін ойықтары қолданылды. Сонымен бірге бұл конструкция конвейердің қозғалатын комбайннан кейін камераға тартылуын қамтамасыз етеді.



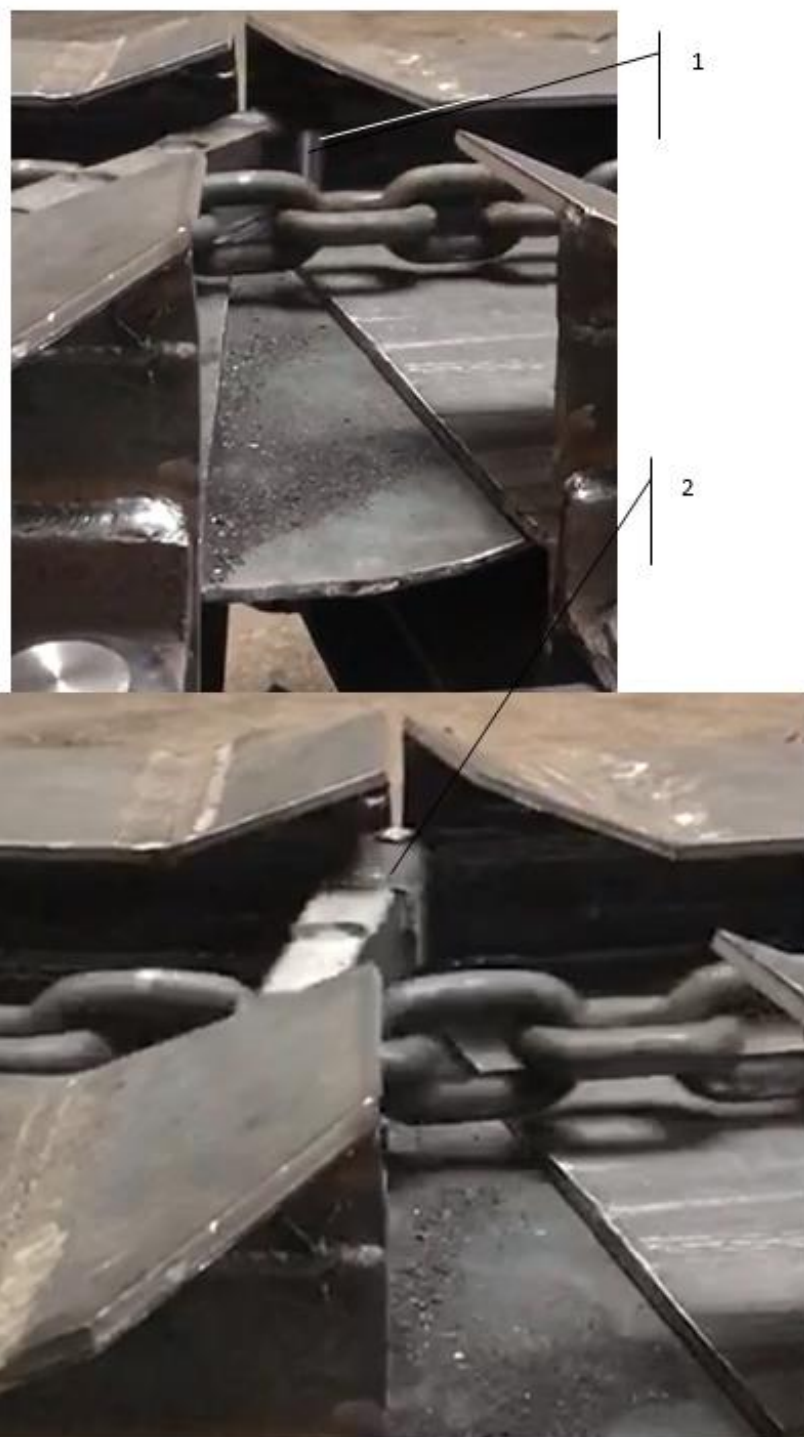
1 – «З-2» бұрылыстық топсалар, 2 - серпімді қалқан (борттың сыртқы жағында)

Сурет 2.13 – Қырғыштардың жүкпен қозғалысының кинограммасы



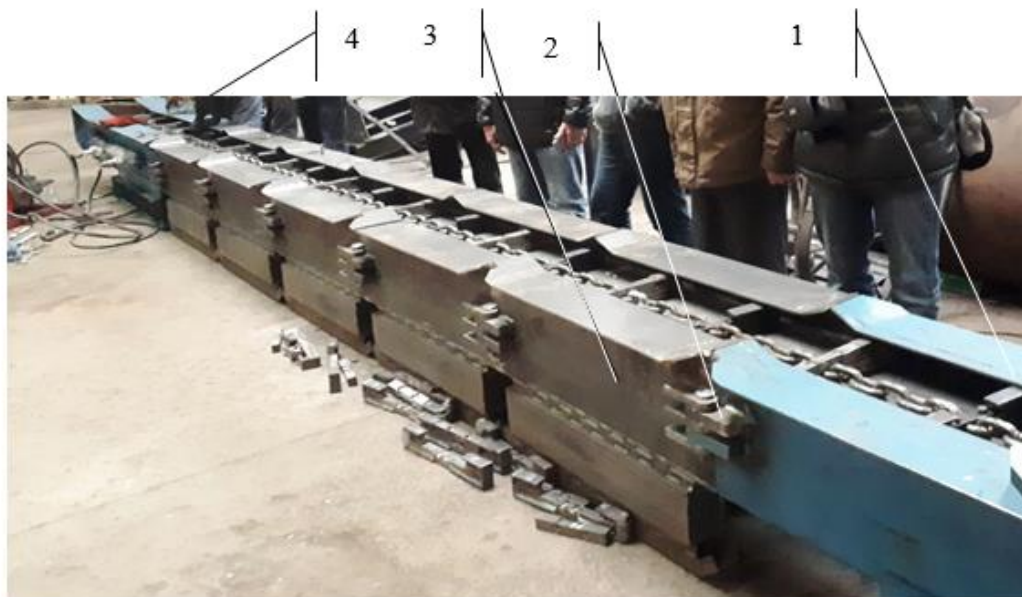
1 - өтуден бұрын; 2 - өтуден кейін; 3 - материалдың бос тұрған тармаққа өтуге жол бермеуге арналған сектор беті (серпімді қалқан алынады)

Сурет 2.14 – Пластинасы қысқа қырғыштар кезінде ректараралық түйісу арқылы қырғыш роликті тіректердің шайқалу кинограммасы



1 - түйісудің өтуіне дейін, 2 - түйісуден өткеннен кейін (серпімді қалқан алынады)

Сурет 2.15 – Пластинасы ұзартылған және ролигі $D = 40$ мм қырғыштардың беріктетілген нұсқасының роликтері



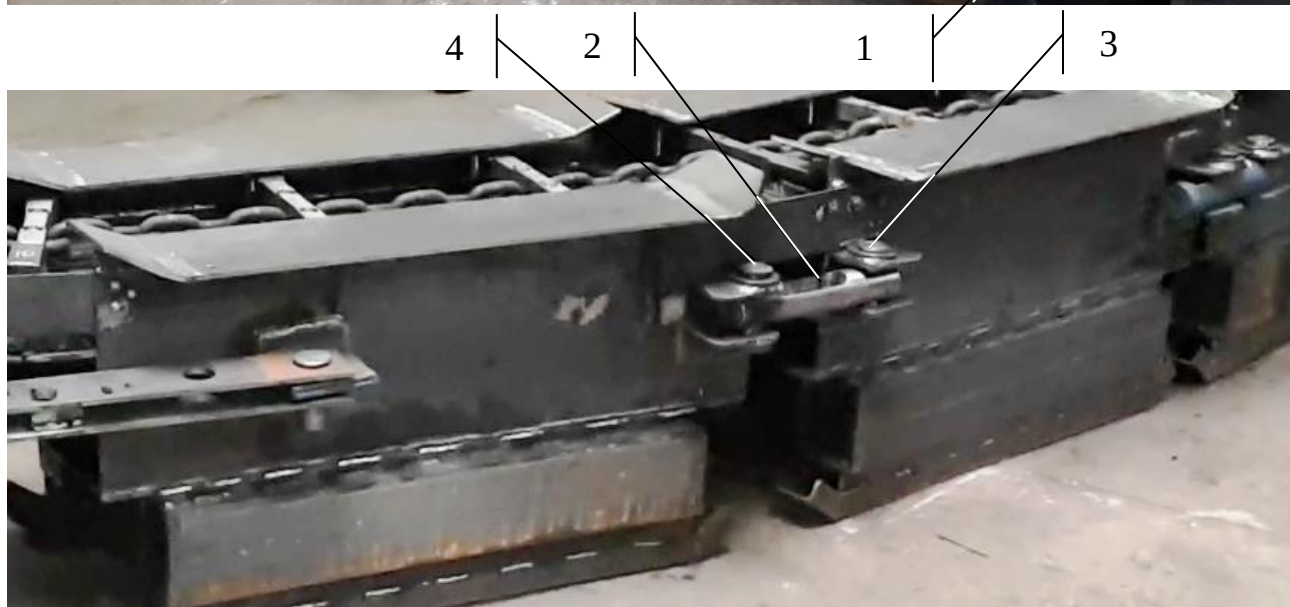
а



б

а - 1 – жетек, 2 - айналмалы қосылыстар, 3 - айналымды таба, 4 - керілген гидравликалық домкрат; б - 5 - механикалық бұрылыстық-келу топса, 6 - гидравликалық домкрат түрінде, 7 - жетек табаны

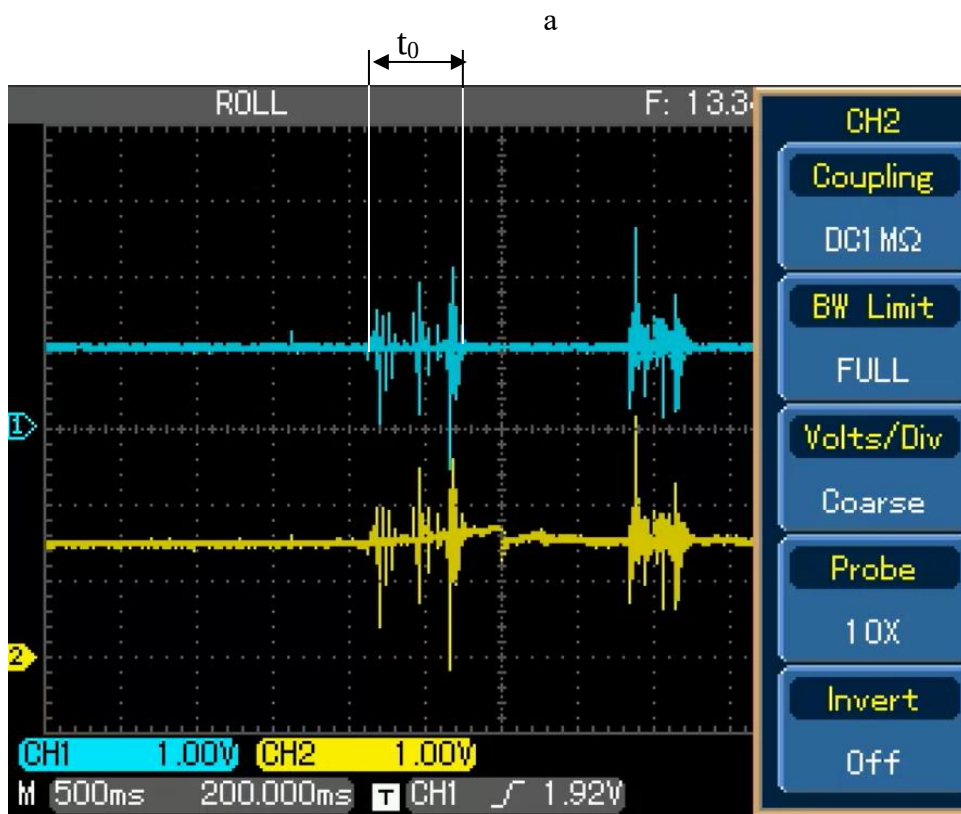
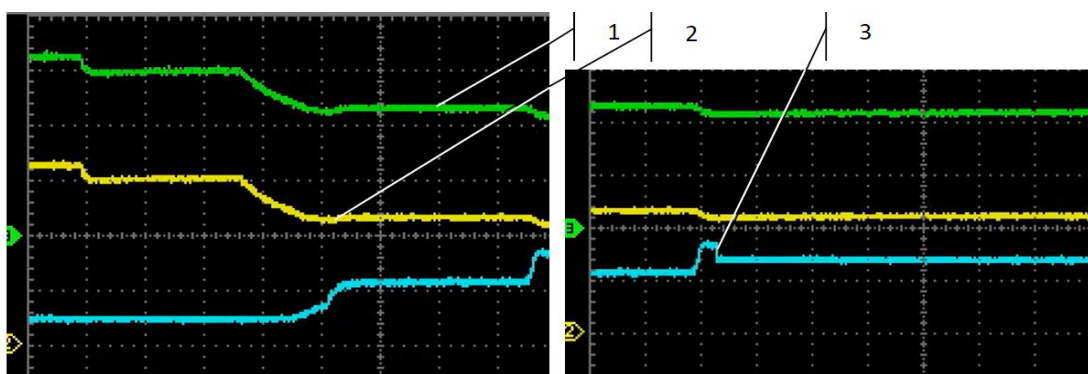
Сурет 2.16 – 3-2 жүйесі бойынша бұрылмалы топсаларды сынау



Сырғалар: 1 - конвейер рештактарының түйісуі статикалық күйде болғанда алдын ала сынақтар үшін, 2 - комбайнның артындағы жіпті тартқанда және қосылыстың динамикалық ашылуы (ойығы бар), 3 - сырғадағы және проушиндегі саусақ, 4 - проушиндегі және паздағы саусақ

Сурет 2.17 – Бұрылмалы-үдемелі топсалары

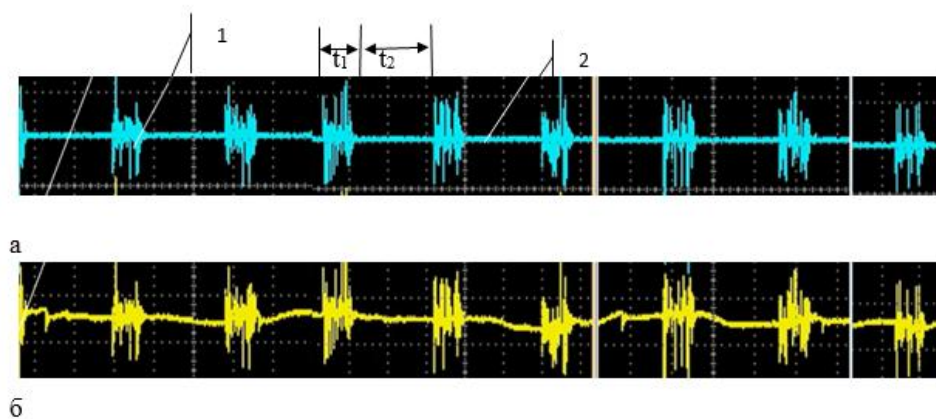
Конвейер камераға тартылған кезде платформа керме рештакқа және сәйкесінше гидродомкраттардың штоктарына тартылады, сұйықтық поршеньдік қуыстан ағызылады және сонымен бірге ол дроссельмен қатар жүреді, бұл тізбектің босаңсуын және оның кептелуін болдырмайды. Сондықтан бақылау жүйесі гидроцилиндрлердің қуыстарындағы датчиктерді есебінен керілудің өлшенуіне жол беруі тиіс. Қуыстарда қалдық қысым қалады (2.17а-сурет).



б

а - осциллограммалар қысым орнатылған кезде – күйге келтіру, 1 және 2 – поршеньдік қуыстар үшін, 3 - штоктық қуыстар үшін және қозғалтқышты іске қосу; б - t_0 – өзгеру қадамы

Сурет 2.17 – Керу гидродомкраттарын күйге келтіру



Бұрылу бұрышы 90° болатын конвейер - стендінің жұмысы кезінде керудің оң жақ (а) және сол жақ (б) гидродомкрат 1 - секция ұзындығы t кезіндегі жүктеме пульсациялары, 2 – пульсация қадамы t_2

Сурет 2.18 – Қысымның синхронды өзгеруі

Бұрылмалы конвейердің бастапқы жұмыс режимі 2.18б-суретте көрсетілген, ал басқару түріне сәйкес 2.2-суреттегі пайда болған бастапқы 1-ші пульсациялық пакет кеңірек (t_0), тұрақты күйдегі жарылыстарға қарағанда уақыт бойынша ұзағырақ (t_1). Әрбір пакет жеке импульстарға бөлінеді және бірқалыпты қозғалыс үшін импульстар арасындағы қашықтық аз және олар бір-біріне жабысып қалған болып көрінеді. Шамасы, бұл бастапқы қозғалыстың жылдамдығы төмен болуымен түсіндіріледі. Импульстардың табиғаты туралы төменде айтылады.

Осциллограммалардың болуы конвейердің, тасымалданатын жүктің бұрылу бұрышына байланысты жұлдызшадағы жүктемені және түйісу процесін тізбекті буындармен байланыстыруға мүмкіндік береді, сонымен қатар тарту органы керілу күшінің кезеңімен өзгеруіне байланысты жетек жұмысын циклдік ретінде көрсетеді. Сондықтан қабылдау қысымының толқын формасы конвейердің ерекшеліктерін анықтаудың маңызды параметрі болып табылады және ол жағдайды талдау мүмкіндігін қамтамасыз ететін әзірленген деректер базасында тұрақты сақталады. Сонымен қатар, жұмыс жылдамдығы, бұрылу бұрышы және конвейердің ұзындығы жетектің жұмысы үшін маңызды ерекше және 90° айналу бұрышында шамамен 12 м ұзындықта екені белгілі болды. Бірдей жағдайларда сызықты жұмыс істейтін конвейерден айтарлықтай айырмашылығы бар, бұл жүргізіліп жатқан зерттеулердің өзектілігін растайды және әсіресе тартушы органның гидравликалық керілуі болған жағдайда.

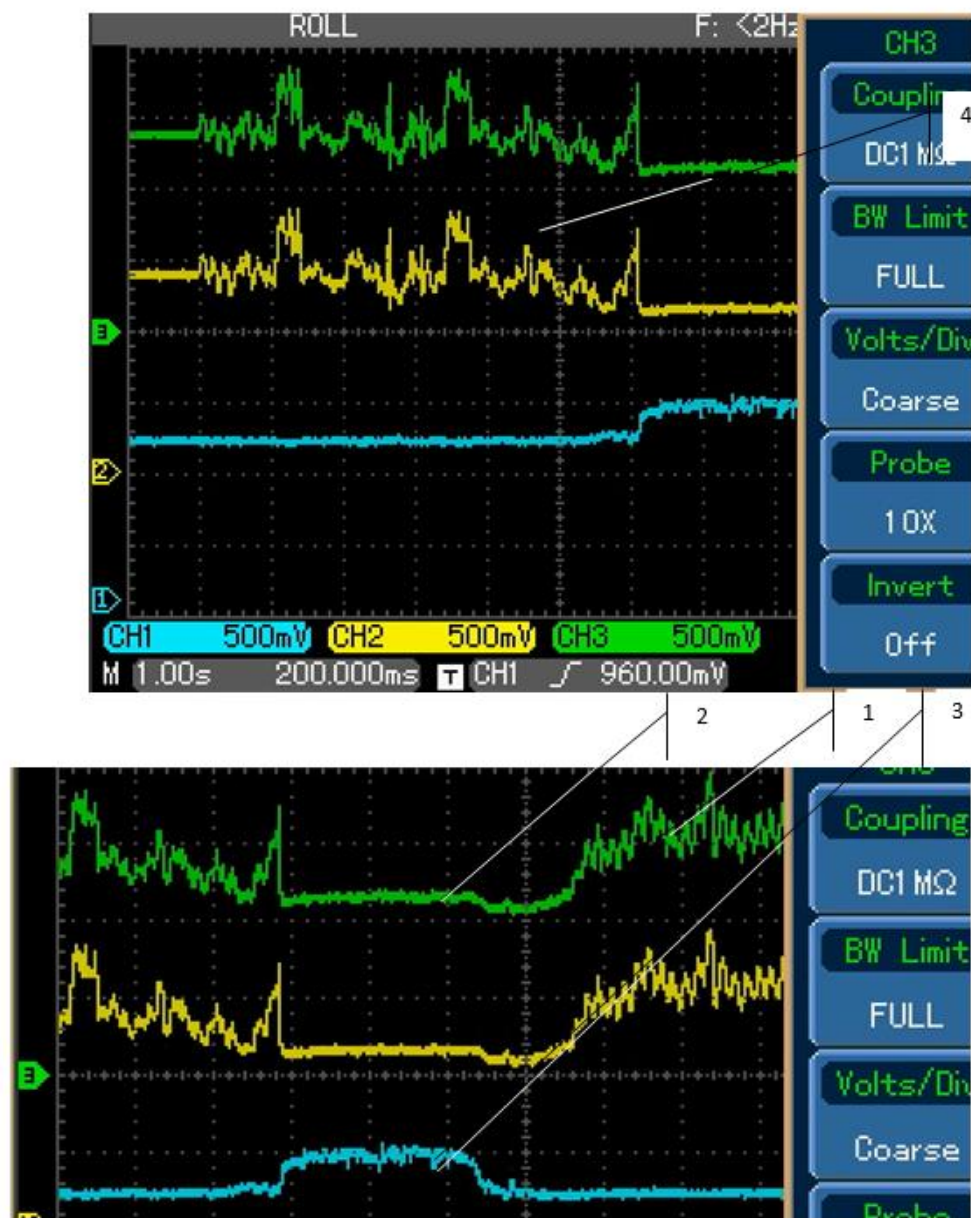
Асинхронды қозғалтқыштарда бұрылудың бұрыштық жылдамдығын реттеу кезінде айналу жылдамдығының жүктемеге тәуелділігі сырғу коэффициентімен сипатталады, номиналды параметрлерде 10% жетеді, графиктегі критикалық нүктеден кейін бұл тәуелділік күрт артады. Бұрылу конвейерін 90° -қа тудыратын жүктеменің әсерінен қосқанда поршеньдік қуыстың қысымының осциллограммаларының графиктерінің ыдырауы байқалады, жүктің жарылу пакеттері тұрақты қадамнан айқын айырмашылығы

бар. Пакеттер жарылыстардың амплитудасымен, олардың ұзақтығымен және жарылыстардың санымен сипатталады. Ал талдауға қарағанда, амплитуда керу гидродомкраттарында дамыған максималды қысыммен анықталады. Сонымен қатар, пакеттегі жарылулардың саны жұлдызша тістерінің санына пропорционалды, ал жарылулардың өзі тістің көлбеу күйден бір жерге жылжуы нәтижесінде пайда болған негізгі ілінісу фонында олардың қосылуларының кездейсоқ реттілігімен анықталады. Олай болса, онда орауыштар арасындағы қадам жұлдызшаның тістерінің қадамымен анықталады, ал уақыт қадамының мәні де ұрылудың бұрыштық жылдамдығымен ω , жұлдызшаның радиусымен және сызықтық саңылаулармен анықталады. Пакеттер арасында салыстырмалы түрде біркелкі болса, онда жетек жұмысы қалыптыға жақын, яғни номиналды аймақта орналасқан сырғанау коэффициенті. Мұндай жүйе үшін қозғалтқыш жылдамдығының төмендеуі жарылыс дифференциациясының жоғарылауын білдіреді. Әлбетте, бұл жағдайда жоғары жылдамдықтар мұндай дифференциацияның болмауына әкеледі, өйткені пакеттер біріктіріледі. Екінші жағынан, жүктемелер артқанда конвейер жылдамдыққа тәуелділіктің критикалық аймағынан тыс жұмыс істегенде, оның әсері осы бос орындарда тұрақсыздық аймақтарын тудыруы мүмкін және олардың осциллограммаларда көрсетілген іске қосу режимі тән болатыны анық, олар тұрақты емес аралықтары бар қысқа жеделдету секциялары мен тұрақты жұмыстың жақсы сараланған бөлімдерінен тұрады (2.20-сурет). Сонымен қатар, 2 типті бөлім бірден басталған кезде осциллограммалары болады.

Бір қызығы, осциллограммалар амплитудасы мен ұзақтығы бойынша қайталанатын және жақын пульсацияларды көрсетеді, мысалы, 1, 2, 3 деп белгіленген, олар бір қайталанатын процесс туралы ақпаратты тасымалдайтын секілді (бұл пульсациялар арасындағы қадам да жақын), бұл белгілі бір тістің түйісуінің нәтижесі деп есептей отырып, мысалы, тізбекті буынмен байланыстыру, пульсациялар бірдей болуы керек деп болжау қиын, өйткені бізде бұл процеске әсер ететін көптеген кездейсоқ факторлар бар. Әсіресе 2.13 суреттегі осциллограммаларға қарағанда, мұндай жағдайлар байқалмайды және пульсациялық пакеттердің қайталануымен олардың әрқайсысы жеке болады. Сондықтан осциллограммалардан тістердің әрқайсысының әсерін анықтау мүмкіндігі туралы ұсынысты теріске шығаруға болады, бірақ сонымен бірге, 2.15-суретке қарағанда, мысалы, тістің бетінен үлкен фрагментті алып тастау секілді кеңейтілген факторлар үшін мүмкін.

Бірінші осциллограммалардың астында олардың жалпы желіден қуат алатын екінші гидравликалық ұяшыққа арналған көрінісі берілген, біз жалпы көріп отырғанымыздай, олар қайталанатын, дегенмен шағын айырмашылықтар үшін шамалы айырмашылықтар бар және осындай факторларға байланысты болуы мүмкін:

- керу платформасының сол және оң жағындағы ұзартқыш қозғалысының әртүрлі шарттарына;
- гидродомкраттардың қуыстарынан жұмыс сұйықтығының әр түрлі жағдайларда ағып кету мүмкіндігі немесе ағуы.



1 – үдеу; 2 - номиналды жұмыс; 3 - бос тұрған қуыста қысымның көтерілуі

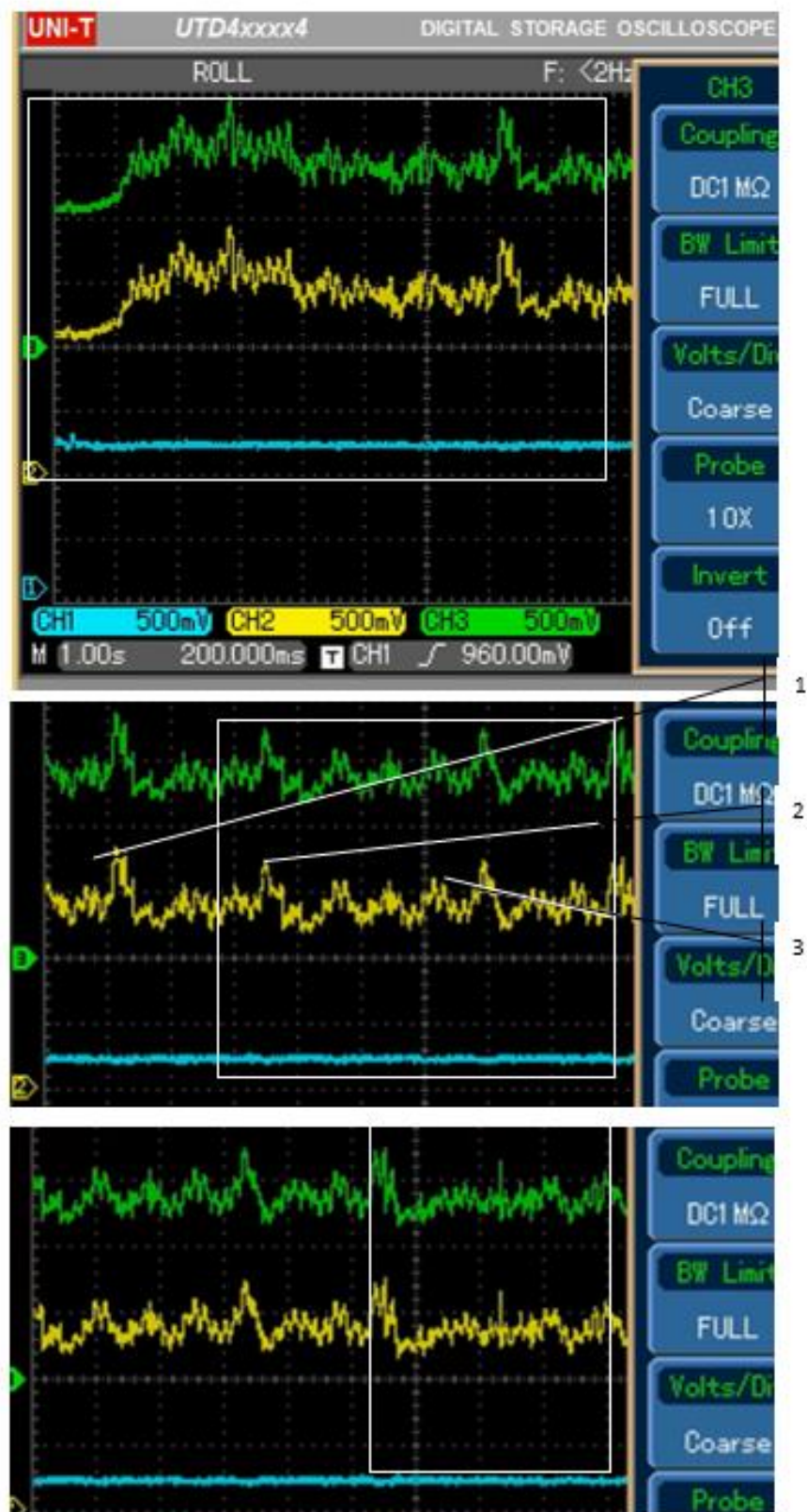
Сурет 2.20 – Жетектің тұрақсыз үдеуі

Бұл айырмашылықтар әсіресе жарылғыш пакеттер арасындағы кеңістікте көрінеді. 2.20-суреттегі шток қуысындағы қысымның көтерілу себептерін стержень жылдамдығының өзгеруімен түсіндіруге болады, бұл конвейердің тұрақты жұмысы кезінде көрсетілгендей, гидродомкрат штоктары тербеледі, оны бейнефильмдерге қарап орнату оңай, сондықтан олардың жылдамдығы айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Осылайша, шлангтарда және жалпы магистральдық желіде жинақталған серпімді энергияның жүзеге асуы нәтижесінде ұзарту жылдамдығының артуы бұл жағдайда жұлдызшаға түсетін жүктеменің төмендеуімен қатар жүреді, мысалы, жылдам тұрақсыздық кезеңінде кейбір қосылудың аяқталуы, жылдамдықтың жоғарылауы шток

қуысындағы қысымның жоғарылауын тудырады. Сонымен қатар, бұл бөлімнің ұзындығы шамамен байланыстырушы нұсқасын растайтын жарылыстардың арасындағы қадаммен бірдей.

Осциллограф экранынан түсірілген бейнеде пакеттер арасындағы қадам t кейбір сәттерде әлі де азайып, қырғыштардың жылдамдығы 1 м/с деңгейінде екендігі атап өтілді, бұл да пакеттің пайда болуының нұсқасын растайды. Бейнежазбадағы бұл аббревиатура фон болуы мүмкін, яғни басқа фактілермен күрделі үйлесімнің әсерінен орын алған. Экрандағы бейне мен файлдардың жазылуы арасында айырмашылық бар. Мәселе мынада, бұл жағдайда пакеттердің ұзаруы да байқалды, дегенмен жылдамдықты арттыру тұрғысынан олардың ұзындығы артпауы керек. Бұл нұсқада ұзындықтың жоғарылауы жоғары жылдамдықта тізбектің кернеуі жоғарылаған жағдайда орын алуы мүмкін (мүмкін амплитудалық максимум визуалды түрде артады және бұл бір қосылу актінде «негізгі» тістердің санын көбейтіп, орамның ұзаруына әкелуі мүмкін). Естеріңізге сала кетейік, біз олардың 6 тісті жұлдызшасының негізгі қосылуын қамтамасыз ететін негізгі тіс түсінігін енгізген болатынбыз. Мысалы, біз тістің көтерілу кезінде кіріскенде сыртынан емес, екі жұлдыздың ішінде қарастырдық, ал қалған тістер жай ғана «жарқырайды», яғни олар кездейсоқ қосылады, жылдамдықтың жоғарылауымен қосымша тіс қиыршық тасқа айналады және оның фоны орамды «ұзартады», бұл логикалық тұрғыдан мүмкін болатын факторлардың көптігімен көрсетіледі, бумалардың дифференциациясын және олардың қысқа негізде жоғары тізбекті жылдамдықта бірігуін түсіндіру қисынға келеді. Қысқа жинаққа арналған схеманың жылдамдығы жүктеме имитаторына толық жүктемемен эксперименттерге қарағанда әлдеқайда жоғары болғанын атап өтеміз. 2.21-суретте пакеттердің толқуы процесстерінің ұғымына арналған қосымша мәліметтер бар.

Сондықтан осциллограммаларда шток қуыстарындағы қысымды да талдау керек. Олардың жазылуы қосымша ақпарат алуға мүмкіндік беретін орынды амал деп айтсақ та болады. Осциллограммалардың сипаттамалары жетекпен басқару түріне байланысты, ал жиілікті реттеуді қолдану оның бірнеше түрін жүзеге асырады және векторлық жетек жылдамдығын басқару жүйесі үшін жүйе тұрақты жылдамдықты ұстап тұру үшін конфигурацияланған болса, жарылыстарды байқау қиынырақ болады. Бірақ тісті дөңгелектің тұрақты айналу жылдамдығын, демек тасымалдауды қамтамасыз етудің қажеттілігі бар ма? Өндіріс тазарту кеңжарында конвейерге түсетін жүктеме айнымалы болады. Мүмкін, ең жақсы нұсқа жүктемені азайту кезінде жоғары жылдамдықты қамтамасыз ету болар ма еді. Бұл жағдайда жылдамдықты арттыру арқылы айналу моментін азайтуға болады деп айта аламыз, өйткені конвейерге жүктеме азаяды.



Тікбұрышты контурда - жаңа учаскелер, 1, 2, 3 – пішіні мен мәндері бойынша жақын пульсациялар – қайталанушылар ретінде

Сурет 2.21 – Орнатылған режим

Мұндай тапсырмаларды жиілікті реттеу арқылы бағдарламалауға болады. Бұл жұмыста осы тармақтар қарастырылмаған. Айнарудың тұрақты жиілігі бұрылыста табандық түйіспелердің, атап айтқанда ПБТ топсаларындағы серпімді секторлық пластиналар үшін белгіленген шектерде жүктелуін сақтауға мүмкіндік беретінін, сондай-ақ қырғыштың шеткі роликтерінің жұмыс режимін жақсартып, оны болжауға аздап болса да мүмкіндік ашады.

Осылайша, асинхронды қозғалтқышты векторлық басқару кезінде мынаны есте сақтау керек:

- берілген айналу жылдамдығында векторлық басқару қолданылады. Бұл жағдайда бақылаушының бағдарламалық бөлігі тапсырма үшін қажетті моментті қамтамасыз ететін кернеуді есептейді;

- әсіресе төмен жиіліктерде көкейкесті мәселе - 10 Гц-тен төмен;

- векторлық басқарудың екі түрі бар - жылдамдық датчигісіз және кері байланыспен, энкодер бағдарламалық құралды жою және қозғалтқыш параметрлерін қайта есептеу пайдаланылған кезде;

- соңғы аталған жағдайда математикалық модель арқылы айналу жылдамдығы қозғалтқыш параметрлері мен кернеу және токтың лездік мәндері есебінен есептеледі, оның негізінде логикалық тізбектер шығыс кернеуін өзгертеді;

- ашық контурлы векторлық басқару үшін құрылғының нақты үлгілерін ескеру қажет. Номиналды параметрлерді енгізу қажет: полюстердің саны, кернеу, жиілік, ток, жылдамдық, қуат, орамның кедергісі, индуктивтілікті сипаттайтын параметрлер. Белгісіз мәндер үшін бос автотест орындалады және параметр шектеулері де орнатылады;

- іске қосу режимінде болжамды сызықты өзгерісі бар тұрақты жылдамдыққа іске қосу сәтінің айтарлықтай артуы арқылы қол жеткізеді, сондықтан тарту корпусының зақымдалуын жол бермес үшін, шығынқы бөлікке қырғыштардың кездейсоқ қосылуын тудыруы мүмкін барлық кедергілердің көзін жою қажет. Конвейерді құрастырудың бастапқы сынақтары басқа режимде жақсырақ жүзеге асырылады, мысалы, дәстүрлі қорғаныстарды, атап айтқанда, гидравликалық муфтаны пайдалану кезінде, ол негізінен 3 негізгі раштаттарды бастапқы құрастыру үшін жүргізілді: жетекті, керме және бұрылмалы;

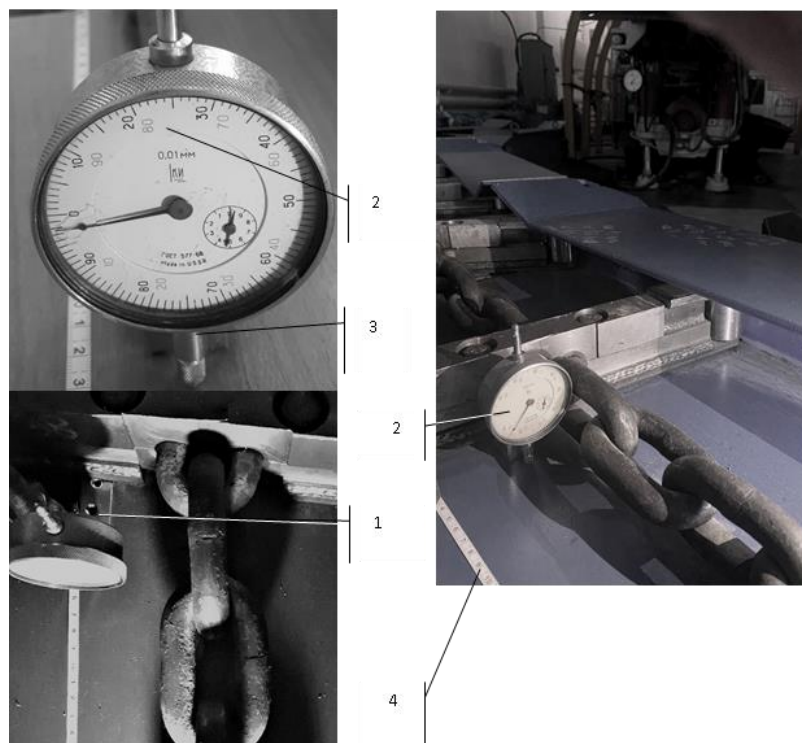
- электр энергиясын 60%-ға дейін үнемдеу.

Жабық контурлы векторлық басқару арқылы қозғалтқыш жылдамдығын дәлірек басқаруға қол жеткізуге болады. Кері байланыс арнайы блок арқылы жиілік түрлендіргішіне қосылған датчик-энкодер арқылы қамтамасыз етіледі.

Датчик әдетте қозғалтқыш білігіне орнатылады және айналу жылдамдығын өлшейді, содан кейін құрылғы кернеу мен сәт арқылы қозғалтқыш жылдамдығын өзгертеді. Жүйе қозғалтқыштың кезеңдерінің біріне - беріліс қорабына салынған желдеткішпен алқындатылуы керек.

Роликпен айналу аймағында конвейердің бүйірлерін жүктеу ерекшеліктері. Бұл айналу аймағында қырғыштардың қозғалысы кезінде үйкелісті едәуір азайтуға мүмкіндік береді, демек, тарту күшін 2-3 есе азайтады.

Бірақ ролик пен борттың контактісі сызықтық болып саналады, әдеттегі қозғалыс кезінде ұштың борт бойымен сырғуы аудандық болып саналады, бірақ іс жүзінде байланыс нүктелік немесе қозғалыс кезінде ауданы күрт өзгеретін беткейде болады және көбінесе металл бөлшектерінің бетінен жыртылуына, яғни тозуға әкеледі. Ролик қозғалған кезде үйкеліс реті бойынша азаяды, ал байланыс біркелкі болады. Ұқсас конструкциялардың жұмысы көрсеткендей, дұрыс таңдалған параметрлердегі беттің күйі нашарламайды, ал кейбір жағдайларда оның қатаюы орын алады. Мұндай құрылғының жұмысын талдау және оны модельдеу мұндай режимде жұмыс істеуге арналған роликтің диаметрі кем дегенде 40 мм болуы керек екенін көрсетті, ал эксперименттік қолдану мұндай нәтиженің дұрыстығын көрсетті (2.22-сурет). Шын мәнінде, тозу мөлшері экспериментке дейін және одан кейінгі өлшемдермен өлшенеді, бұл рештак буындарындағы пластикалық деформация аймақтарының өзгермегендігін және домалау аймақтарында тозудың жоқтығын көрсетті. Тәжірибелер кезінде іс жүзінде тозу болмайды, ал көмір блоктарының құлау жағдайын модельдеу қажет болмады, өйткені парақтардың параметрлері осындай конвейерлердің жұмысын ескере отырып таңдалды. Роликтердің әрекеті кезінде тегіс беттің тозуы іс жүзінде жоқ, сондықтан 35 мың тонна көмірді тасымалдау кезінде белгілі СКР типті конвейерлер үшін қол жеткізілген 0,83 мм мөлшерімен салыстыра отырып, ал егер біз деформация жылдамдығы туралы айтатын болсақ, онда бұл процестің шарттылығына байланысты оның мөлшері туралы айтудың қажеті жоқ.



1 - сағат индикаторы бар көтергіш алаң; 2, 3 - жылжымалы өлшеуіш; 4 - координаттарды анықтауға арналған сызғыш

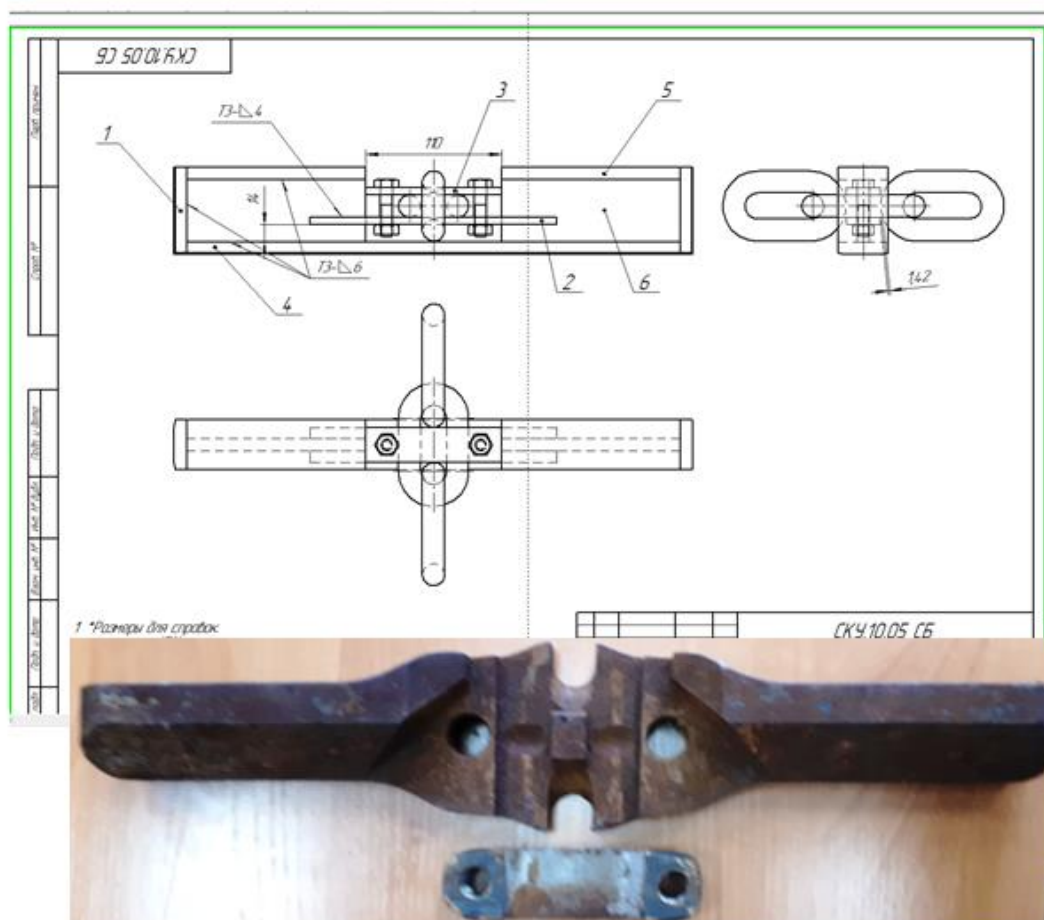
Сурет 2.22 – Сағат түрінің индикаторы

Бастапқы талдау көрсеткендей, бұл деректерді тек торлы буындарға жақындау аймақтары үшін қарастырған жөн. Қарқынды тозу торлы буындарда болуы мүмкін, бірақ түйісу бөліктері икемді серпімді парақтардан жасалады және көмір ұсақ-түйектерімен толтырылады, ал тізбектің кернеуі торларға тиіп кетпейтіндей болады.

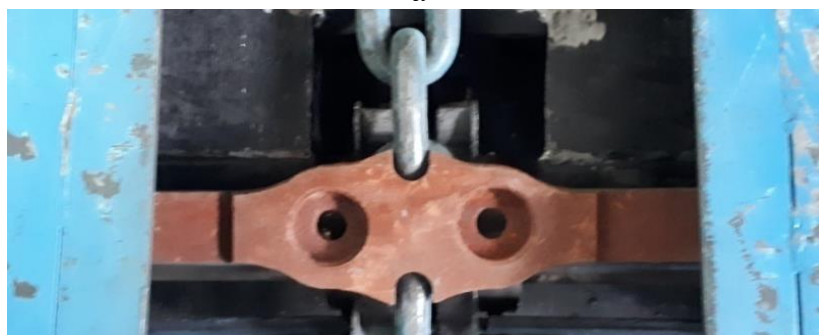
2.3 Зерттеу нәтижелері және қырғыштарды бекіту ерекшеліктері

Конвейер сатысын бөлетін БТ және ПБТ болуы қырғыштардың ерекше қозғалысына байланысты тарту органының жұмысына айтарлықтай әсер етті. Сонымен қатар, олардың болуы шағын, 35 м дейін тасымалдау ұзындығы үшін бір тізбекті жетекті таңдауды да анықтайды. Бұдан бұрын біз консольдық қырғыштарды бұрыштық конвейерге бекітуді қарастырдық, 1.5 бөлім ашық қысқыш түрінде жасалған тізбектің көлденең буынына дейін. Бірақ бұл бұрылудың бекітілген бұрышы бар жүйелерге тән, мысалы, жол жүк тиегіштері үшін, сондай-ақ көлденең жабық конвейерлер үшін немесе локализацияланған бұрылыс аймақтарында арнайы бұрылу дөңгелектер мен жұлдызшаларды пайдалану кезінде. Мұндай шешімдердің проблемалары қырғыштардың беріктігі жеткілікті еместігінде. Бір тізбектен орталықта орналасқан тартқыш элементтер үшін қос тізбекті конвейерлердің схемалармен салыстырғанда, шынжырларды қырғыштарға бекіту әлсірейді. Бұрыштық конвейерлер үшін біз сонымен қатар орталық тізбекті бекіту дизайнын ұсынамыз. ПБТ жүйелерімен жабдықталған қос шынжырлы және әсіресе бұрылмалы конвейерлердің кемшілігі – тісті доңғалақтардың және олардың білігінің конструкциясының күрделілігі, өйткені айналу салдарынан сол және оң жақтағы тізбектердің ұзындықтары әртүрлі. Орталықта тізбекті бекіту аймағына арналған шешімдерге екі болттың көмегімен көлденең сілтемені қырғышқа пластинамен бекіту арқылы қол жеткізіледі (2.22-сурет). Бірақ бұл жағдайда орталық қиысу 2 еседен астам әлсірейді. Бұл жағдайда болт-гайка жұбының күштерімен звеноны басу схемасы қолданылатынын ескеріңіз. Үстіңгі пластинка тігінен қозғала алатындықтан, ол қырғыштың сол және оң жақтағы шеттерінің сыртында иілу беріктігіне әсер етпейді. Ал төтенше жағдайларда бұл учаскелер бойынша иілу осы жерде болуы мүмкін, 2.23-сурет. Кешенді сынақтар кезінде осы айтылғанға қол жеткізілді. Үстіңгі пластинаның ұзаруы, сондай-ақ оның қалыңдауы төменгімен бірге иілу беріктігін 3 есеге жуық арттыруға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда қауіпті учаскелер қырғыштың сол және оң жақ шеттеріне ауыстырылады, онда иілу моменті аз болады. Болттарды бұрап алғанда және бұл әлі де орын алады, қырғыштар буын бойымен сырғып кетуі мүмкін. Ал пластиналардың тігінен орналасқан буындардың бетіндегі екпіні олардың тозуына әкелуі мүмкін. Сондықтан кейбір шешімдер осы қырғыш аймақтарды тізбекті буындардың беттеріне адекватты күрделі беттер түрінде дайындау есебінен жанасу аймақтарының ауданын ұлғайтуды қарастырады (2.21б-сурет). Мұнда ГПК типті комбайндарға арналған арнайы қырғыштар көрсетілген. Призманың орталығында орналасқан (көлденең буынға салынған), олар қырғыштардың бұрыштық орын алмастыруын күрт шектейді.

Бұрылмалы конвейерде сынау үшін қолданылатын қырғыштарда үйкелісті азайтуға арналған роликтер болды, бұл өзін ақтады және конструкцияны тым қиындатпады, бірақ олар дөңгелек ұштары арқасында роликтерсіз жұмыс істей алады.



а



б

а – бірінші нұсқа, б – Қарағандыда шығарылатын стандарт бойынша

Сурет 2.22 – Қырғыштар



1 - қысқа пластинасы бар қырғыш; 2 - пластинасы ұзартылған қырғыш; 3 - жиілікті басқару жүйесі ESQ-600-4T0220G-0300P; 4 - қысқа пластинамен қырғыштардың ұштарының ықтимал деформациясы

Сурет 2.23 – Қысқа және ұзын планкалы қырғыштарды кешенді сынау

Екі тізбекті конвейер үшін бізде тізбекті қырғыштың шетіне қысқыштармен бекітетін нұсқа бар (2.24-сурет), содан кейін бізде орын ауыстыру мәселесі туындамады. Әрі қарай 2.25, 2.26-суреттерде роликтер блогымен біртұтас құрылым ретінде жасалған ұзартылған қысым пластинасымен жасалған жұлдызшалар мен қырғыштың сызбасы көрсетілген. Цилиндрлік саңылаулардағы тізбек буынын сырғып кетпейтіндей профильдеуге болады. Мұндай нұсқаны пысықтағанда қырғышқа тізбек буынына қатысты бұрыштық орын ауыстыру мүмкіндіктерін беру туралы мәселе туындайды. Өйткені шағын макетте тартылыс күшінің азаюы тіркелген болатын.

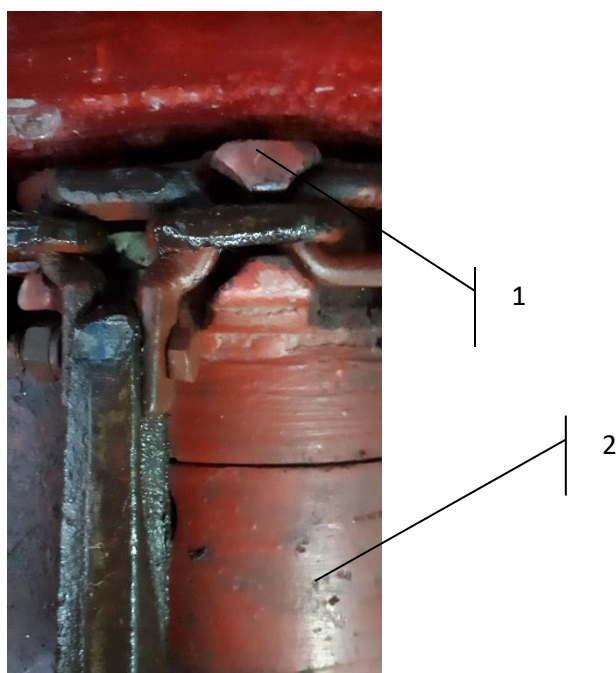
Конвейерді дайындаудың салыстырмалы қарапайымдылығы мен технологиялығы, жетектегі динамикалық жүктемелердің минималдылығы, жоғарыда айтылғандай, рештактар арасындағы саңылау өлшеміне байланысты,

ол түзу күйде нөлге тең болуы керек және бұрылғанда 8 мм-ден аспауы керек. Бұл 2.16-суреттегі сызбаларға сәйкес жасалған қырғыштармен роликтермен домалау кезінде де, қырғыштың соңғы бетімен сырғанау кезінде де осы аймақтың сырғуын қамтамасыз етеді.

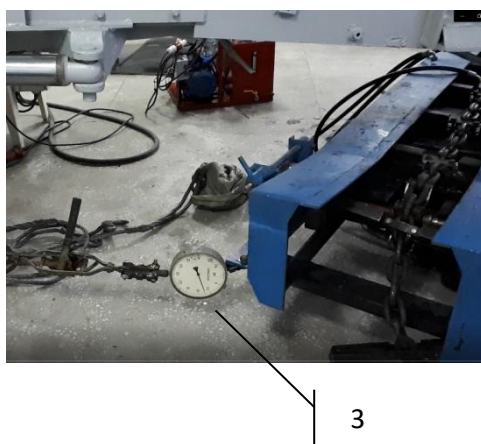
Әрі қарай талқыланатын болсақ, мұндай алшақтықты қамтамасыз ету қиын жұмыс, бірақ рекштактарды стапельді жинақтау бұл мәселелерді шешеді.

Бұрылмалы конвейерді өтпелі комбайнмен тарту нұсқасы (2.24а-сурет), екі тізбекті конвейер үшін қырғыштарды қысқыштар көмегімен бекіту, сонымен қатар динамометр көмегімен бұрылмалы конвейердің тарту күшін бекіту ерекшеліктері көрсетілген (2.24б-сурет). Бұл жағдайда серіппелі керу жүйелері ұзын емес бұрылыс жүйелерінде қолданылуы керек, мысалы, ұсынылған жағдайдағыдай комбайн тиегіштерінде.

а



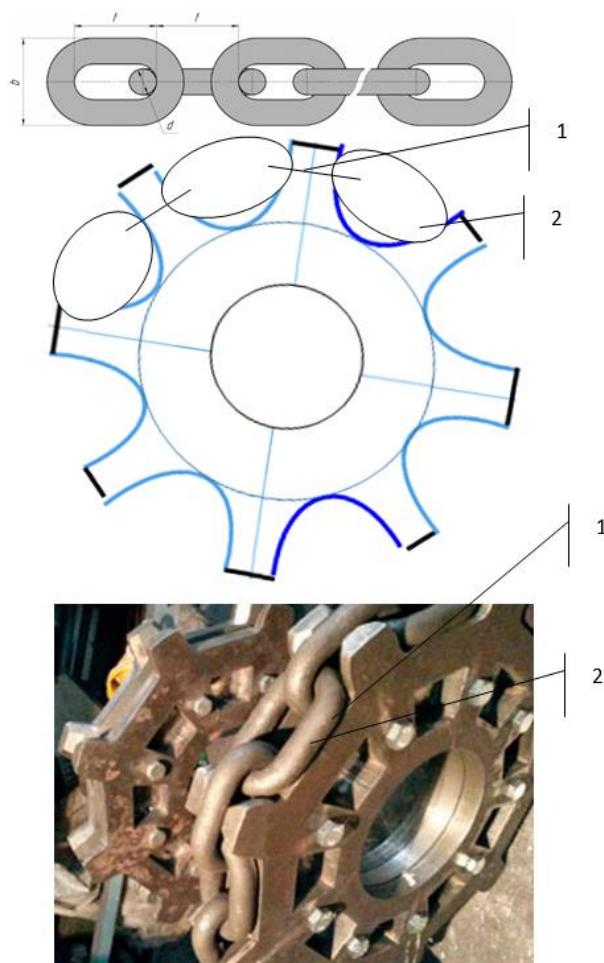
б



а - өту комбайны және бұрылмалы конвейер: 1-тиегіш; б - 2 - түзу сызықты конвейерлерге арналған қос тізбекті жүйеге арналған бекіту қысқышы, 3 - тарту күшін бекітуге арналған динамометр

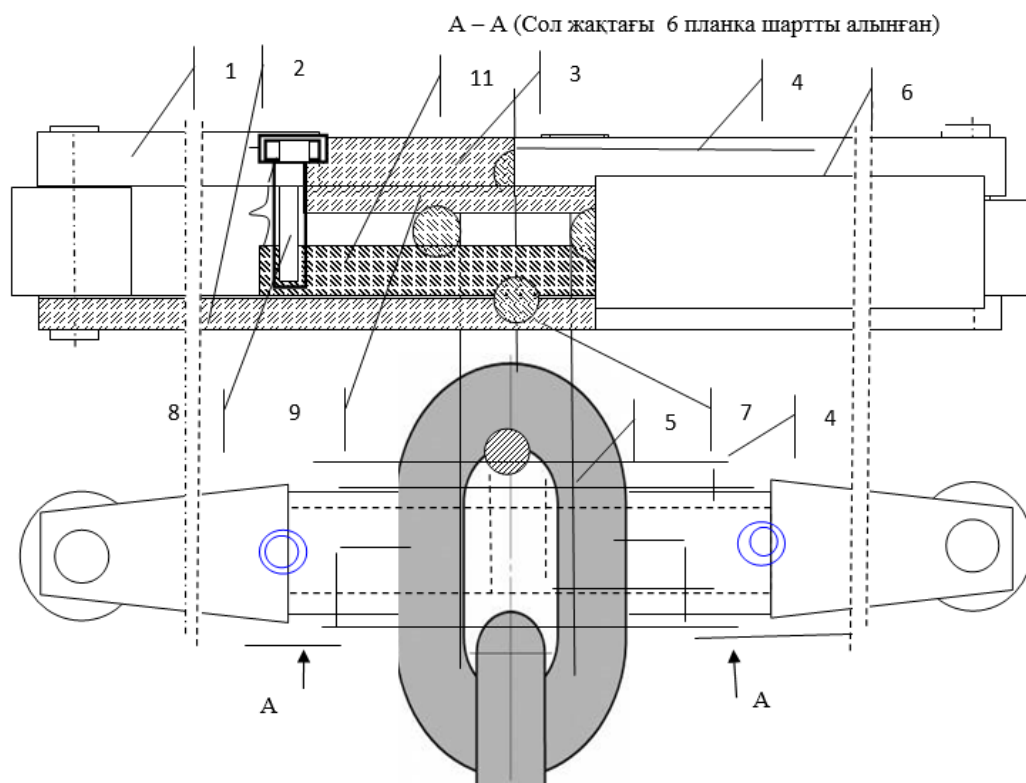
Сурет 2.24 – Конвейерді орындау және тарту нұсқалары

Беріктілігі жоғары қырғыштарды әзірлеу. Қос тізбекті айналмалы конвейерді жобалаудың күрделілігі бұрын талқыланған және түзу сызыққа асып түседі. Сондықтан, жетектегі жүктеме жоғарылаған жағдайда да, мысалы, брондалған нұсқа үшін, біз әзірше орталықта орналасқан тізбегі бар бір тізбекті бұрымалы конвейерді қарастырамыз. Бұл ретте оның параметрлері жұлдызшаның түрі бойынша анықталады және 2.24-суреттегідей «б» нұсқасына сәйкес жобалау тиімдірек болмақ. Осы жағдайда қырғышты көлденең буынға бекіту оңайырақ және оның жұмысы сенімдірек болады. Ауыр жағдайлар үшін жобаланған қырғыш 2.25-суретте көрсетілген.



а - көлденең 1 және тік 2 шынжырлы буындардың кәдімгі жұлдызшадағы орналасуы,
б - арнайы жұлдызша

Сурет 2.25 – Беріктетілген қырғыштардың жобасы

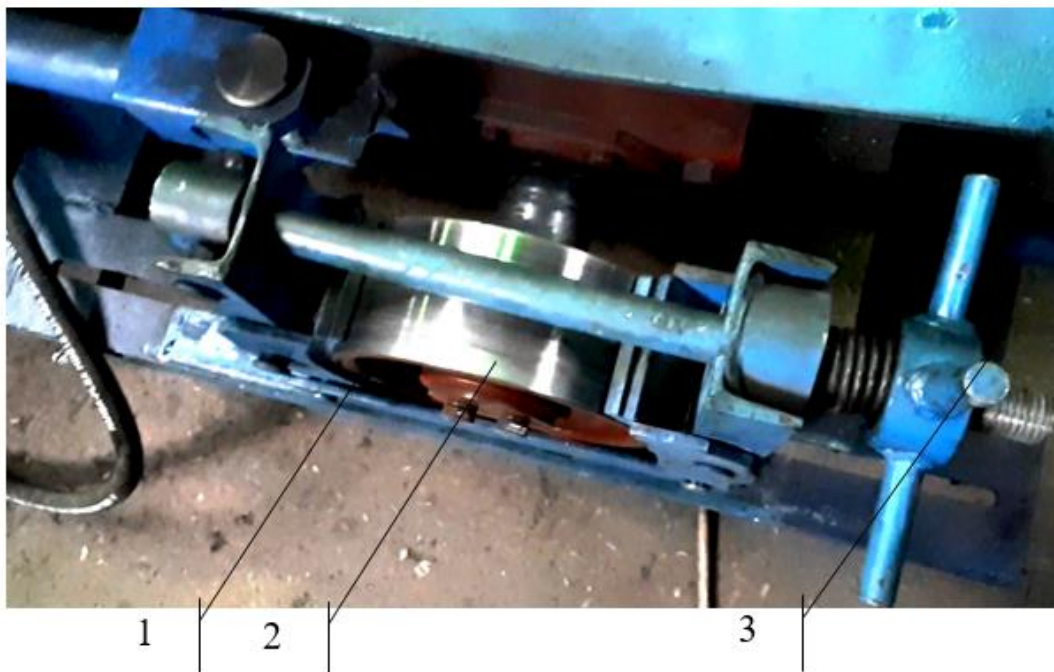


1-роликтің блогы, 2 - 11- н- тіреуі бар төменгі пластина, 3- в тіреуі бар үстіңгі тақтайша 9, 4 - үстіңгі тақтайшаның иығы, 5 - көлденең буын, 6 - бүйірлік пластина, 7 - қырғыштың алдындағы тік буынның бөлімі, 8 - болт

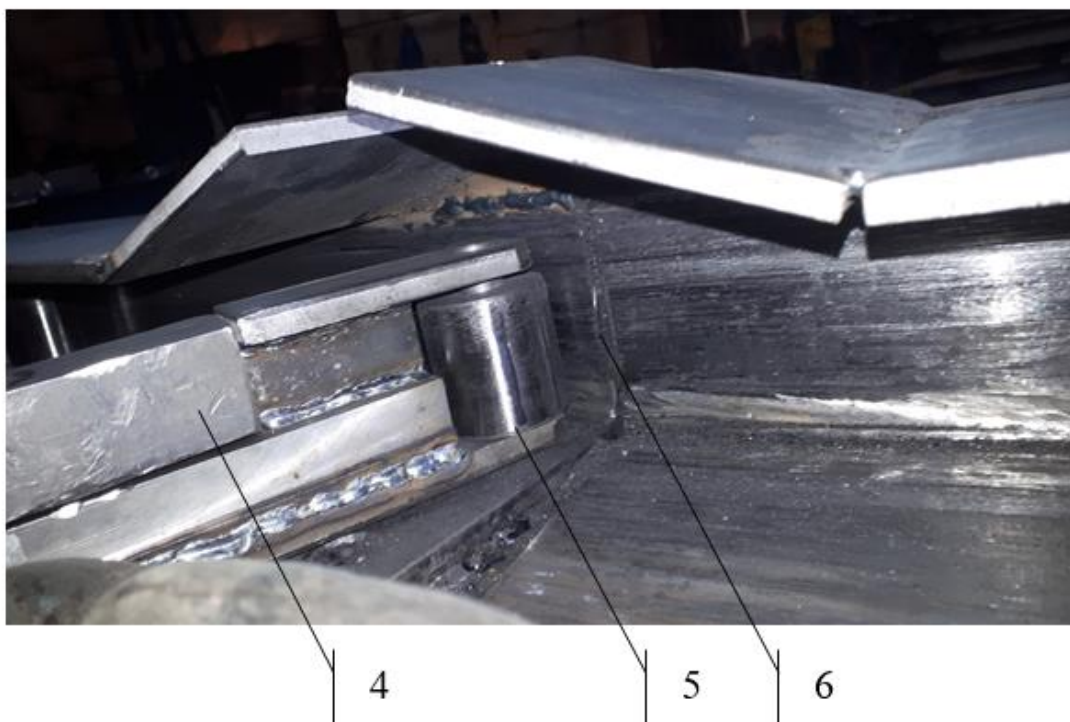
Сурет 2.26 – Ауыр жағдайлар үшін жобаланған қырғыш

Бұл жағдайда қауіпті бөліктің өлшемдері трештактың енімен анықталады және өте шектеулі, сондықтан максималды беріктікті қамтамасыз ету үшін қырғыштың сыртқы бетінен иық 4 жасалады, ол секцияны кеңейтеді, сөйтіп қырғыштың бетінің жұлдызшаға тегіс орналасуына кедергі келтірмейді. Өздеріңіз білетіндей, қырғыштың бірінші нұсқасын сынау оның беріктігі жеткіліксіз екенін анықтады және кептеліп қалғанда мұндай жағдайлар жасанды түрде жасалғанда, қырғышты шынжырға бекітетін штанганың ұштарында симметриялық деформация пайда болды. Есептеу көрсеткендей, мұнда максималды иілу сәттері әрекет етті, ал жолақ неғұрлым ұзағырақ болса, момент соғұрлым аз болады. Сондықтан, ең дұрысы, барлық роликті блок 1 иықпен 4 бірге екі болтпен көлденең байланысқа бекітілген.

2.27-суретте жетек жұлдызшасына жүктеме жасау үшін кергіштің тартылатын платформасында орнатылған ИН тиеу құрылғысы көрсетілген. Қырғыш роликтерін 8 мм сайын сырғанату нәтижелері, 2.27-сурет, ролик диаметрі 40 мм болғанда көрсетіп отырғандай, байланыстық беттерде пластикалық аймақтар ұлғаймайды.



а



б

а - 1- колодкалық тежегіш, 2- керме білігінің шкиві, 3 - үйкеліс алаңдарына жүктеме жасау гайкасы; б - 4 - ұзартылған пластина, 5 – ролик, 6 - саңылау және сырғанату жолы

Сурет 2.27 – Ұзақ жұмыстан кейін жүк имитаторы мен жүгіру жолы

Гидродомкраттарды ПБТ ретінде пайдалану, 2.28, 2.29-суреттер, белгіленген бұрылу радиусын орнату арқылы рештактың секцияларының айналу режимін реттеуге мүмкіндік береді, бұл жағдайда оны реттеуге болады және сонымен бірге конвейер жұмысының бірқалыпты болуын қамтамасыз

етеді. Сонымен қатар, гидравликалық керу ПБТ жүйесінің болуы және БТ жүктемелерінің біркелкі бөлінбеуінің артуы мүмкін болса да, ойығы бар цилиндрлік өзектері бар ПБТ жүйесімен де жетек жұмысының қолайлы деңгейін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.



а



б

Сурет 2.27 – Гидродомкрат түріндегі бұрылмалы-үдемелі топсаның жұмысы және штокқа түсетін жүктеменің эксцентристик мүмкіндігі



Сурет 2.29 – Жетекті құрастыру және бейімдеу процесі

Екінші бөлім бойынша қорытынды

Қырғыштардың роликтері қозғалатын топсалы қосылыстар аймағындағы технологиялық алшақтықты ескере отырып, соңғы элементтік және динамикалық модельдеуді қолданудың негіздемесі мен әдістемелік ерекшеліктері қарастырылды. Рештактардың көлденең орын ауыстыру мүмкіндігі бар саңылауды анықтаудың есептік формулалары келтірілген, конвейердің бүйірлеріне шекті орын ауыстыру осьтері бар топсалы көздердің жұмысын, сондай-ақ ANSYS пакетіндегі серпімді-пластикалық модельдеу негізінде роликтің борттармен түйісуін, сондай-ақ қырғыштар тобының қозғалысын динамикалық модельдеу тізбекті тартқыш органның әсерінен

рештактардың бүйірлері бойымен 15° бұрышпен, бұл қырғыштардың қисаюына және борттармен жанасу аймағында кері қайтару реакцияларына әкеледі. Қозғалыстың дифференциалдық теңдеулері, MS Adams пакетіндегі динамикалық теңдеулерді сызықтандыру кезінде рештактар арасындағы алшақтықты ескере отырып, модельдің өмір сүру шарттары талданады.

Комбайндағы статикалық және динамикалық үйкелісті, комбайнның біркелкі емес қозғалысының теңдеулерін талдау негізінде алынған жүйе элементтерінің жеделдетілген қозғалысын ескере отырып, комбайннан кейін камераға айналу және алға жылжу арқылы жақтаудың күрделі қозғалысы қарастырылады, бұл буындардағы тірек реакцияларының көптігін, қажетті тарту күшін, жылдамдықты, камераның қимасына және негізгі қазбалар қимаға сәйкес келу мүмкіндігін анықтауға мүмкіндік береді. Алынған мәліметтер конвейердің рештактарының жүктемесін толық сипаттауға және конвейердің инфологиялық моделін және конвейердің конструктивтік және кинематикалық байланыстарын түсінуді білдіретін көпөлшемді жіктеу қағидаттары бойынша алынған деректерді сақтау және есептеу үшін басқару базасын құруды негіздеуге мүмкіндік береді.

3 СОҢҒЫ ЭЛЕМЕНТТІК ЖӘНЕ ДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУДІ ҚОЛДАНУДЫҢ НЕГІЗДЕМЕСІ ЖӘНЕ ӘДІСТЕМЕЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕР

3.1 Соңғы-элементтік модельдеудің ерекшеліктері

Модельдеудің әдістемелік ерекшеліктерін қажет болған жағдайда бөлімдерде келтіреміз, сондықтан төменде біз Mechanical APDL пакетін пайдаланудың негіздемесін береміз. Өздеріңіз білетіндей, соңғы элементтер әдісі күрделі мәселелерді қарастыру және бұл жағдайда бөлшектердің кернеулі-деформациялық күйін (КДК) зерттеу мүмкіндігінің арқасында өте танымал болды. Оның мәнін қысқаша атап өтетін болсақ, бұл бөлік торлы аналогпен ауыстырылады және нәтижесінде торды ұнтақтау арқылы әрдайым қисық саңылаулармен және басқа элементтермен бөліктің күрделі контурын алуға болады. Бұл қисық сызықты хордалардан тұратын сынған сызықпен ауыстыруға болатындығына байланысты мүмкін, хорда тор ұяшықтарының қабырғаларының бірі болып табылады. Ең жақсы жағдайда үшбұрыштар немесе төртбұрыштар бар бөлімде элементтер жиынтығы болуы мүмкін және мұндай түзілімдердің координаталары автоматтандырылған алгоритмдер арқылы оңай есептеледі. Әрі қарай, егер дене тепе-теңдікте болса, барлық күштердің оське проекцияларының қосындысы, сондай-ақ моменттердің қосындысы нөлге тең болуы керек - бұл оңайлатылған кескінде серпімділік теориясының талабы.

Күштердің әсер ету нүктелерін және олардың координаталарын біле отырып, мұндай теңдеулерді құру қиын емес. Сондықтан мұндай тапсырманы айналмалы конвейер оңай еңсере алады. Гаусс әдісіне негізделген шешім де қиын емес - жүйенің анықтауыштарын және белгісіздері бар жеке анықтауыштарды құрастыру арқылы дәл шешімдерге жатады. Шамамен шешімдер теңдеулерге ауыстырылған түбірлерді өзгертудің белгілі бір қадамын тағайындау арқылы мүмкін түбірлерді санауға негізделген. Шешімнің бұл әдістері әртүрлі мақсаттар мен сипаттамалардағы ішкі бағдарламаларда – шешушілерде орналасқан. Шешімдердің дәлдігі қадам өлшемімен, шешімге бөлінген уақытпен және соңғы элементтің өлшемімен анықталатыны анық. Белгісіз шамалар - бұл соңғы элементтерге - ұяшықтарға келтірілген күштер. Сондай-ақ, әдетте шекаралық шарттар деп аталатын аймақтарға қолданылатын белгілі күштер бар. Сонымен қатар, шекаралық шарттар аймақты іргетастарға бекіту түрімен сипатталуы мүмкін: барлық немесе жеке осьтер бойымен қатаң түрде немесе белгілі бір деформация мәнімен. Теңдеулерді шешудің ондаған мыңы болуы мүмкін, басқа параметрлерді, кернеулерді, температураларды және т.б. есептеуге көшуге мүмкіндік береді.

Пластикалық деформацияны, температураның таралуын ескере отырып, СЭЭ шешу пакеттерінің саны көп, бірақ олардың барлығы Ansys тәсілдеріне негізделген және шешушілермен ерекшеленеді, бірақ шешушілер барлығы ұқсас, сонымен қатар бағдарламашы басқа пакеттің шешушісін пакетін өз пакетіне салып, кітапханаларды пайдалана алады. Шешімнің жылдамдығы

процессордың сапасымен және пакетте орнатылған тілмен анықталады, сондықтан Ansys C тілімен қатар ең жылдам және тиімді тілдердің бірі болып саналатын белгілі Adams пакетіне салынға Fortran тілін пайдаланады. Ansys негізіндегі пакеттердің нұсқалары әртүрлі атауларға ие болуы мүмкін және бейімделген тәсілдермен ерекшеленеді, мысалы, құрылысқа, машина жасауға. Бірақ ғылыми жұмыста, әдетте, өздерінің бағдарламалары жасалады, оларды бұзу міндеттерін шешуде тәжірибесі мен тәсілдерді меңгерген мектептер анықтайды. Мәселен, тау жыныстарын қирататын 3-4 мектеп бар, олардың саны үнемі артып келеді. Пакеттің артықшылығы мынада: визуалды бағдарламалау мүмкіндіктерімен қатар зерттеушілер кодтық бағдарламалауды пайдалана алады, бұл дайын нұсқаға негізделген визуалды тәсілге қарағанда өзгермелі жағдайларда бірнеше есе жылдам басқарылатын цифрлық модельдерді жасауға мүмкіндік береді. Мәзірлер мен пакеттік примитивтер, шешімнің дәстүрлі нұсқаларын пайдалана отырып. Зерттеуші өзінің жаңалықтарын енгізе алады, олардың дәлдігін және нақты жағдайларға сәйкестігін тексере алады, төмендегі кодтарды талдау арқылы мұны оңай тексеруге болады.

3.2 Серпімді және серпімді-эластопластикалық модельдеу

Шешімдер серпімді және серпімді-пластикалық болуы мүмкін - кейде олар контактілік міндеттер (есептер) деп аталады. Бірінші жағдайда өзара әрекеттесетін денелердің жанасу аймақтары бір-біріне жабысады, сондықтан олар бір-біріне қатысты орын ауыстыра алмайды. Соңғысы үшін денелер арасындағы үйкелісті ескере отырып, орын ауыстыру да мүмкін. Неліктен олардың арасында байланыс - элементтер ендіріледі. Бұл соңғы элементтердің белгілі бір тобы, мысалы, Conta 174 түрі және т.б. [32-35]. Шешім контакт аймағын өте жұқа торға бөлуді және беттерді мақсатты және контактілерге бөлу кезінде контакт жұптарын енгізуді талап етеді. Бұл жағдайда жанасу беттері көбінесе абсолютті қатты деп есептеледі, ал мақсатты беттер деформацияланатын болады. Контакттік мәселелерін шешу уақыты серпімділіктен бірнеше есе көп, ал дәлдік көптеген факторларға, атап айтқанда, пластикалық коэффициенттерді таңдауға және т.б. байланысты. Сондықтан мұндай күрделі әдістерді қолдану шешімдердің дәлдігінің айтарлықтай жоғарылауына әкеледі деп айтуға болмайды. Екінші жағынан, көптеген шешімдер серпімді шешімдерге негізделуі мүмкін, оларда итерациялық шешімдерге және үлгілер бойынша эксперименттік деректермен салыстыруға байланысты контактілердің орын ауыстыруларын есепке алу үшін арнайы авторлық ішкі бағдарламалар енгізіледі. Мұндай шешімдер гидродомкраттарға негізделген поршеньді топсаларды оңтайландыру үшін қолданылады, ал байланыс әдістері раштактар арасындағы саңылаулар аймағында қырғыш роликтердің такталармен өзара әрекеттесуі үшін қолданылады. Біріншісі, серпімді тәсіл қолданылғанына қарамастан, екіншісіне қарағанда пайдалы болуы мүмкін екенін түсіну оңай, өйткені алынған КДС деформациялардың практикалық өлшемдерімен байланысты болуы мүмкін. Сонымен қатар,

теориядан белгілі, егер ені $2b$ болатын тұтас штамп Q күшімен серпімді жартылай жазықтыққа басылса, онда қысым келесідей бөлінеді:

$$-b < x < b,$$

$$\sigma_y = - \frac{Q}{\pi \sqrt{b^2 - x^2}},$$

көлемдік есептердің де шешімі белгілі, материалдың серпімділік модульдері және басқа да қасиеттері туралы ақпарат қолда бар болса, шешімді бақылауға алуға мүмкіндік береді.



1 - масштабты үлгіге арналған роликсіз қырғыштардың ұштары, 2 - бұрылмалы-үдемелі топсасының ойығы бар сырғасы

Сурет 3.1 – Қырғыш ұштарының көріністері және бұрылмалы-үдемелі топсаның конструкциялық орындалуы

Шешім келесіні қамтиды:

- тор құрылады;
- талдау негізінде мақсатты және жанасу беттері таңдалады;
- жанасу элементтерінің қасиеттері мен константалары және шекаралық шарттар мен әрекет етуші жүктемелер енгізіледі;
- шешім орындалады;
- алынған ешешімді талдау.

Байланыс контактілік жұптары тегіс немесе көлемді болуы мүмкін.

Бір беті тегіс немесе ойыс, ал екіншісі сүйір немесе дөңес болса, онда бірінші бет мақсатты болып табылады.

Байланыс элементтері: CONTA173, CONTA174, TARGE170 (3D), TARGE169 (2D). Симметриялық жанасу кезінде әрбір бет мақсаттық және контактілік болуы мүмкін. Мақсатты беттер TERGET мақсатты соңғы элементтерімен жабылған, ал контактілік түрі CONTACT (171, 172 - 2D беті) үшін, 173, 174 - 3D шешімдерінде. «Түйін-түйін» контактілері үшін CONTAC12, 52-контактілік элементтері қолданылады. Түйіннен бетке контактілер үшін CONTA175 элементтері пайдаланылады. Модельдеу Contact Wizard-да орындалады.

Конвейердің түйіспелі қозғалысын және табалардың айналуын модельдеуді талдаудан ұзындығы 30 м конвейермен ілмекке түсетін жүктеме 4 тф жетуі мүмкін екендігі анықталды. Сондай-ақ олқылықтарды азайтудың ықтимал резервтерін зерттеу қажет. Оның ең аз мәнін, егер рештактар жиналса, бастапқы аралық нөлге тең болғанда қамтамасыз етілуі мүмкін. Сондықтан бұл ағымдағы мәнге байланысты. Бұл жағдайда Δ рештактың $d/2+b+t$ тең бұрылу радиусымен анықталатыны белгілі. Соңғы жазықтықтарды өңдеу дәлдігін қолданудағы алшақтықты азайту және арнайы құрастыру режимдерін әзірлеу резерві тиісті бөлімді қараңыз. 3.1-суретте роликтері жоқ қырғыштар және шағын орналасу бойынша ПКА, тарту күші 2 есе жоғары, бірақ қозғалыс тұрақты, сондықтан конвейер роликті және роликсіз жұмыс істей алатынын атап өтеміз.

3.3 Adams динамикалық бағдарламалау пакеті негізінде тақтаның ішкі контуры бойынша қырғыштардың қозғалысын модельдеудің әдістемелік ерекшеліктері

Mechanical APDL бағдарламасында БТ және ПБТ детальдерін есептеу үшін конвейерге сырттан түсетін жүктемелер қажет. Бұл комбайннан кейін камераға конвейер тізбегі тартылған кезде БТ және ПБТ құлақшаларындағы тірек реакциялары, сондай-ақ қырғыштардың рештак бойымен қозғалған кездегі тақтаға әсер ету күштері болады, сондықтан конвейердің қозғалысы мен жұмысы кезінде модельдеудің келесі міндеттері болады:

- ұштары бұрылу аймағындағы конвейер жағының ішкі контурымен әрекеттесетін қырғыштары бар шынжырлы тартқыш корпустың қозғалысы - ол арқылы барлық рештактар өтеді;

- конвейер желісінің комбайн ізімен бұрылмалы және келу қозғалуы.

Бұл модельдеу Adams пакетінде конвейер қозғалысының динамикасын және жүйеде болатын тербелмелі процестерді ескере отырып орындалады [24, с. 3-160] және төменде көрсетілгендей, олар қозғалыс кезіндегі үйкелісті есепке алу мүмкіндіктеріне байланысты. Бұл әдістер динамика теңдеулерін сызықтандырудың қарапайым алгоритмдеріне негізделген [11, р. 61-65, 16, р. 18462-184-67], соңғы жылдары авиация өнеркәсібінде және робототехникада кеңінен қолданылуда. [17, р. 105-108; 18, с. 10-12; 20, р. 125-132; 36, 37], ауылшаруашылық машиналарын құрастыру үшін, сондай-ақ конвейерлердің

автоматтандырылған жұмысын басқару үлгілерін алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Adams-та Эйлер-Лагранж теориясының принциптеріне негізделген және денелердің үдеумен күрделі қозғалысын ескере отырып, белгілі бір беттің жазықтығында көп дене қозғалысын модельдеу мүмкіндіктері басым. Бұл жағдайда қолданылатын процессорларға байланысты оның осьтік моменттері мен массасының, ауырлық күшінің геометриялық және серпімді сипаттамаларын мәзір арқылы енгізіп, қатты және серпімді денелерді қарастыру болады.

Бұрылу аймағындағы қырғыштардың қозғалысын анықтайтын теңдеулер [2, с. 37-48] берілген және төменде Adams пакетіндегі модельдеу мүмкіндіктерін анықтайтын Эйлер-Лагранж түріндегі факторлары бар теңдеулер берілген:

$$p_i = \frac{\partial L}{\partial q_i} + \sum_{k=1}^{m_a} \overline{F_k} \cdot \frac{\partial \bar{r}}{\partial q_i} - \sum_{j=1}^m \lambda_j \frac{\partial \Phi_j}{\partial q_i}, \quad (3.1)$$

$$p_i - \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} = 0, \quad (3.2)$$

$$u_i - q_i = 0, \quad i = 1, \dots, 6n, \quad (3.3)$$

$$\Phi_j(\{q_a\}, t) = 0, \quad j = 1, m, \quad (3.4)$$

$$\overline{F_k} - \overline{f_k}(\{q_a\}, \{u_\beta\}, \{\lambda_y\}, t) = 0, \quad k = \overline{1, m_a}, \quad (3.5)$$

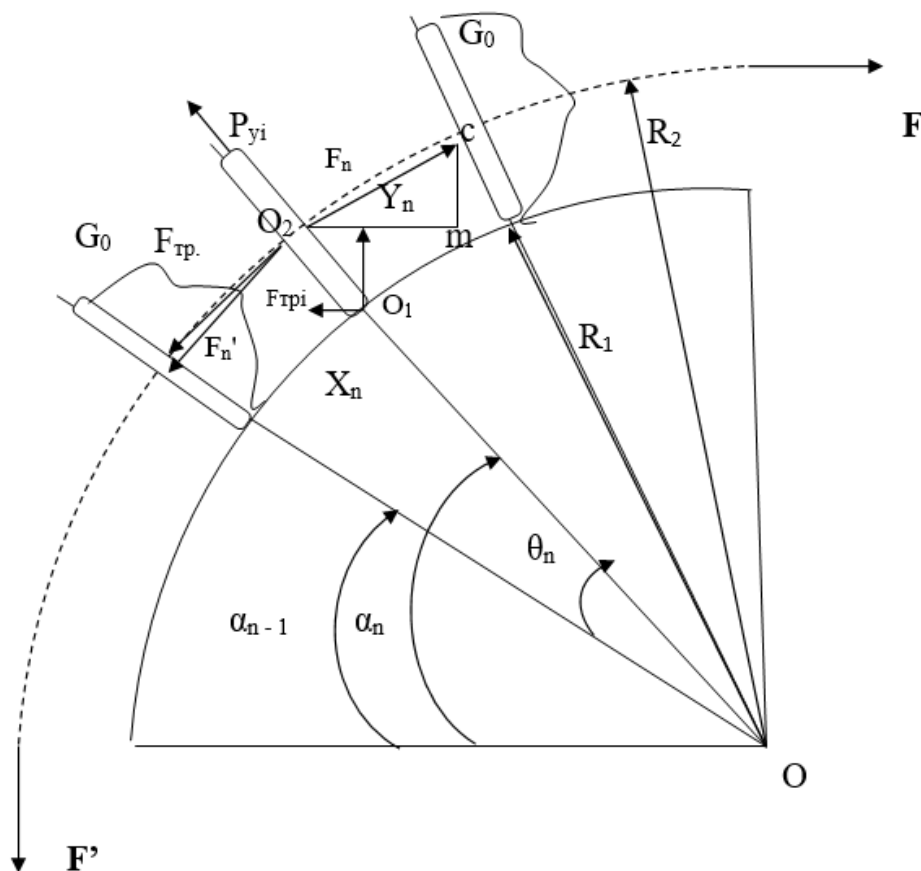
Олар күштері белгіленген қатты дене жүйесінің қозғалысын а және L Лагранж функцияларымен m голономдық шектеулермен шектелген, қатты дененің инерциялық ғаламдық координаталарын, оның массалар центрі мен Эйлер бұрыштарын пайдаланатын m қатты денелерінен n жүйесінің қозғалуын сипаттайды. Артикуляцияланған сілтемелер типінің үлгісін таңдау және олардың арнайы мәзірде ұсынылған нақты параметрлері қарастырылатын түйін үшін өрнектермен жасалған нақты мүмкіндіктерді анықтайды. Модельдер топырақ жазықтығы бойымен қозғалуын және қырғыштардың сырықтың бүйірлеріндегі қозғалысын қарастырады. Жетек жұлдызшасының тұрақты жылдамдықпен айналуы кезінде тізбектің лезде радиусының өзгеруіне және қырғыштардың біркелкі емес жүктелуіне байланысты тізбектің қозғалысы пульс жасап тұрады. Азайтылған конвейер массасы үшін m_k , беріліс коэффициенті μ_r , жетек табаны тісті диаметрі D, бұрыштық үдеу ε , қозғалтқыштың орташа іске қосу моменті M кезінде, статикалық момент M қозғалтқышқа дейін төмендетілді және барлық қозғалатын массалардың

инерция моменті $D_{ж_{рг}}$ күшін модельдеу кезіндегі итеруді келесідей анықтауға болады [15-17]:

$$\begin{aligned} S_{\partial.n} &= m_k * D * \varepsilon / (2u_p), \\ \varepsilon &= (M_{n.cp} - M_c) / j_{np} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Ал (3) тармағына сәйкес модельдер үшін қозғалыс осциллограммалары болған жағдайда жетектегі және керілген жұлдызшалардағы күштердің лездік мәндерін шамамен бағалауға болады [17, р. 105-108; 18, с. 10-12; 19, р. 1101-1118]. Қозғалыс кезінде бізде трансляциялық қозғалыс пен рештакты бұру комбинациясы бар және зауыттық сынақтар мен модельдеулердің талдауы [2, с. 37-18; 23, с. 29-33; 38, 39] көрсеткендей, бұрылыстағы барлық рештартак қозғалыс трассасында бір із қалдырып, бірдей траекториядан өтеді [40-42].

Қозғалыс кедергісі үйкеліс коэффициенті мен салмақтың көбейтіндісі арқылы анықталады. Жазық топса үшін қабаттың топырағына қарсы үйкелісті модельдеуде (2) қиындықтар туындайды. Оны модельдеудің жуықтауы ілмектердің ішіндегі үйкеліс коэффициенттерін тағайындау және белгілі бір дәрежеде үйкеліс күшінің әрекетімен сәйкес келетін ауырлық бағытын таңдау болып табылады. Бұған дейін процестің теориялық сипаттамасы, 3.2-суретте ұсынылған [43, 44].



Сурет 3.2 – Бұрылу аймағындағы табалар бүйірлеріне әсер етуші күштері

Тізбекте F_n күшінен Y осіне қырғышқа n проекция:

$$\Phi_{ny} = F_n \cdot \sin((90^\circ + \theta)/2 - \alpha_n), \quad (3.7)$$

v сызықтық жылдамдығымен айналу арқылы анықталатын инерция күші:

$$P_{yi} = m_{пр.} \cdot (ds/dt)^2 / R^2 \quad (3.8)$$

қарсылық күші F_{ki} айналу орталығына бағытталған, G_0 салмағы және f_{tr} үйкеліс коэффициенті арқылы шамамен анықталған салмақ арқылы анықталады.

Көмірді тасымалдау жылдамдығы 1 м/с дейін болса, инерция күші үлкен болмайды. Әзірге қырғыш ұшының рештактың бүйіріне үйкелісі есепке алынбайды, қысу күші айтарлықтай болуы мүмкін, бірақ біз қырғышқа үйкеліс күшін күрт төмендететін роликпен жабдықталады деп боожап отырмыз.

Тарту күші:

$$F = x_1 + x_2 + \dots x_n + F', \quad (3.9)$$

$$F = y_1 + y_2 + \dots y_n + F', \quad (3.10)$$

Бұл жерде F' - конвейердің түзу бөлігін қозғалысқа келтіруге күш салу, мысалы, конвейер камераға кірген кезде шахтада қалған күш.

Тепе-теңдік теңдеуі X және Y осьтерінде құрастырылады, ал моменттер сомасы O_1 нүктесі үшін. Қырғыштар үшін құрастырылған мұндай жүйені VBA-да ендіруге болады (Excel), ол Adams пакетінде алынған нәтижелерді бақылауға қызмет етеді.

Ол жерде бұрылысты орындайтын рештактар тобы қарастырылған. Ол «жерге» (ground) бекітілген 3 - 13 тақтадан тұратын элементтермен модельденеді, олардың бетінде бір рештакқа үш қырғыш қозғалады. Жоғарыда айтылғандай, рештактардың ішкі контурын модельдеу жеткілікті, өйткені қырғыштардың ұштары бұрылу орталығына жақын жақтарға қисық тізбекпен басылады. Қырғыштардың және олардың элементтерінің қозғалысы әрбір рештактың ішінде ғана қарастырылады, бірақ олар тізбекті модель арқылы кинематикалық байланысқандықтан, бұрылу аймағындағы табалардың толық тобы есепке алынады. Тізбек моделі бір-біріне топсалы шағын Link элементтерінен жасалған, ал топсалар тізбек буындарының түйісетін жерлеріне орнатылады және көлемді модельдеу жағдайында көлемді ілмектер (Spherical joint) пайдаланылуы мүмкін, ал жазық үшін Revolute Joint.

Әрі қарай қозғалысты талдау үшін үш қырғыштың қозғалыс теңдеулері [2, с. 37-48], 3.3-сурет қарастырылды, мұнда қалғандары үшін бірдей құрастырылатыны көрсетілген. Яғни, бұл жерде біз қисық жол бойындағы қозғалысты сызықтық табалармен құрылған аккордтарға бөлу арқылы нақты дизайнды қарастырдық. 90° -қа толық бұрылу алты рештакта әр бұрылу кезінде $d\Delta$ бұрышымен орындалады. (1), (3) табаның ішіндегі келу қозғалысы (3.3а,

3.3б-сурет) сипатталған және (2) тармақта екі рештактың қосылу аймағын кесіп өткенде ұзындығы R ортаңғы қырғышты ескереміз, ол қосымша бірдей бұрышпен айналады. Бұл орталықтан тепкіш күшке әкеледі (3.12) теңдеудегі соңғы қосынды, яғни, рештактан рештакқа өту сәтінде күштердің әсер ету бағытының күрт өзгеруі және қырғыштың қосымша айналмалы қозғалысы болады:

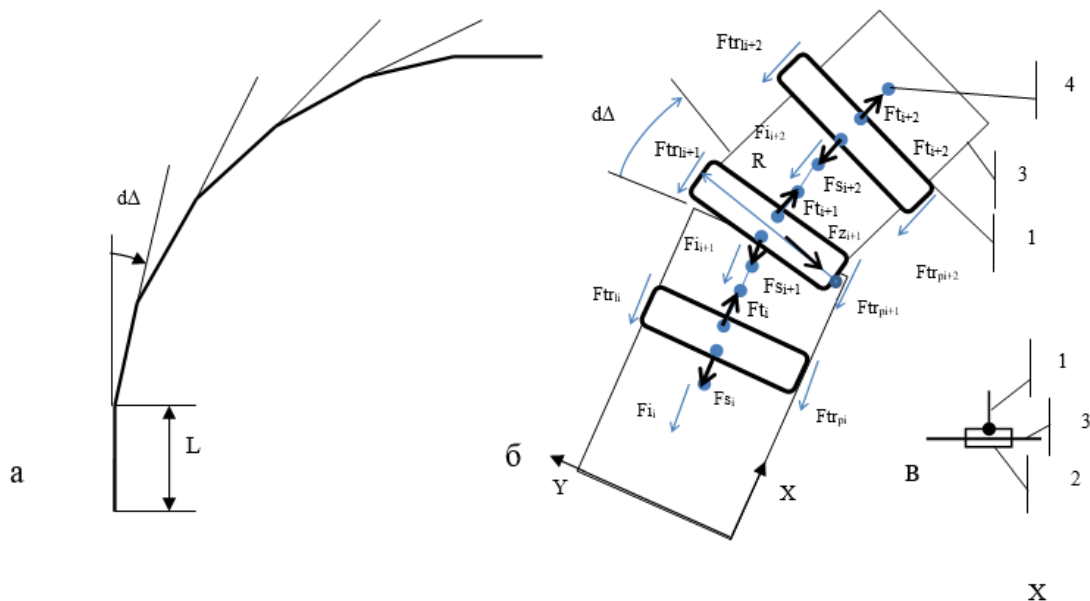
$$Ft_i - Ftr_{li} - Ftr_{pi} - Fs_i - \frac{d^2x}{dt^2}(m_s + m_g + m_z) = 0 \quad (3.11)$$

$$\cos\left(\frac{d\Delta}{2}\right)(Ft_{i+1} - Ftr_{li+1} - Ftr_{pi+1}) - Fs_{i+1} - \frac{d^2x}{dt^2}(m_s + m_g + m_z) - \frac{(m_s + m_g + m_z)}{R} \frac{dx}{dt} = 0 \quad (3.12)$$

$$\cos(d\Delta)(Ft_{i+2} - Ftr_{li+2} - Ftr_{pi+2} - Fs_{i+2}) - \frac{d^2x}{dt^2}(m_s + m_g + m_z) = 0 \quad (3.13)$$

Adams-та бұрылыста қырғыштың қозғалысы сырғымалы Link және Revolute Joint айналмалы буынның элементтерін пайдалану арқылы қарастырылады. Еңбектеушіге конвейердің борты мен қырғыш тіреуіш кіреді (3.3в-сурет). Айналмалыға - қырғыш және сол тіреуіш. Осылайша, қырғыш әр рештактың әрбір бұрылу центрінің жанамалары бойымен бүйір бойымен сырғи алады. Тірек реакцияларының мәндеріне негізгі әсер тарту күштері, құрылымның массалары мен инерция моменттері, Adams қосымшасының терезелері арқылы енгізілген рештактардың айналу бұрышы әсер етеді деп болжанады. Бағдарламаның ыңғайлылығы дірілдерді ескере отырып, қырғыштардың динамикасы мен тұрақтылығын азайту үшін топсалардың түрлерін екі өлшемнен үш өлшемге дейін оңай өзгертуге болады. Бағдарламада қырғыштың алға жылжуының бастапқы жылдамдығын енгізуге болады. Бұл бірқалыпты қозғалыста рештактың басынан бастап қырғыштың кейбір бастапқы жылдамдыққа ие болуы және тек бастапқы сәтте оның жылдамдығы мен үдеуінің нөлдік болуын негізге ала отырып орындалады.

Екіөлшемдік және үшөлшемдік айналмалы топсаларды модельдеумен 2 - 4 тізбекті буындар арқылы жалғанған 2 - 12 қырғыштардың қозғалысы қарастырылды. Соңғы жағдайда 3D кеңістігінде қырғыштардың бұрылуын қамтамасыз ететін дөңгелек тізбекті пайдалану шарты қанағаттандырылады. 1-3 қырғыштарды қарастырудан басталды. Жүктемелер қырғыштың тіреуі аймағында негізгі осьтер бойымен бекітілді, бұл ретте қозғалыс параметрлерін қырғыштар мен тізбектің кез келген белгіленген нүктесінде алуға болады. Бұрылу алты рештакта жүзеге асырылатын режимде (қырғыштар тізбектің екі буынын қосады), жүйенің сенімді конструкциясы әбден мүмкін.



а - айналу аймағы ($d\Delta$ – 1 ұзындықтағы бір торлы бұрылыс); б - шеткі және айналмалы ортаңғы қырғыштың трансляциялық қозғалысы – 1 бортқа қатысты – 3; F_t , F_{tr} , F_s , F_{i-i} , $i+1$, $i+2$ қырғыштарының тарту, үйкеліс, қарсылық күштері, инерциясы; F_z – орталықтан тепкіш қырғыштағы күш $i + 1$; в - рештақтың процессорға жақын бортындағы трансляциялық (2, 3) және айналмалы (1, 2) жұп;

Сурет 3.3 – Қырғыштар мен табалардың тіреу аймақтарындағы күштерді есептеу схемалары

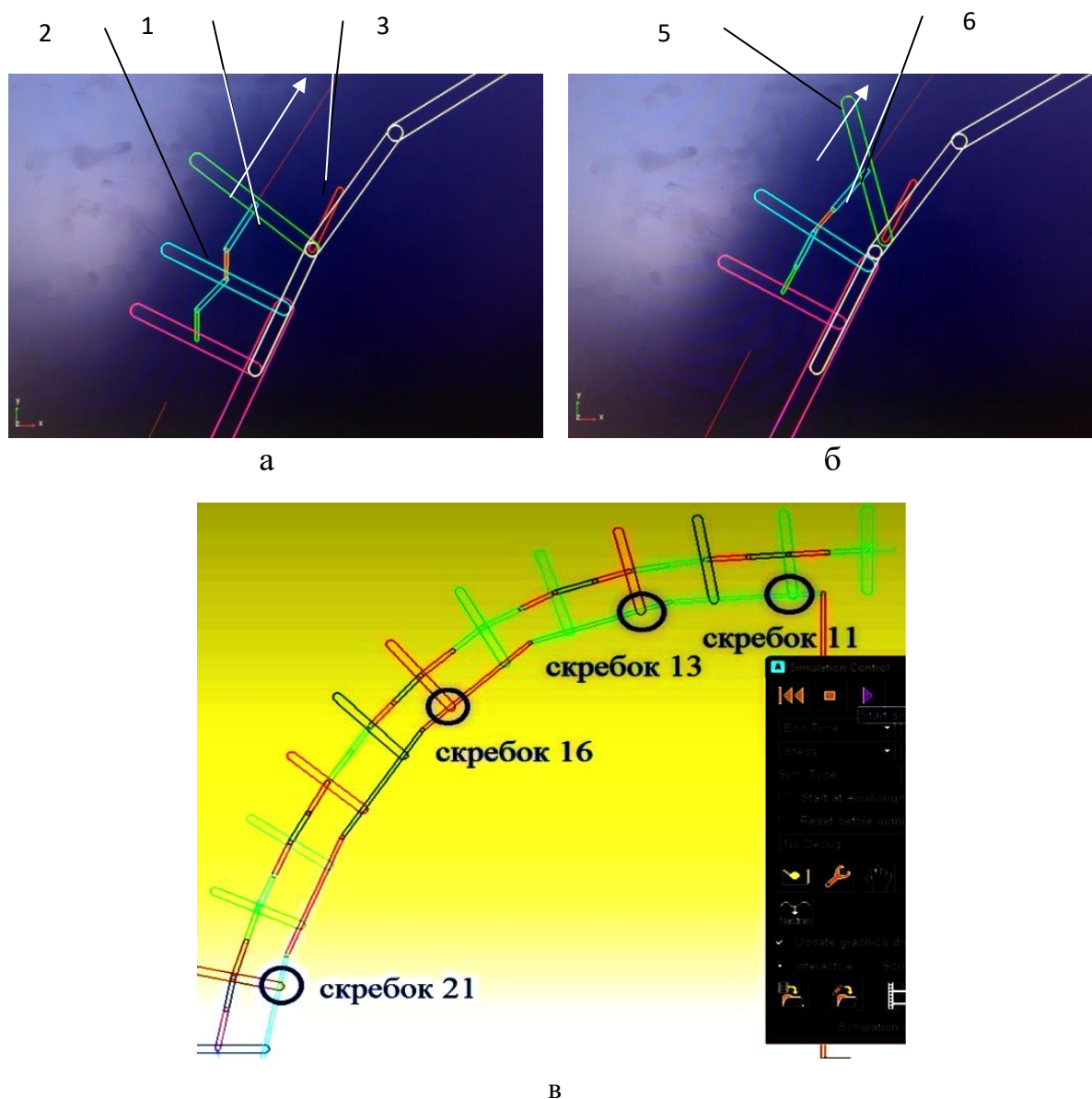
Жұмыс параметрлерінің шекті мәндерін анықтау үшін $d\Delta \geq 30^\circ$ кезіндегі жағдай модельденді. Ол бұл жағдайда жұмыс қабілетінің сақталатынын көрсетті, бірақ тегіс және ұзақ мерзімді жұмыс $d\Delta \leq 15^\circ$ кезінде жүргізілуі керек. Үш өлшемді айналмалы ілмектер арқылы қосылған буындар саны - төрт. Алынған деректер рештактарына элементтеріне түсетін жүктемелерді, мүмкін болатын бұзылуларды және оларды жою жолдарын бағалауға мүмкіндік береді. Таспалы конвейердегі сияқты, модельдеу кезінде бізде бірнеше бағдарлама нұсқалары бар, атап айтқанда, ортаңғы қырғыштағы тарту күшінің векторы X осі бойымен бағытталған кезде және ол бұрылыстан кейін $d\Delta$ өзгергеннен соң қозғалысты ескеру керек. Кейбір нәтижелерді шамамен шешімдер негізінде Visual Basic тіліндегі стандартты процедуралар арқылы тексеру олардың дәлдігінің жеткіліктілігін растайды. Нақты құрылғылардың геометриясын және олардың қуат параметрлерін (өлшемдері, инерциялық сипаттамалары, көлденең қимасы, топсалы буындардың түрлері және олардағы үйкеліс) ескере отырып, мұндай құрылғыларды модельдеу бойынша әдістемелік нұсқаулар әзірленді (3.4-сурет). Мұнда модельдеу техникасы әзірленді, конвейер элементтерін құрудың примитивтері негізделді және атап айтқанда, бұрылыстың ортасына ең жақын жағын бір жақты орындау арқылы модельдеу мүмкін болатыны көрсетілген, өйткені қырғыштар қарама-қарсы жағында әрекет етпейді. Бұл модельдерді талдау сонымен қатар қозғалысты дискреттеу және қозғалыстың

бірінші бөлімінің соңында алынған бастапқы жылдамдықты ескере отырып, модельдердің тұрақсыз әрекетінің себептерін, сондай-ақ келесі рештакта қырғыштың қозғалысын қалпына келтіру жолдарын анықтауға мүмкіндік берді. Кейбір жағдайларда олардың өзгеруінің графикалық тәуелділіктерін алу үшін бастапқы мен соңғы жұлдызшадағы күштерді өлшеуге болады. Орташа алғанда, қимадан секцияға көшу кезінде тізбектің тарту күшінің сызықтық өзгеруін ескере отырып оны есептеуге болады, және алынған мәндер модельдеуде қолданылады. Сонымен бірге әртүрлі тиеу жағдайлары мен конвейер жұмысының ерекшеліктері үшін осы деректерді кең ауқымда өзгерту мүмкіндігімен есептеу бағдарламасы дайындалуы керек. Кейбір жағдайларда шешімнің мүмкіндіктерін талдау кезінде және нәтижелерді нақты қозғалыспен салыстыру кезінде тарту элементінің және жүктің біркелкі қозғалысы қарастырылады. Сонымен қатар, бұл жағдайда теңдеулер жүйесін және модельді құруды жеңілдетуге болатыны ескеріледі. Модельдеуде қолданылатын геометриялық өлшемдер 3.2-суретте.

Тізбек қадамы жұлдызша арқалықтарының санын және қырғыштың ортаңғы бөлігінің негізгі өлшемдерін – жұлдызшаның тісіне жабыса алатын көзді анықтайды. Мұнда қырғыштар 1 екі аралық тізбек буындары және 2 үш арқылы жалғанатын үлгілердің екі нұсқасы берілген. 3.3-суретте модельдің параметрлері көрсетілген (Адамс қолданбасының экранынан алынған фото) және алдымен қырғыштардың бастапқы жылдамдығы 0 болған сәттен бастап қозғалысын қарастыруға болады. Жетек жұлдызшасының айналуы тұрақты жылдамдықпен жүреді және 0-ден белгілі бір айналма жылдамдыққа дейін үдеу болғаннан кейін тізбектің қозғалысы біркелкі болады.

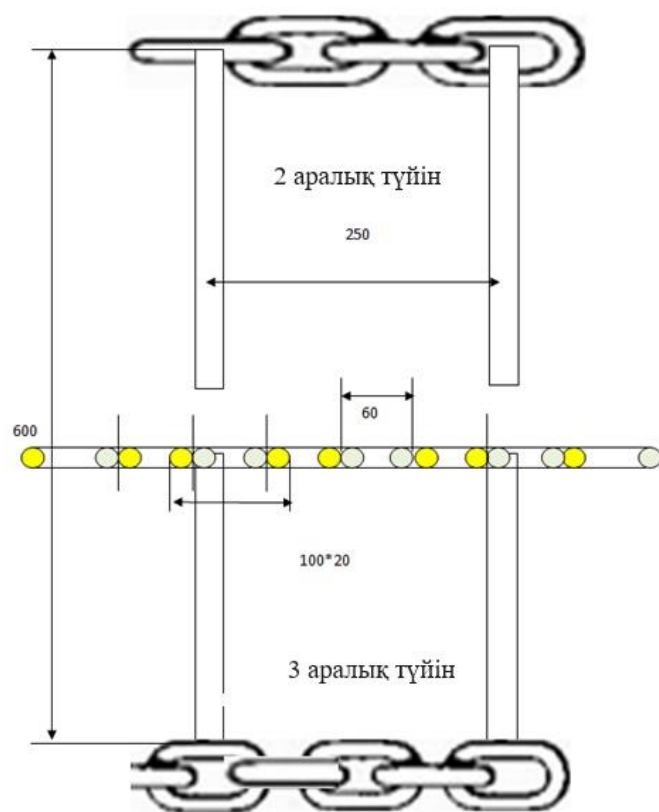
Модельді жобалау және сынау үшін қырғыштардың ең аз санын жасаудан бастаған жөн, содан кейін олар толық мөлшеріне жеткіземіз, конструкторлық шешімдердің қозғалыс сипатына әсер ету ерекшеліктерін, соның ішінде бөлшектерді орналастырудағы дәлсіздіктерді анықтауға мүмкіндік береді. Қырғыштар тұрақсыз күйде, өйткені тарту күші қырғыштың мүмкін болатын айналуының орталық нүктесіне әсер етеді, рештакпен жанасу нүктелеріндегі тірек реакциялары қырғыштың осі бойымен бағытталған және бұл факторлар топсаларға қатысты тербелістерді болдырмау, 3.4-сурет барлық бұрылмалы жүйені құру жүктемелердің сапалық өзгеруіне әкелмейді. Тарту күшінің әсерінен қырғыштардың қозғалысы кезіндегі тірек күштерінің графиктері периодты болып табылады. Кейбір қырғыштар үшін бізде белгіні өзгертетін күш мәндері бар, бұл амплитудаға қарағанда тербелістердің көбірек болатындығымен түсіндіріледі. Алдын ала ескерту ретінде айта кетейік, толық бұрылу аймағын модельдеу тірек күштерінің проекциялары әрбір қырғышта максимумнан минимумға және керісінше өзгередінін көрсетеді. Бұрылу аймағының ұзындығы бойынша X осіндегі күштердің проекциялары конвейердің түсіру аймағындағы минимумнан конвейердің сызықтық бөлігінің байланыстыру аймағындағы максимумға дейін өзгереді. Бұл тәсілмен біріктірілген аймақтағы қырғыштың күйі басқалардан ерекшеленеді.

Adams пакетінің көмегімен элементтер мен модельдеу әдістерін орнату арқылы қозғалыс элементтері мен бөлшектерді нақтылау мүмкін болды. Қырғышты конвейердің жұмысы кезінде шынжырдың қозғалысы, шынжыр тісті айналуының тұрақты жылдамдығында да өзгереді, бұл шынжырдың моменттік радиусының өзгеруіне байланысты, сонымен қатар оның жүктерді тасымалдау сипатының біркелкі болмауымен түсіндіріледі.

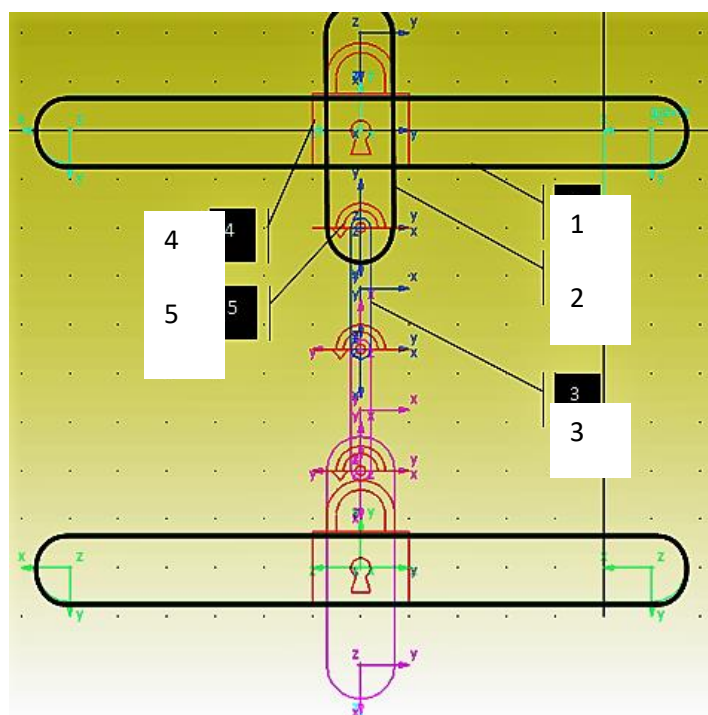


а - қозғалыс басталғанға дейін; б - қозғалыстың соңында; в - толық орналасу. 1 – қырғыш, 2- қырғыштар байланысының элементтері, 3 - рештақтың борты, 4 - тарту күшінің бағыты, 5 - сызықты топсаның байланысы, 6 - қырғыштардың байланыс элементтерінің айналу топсасы

Сурет 3.4 – Қырғыштар қозғалысын элементтер бойынша модельдеу



Сурет 3.5 – Тізбектің қырғышқа қатысты орналасу схемасы



1 - қырғыш; 2- құлақ; 3- аралық буын; 4 - қырғыш пен құлақтың қатты байланысы; 5- топсалы (айналмалы) байланыс

Сурет 3.6 – Көздері және аралық тізбек буындары бар қырғыштар үлгісінің схемасы

3.4 Комбайнның ізімен тұғырды 90 градус бұрышқа бұрып камераға тартылатын конвейерді модельдеудің әдістемелік ерекшеліктері

Бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі топсалар жүйесі есебінен камераға тартылған кезде конвейердің тасымалдау бетінің жазықтығында бұрылумен конвейерді модельдеуде Adams-та жүзеге асырылды және соңғы элементтер технологияларын қолдану арқылы жүзеге асырылды. Зерттеулер 3D форматында жұмыс істеуге арналған конвейерлік технологияны құрудың алғы шарттарын жасауға мүмкіндік береді. Есептеу әдістері конвейер рештактарының оны орнатудың кез келген аймағында 15°-қа дейінгі берілген бұрышта айналуын ескереді. Бұрылу бұрышын қойылатын шектеулер ұқсас жүйелерді пайдалану тәжірибесін ескере отырып қойылады және қазіргі уақытта қойылатын жұмыс қиысуының аясында 90°-қа бұрылуға мүмкіндік береді. Дегенмен техникалық мүмкіндіктер ең аз бұрышты кем дегенде 1,5 есе ұлғайтуға мүмкіндік береді. Алдын ала талдау көрсеткендей, қабылданған шектерде конвейердің конструкторлық параметрлері оңай әзірленеді, ал оның жұмысы сенімдірек болады. Алға қойған міндеттерді шешу рештактардың бүйірлерінде орналасқан арнайы көздердің дамыған жүйесін ескере отырып, оның камерадағы орнын анықтау үшін теориялық өрнектер де қажет. Комбайн қозғалысының ерекшеліктері де ескерілген, олар камераға бұрылу маршрутының қысқа аралықтарында жеделдетілген түрде ұсынылған. Гидродомкрат түріндегі топсаларды пайдаланудың жобалық сұлбаларында штангаға түсетін эксцентрлік жүктеме ескерілді, ол поршеньнің кернеулі деформацияланған күйін нақтылау үшін және поршеньді иілу аймақтарын анықтау үшін қысқа қабықшалары бар топсалардың үлгілерін жасау және қарқынды тозу аймағын анықтау арқылы жасалды.

Бұрын шынжыр мен рештактардың бұрыштық орын ауыстыруларына байланысты конвейер тақтасына басылған қырғыштың итеру реакциясына байланысты бұрылу мәселелері қарастырылды, бұл айналу бұрышына, тарту күшіне, қырғыш пен қырғыш арасындағы үйкеліс коэффициентіне пропорционал. Бұл қырғыштардың қисаюы мен аударылып қалу мүмкіндігіне қатысты алаңдаушылық туғызды. Жылжымалы топсалар кешенінен тұратын мұндай күрделі жүйелерді жобалау және есептеу үшін оларды негізгі өндірістік процестерді автоматтандырумен кері байланыс жүйелерінде пайдалану мүмкіндігі бар тиімді конструкциялар мен есептеу әдістері жоқ. Қарастырылған жобалардың әрқайсысы жеке-дара болып табылады, конструкция ерекшеліктерімен байланысты пакеттік примитивтердің өзіндік жиынтығы бар, мысалы, шеңберлері, осьтері және кедір-бұдырларды реттеу жүйелері бар дөңгелектер. Мұндай шешімдер бөлшектерге көшудің әмбебап әдістеріне дейін төмендемейді және іс жүзінде барлық модельдеу жүйесін жаңадан құру қажет. Кейбір примитивтерді негіздеу үшін құрылымдарды терең талдау арқылы [2, с. 37-48] берілген жалпы критерийлерді пайдалану. Сонымен, атап айтқанда, бір рештакта нөлден ағымдағы жылдамдыққа дейін қозғалатын келу және айналмалы жұптың комбинациясынан тұратын қырғыштың қозғалысының дискретті моделі - конвейер тақтасы пайда болды, кейіннен келесі рештакта

қарастырылды, бірақ бастапқыда орнатылған жылдамдықпен, бұл контактілі үйкелісті модельдеуді кеңінен қолдануға мүмкіндік берді. Мұндай зерттеулерді күшейту, қазірдің өзінде көріп отырғанымыздай, әзірлемелерді қолданудың кең ауқымы және теориялық қорытындыларды практиканың шындықтарымен салыстыру мүмкіндігі болып табылады. Камералық технологиялардан басқа, ашық жерасты жұмыстары, фабрикалар мен өңдеу зауыттарды қарастыру керек. Жоғары өнімді комбайндар мен бұрылмалы конвейерлері бар камералық технологиялар бастапқыда калий тұздарына арналып жобаланған [1, с. 3-230; 2, с. 37-48]. Олар «Урал Кали» ПО қолдауымен КарПТИ мен Гипроуглегормашта әзірленіп, сынақтан өтті. Ол сондай-ақ ұңғыма кенін бұзатын қабат-камералық жүйемен, материалды учаскеден учаскеге қайта тиеу үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл үлкен өлшемді бөлшектерді тиеу кезінде жабдықтың маневрлігі мен беріктігіне байланысты шешіледі. Бұрылу жүйесін есептеу үшін әрбір рештак ілмектермен жабдықталған: бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі, тартылатын платформасы арқасында шынжырды керу үшін гидродомкраттары бар тартпа рештагы бар (3.6-сурет), өйткені рештактар тұғыр ішінде айналған кезде тізбектің ұзындығы өзгереді.

Зерттеулер сонымен қатар электр және гидравликалық жетектері бар кішірейтілген және толық өлшемді макеттердегі стендтік зерттеулерді, алынған нәтижелерді жүйелік талдауды және пленка жазбаларын қолдану арқылы жүргізілді.

Құрылымдық жағынан, ПБТ бұрылмалы-үдемелі топса жүйесі барлық рештактарды орталық осьтен 90° -қа дейінгі жалпы бұрышпен екі бағытта бұруға болатындай етіп жасалған. Бұл жұмыстың екі жағында тау-кен тіректері бар жүйелерді пайдалануға мүмкіндік береді, бұл өту көлемін 2 есе азайтады. Топсалардың әмбебап жүйесі рештактардың бүйірлеріне таратылады. ПБТ гидродомкраттармен біріктірілген немесе 15° -қа дейінгі бұрышпен рештактардың реттелетін бұрыштық жылжуына арналған түйреуіш - ось және бойлық ойық үшін тесігі бар цилиндрлік стерженьдер түрінде орындалуы мүмкін. Алынған өрнектердің талдауы көрсеткендей, бүкіл конвейердің және жеке рештактарында берілген бұрышында бұрылу кезіндегі қозғалыс траекториясы бірегей түрде анықталады, бұл бұрылу радиустары мен жұмыс параметрлерін есептеуге мүмкіндік береді. Бұрылмалы конвейер бастапқыда оның конвейеріне параллель жұмыс істейтін көлікте орналасады және оның бойымен бағыттағыштар бойынша қозғалады. Камераның қиысу аймағында рештактар комбайнның соңынан бұрылады. Бұрылу маршрутын жобалау үшін олар жұмыс және камераның енінен, олардың орналасу бұрышынан және конвейерлердің геометриялық өлшемдерінен шығады. Бұрылу модельдерін пайдалану тамаша жетік конструктивті схемаларды алуға, сондай-ақ олардың параметрлік синтезін орындауға, соның ішінде лава жағдайларына да мүмкіндік береді. Adams пакетін пайдалану кезінде рештактар мен топсалардың үлгілері Plane, Link, Culind, Box примитивтерінен жасалған. Әрбір ендірілген конструктивтік элемент үшін бағдарлама түзету мүмкіндігімен «С» тіліне жақын тілде мәліметтерді автоматты түрде қалыптастырады, үзіндіні қараңыз:

Object Name: MODEL_1. PART_5

Object Type: Part

Parent Type: Model

Adams ID: 5

Active: NO_OPINION

Global:

Location: 0.0, 0.0, 0.0 (meter, meter, meter)

Orientation: 0.0, 0.0, 0.0 (deg)

Ground Part: False

Material: MODEL_1. steel

Material Density: 7801.0 (7801.0(kg/meter**3)) kg/meter**3

Calculated Mass: 936.12 kg

Бұл примитивтер (қарапайымдар) қозғалысқа әсер ететін олардың параметрлерін пайдалануды ескере отырып, бөлшектердің нақты сипаттамаларының жеңілдетілген дизайнын жасауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ оларды зерттеу үшін өзгерту мүмкіндігін береді. Комбайн қозғалысының біркелкі еместігін [18, с. 10-12; 38, с. 3-158; 39] және жетек жұлдызшасының айналуын ескере отырып, олардың жұмысын имитациялау комбайн осі бойымен тартқышты қолдану арқылы қысқа секцияларға салынған. Тиімді модельдің болуы жұмыс параметрлерін басқаруға және кернеу жүйесін басқарудың автоматтандырылған алгоритмдерін енгізуге мүмкіндік береді. Комбайнның қозғалысы түзу сызықты. Егер берілген бұрышта жобалық бұрылыс үшін n рештак қажет болса, онда бұрылудың шекті бұрышын 2.9-суреттен анықтауға болады. Гидродомкраттармен бұрылуды басқару үшін алынған бұның алынған шамалар камерадағы конвейердің қалып-күйін анықтауға мүмкіндік береді.

$$L_t = n * L_r - \Delta, \quad (3.14)$$

$$H_t = L_r * \sin \alpha_i * \sum_1^n L_r * (\sin \alpha_i)^{i+1}, \quad (3.15)$$

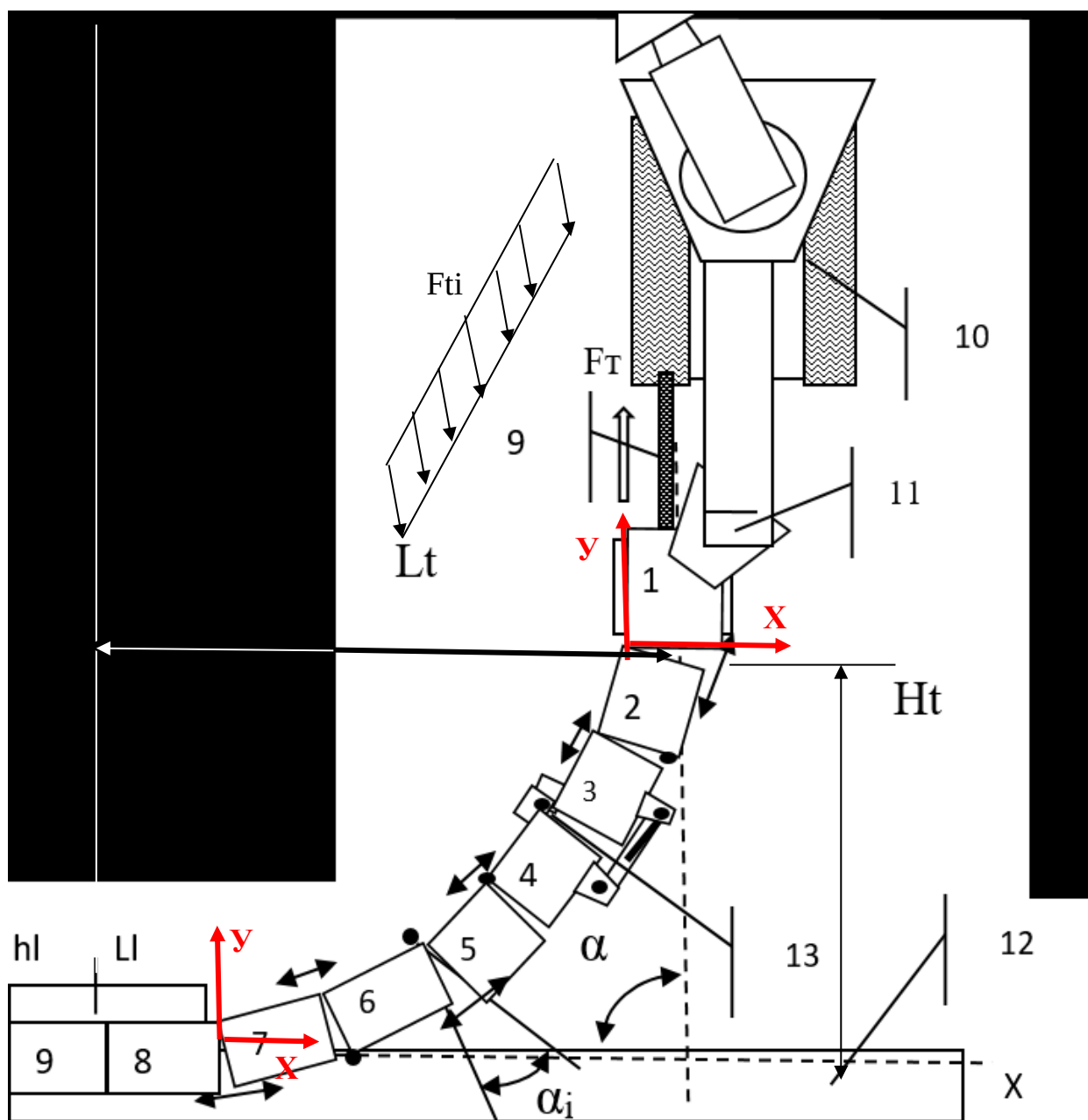
мұнда L_r – рештактың ұзындығы;

α_i – бір табада айналу бұрышы;

Δ – конвейер ұзындығының өндіріс осіне проекциясының толық азаюы.

Adams қосымшасында «Space Fixed» қасиетімен бетке тұрақты перпендикуляр бағытталған күштің әсерінен комбайнның бетке қажетті түзу сызықты қозғалысы режимін орнатуға болады, ал комбайн корпусының қосылымы арқылы рештакты α_i бұрышында еркін айналдыра отырып, конвейерді комбайнның артына тартыңыз. Толық айналу бұрышына $\alpha = 90^\circ$ комбайнның қозғалысын жалғастыру арқылы қол жеткізілді. Бұл жағдайда тұғырты солға - өз осінің бойымен оңға жылжытуға да болады. Рештактардың қозғалысы мен бұрылуын гидродомкрат түрінде жасалған ПБТ штоктарымен басқаруға болады. Рештактарды сонымен қатар бүйірлер бойынша бөлінген

жүктермен және т.б., мысалы, берілген g мәні бар X немесе Y осьтері бойымен ауырлық күшімен жүктеуге болады, осы арқылы мысалы, рештактар қозғалысына қарсылықты жуықтап модельдеуге қол жеткізілді [2, с. 37-48; 11, р. 61-65].

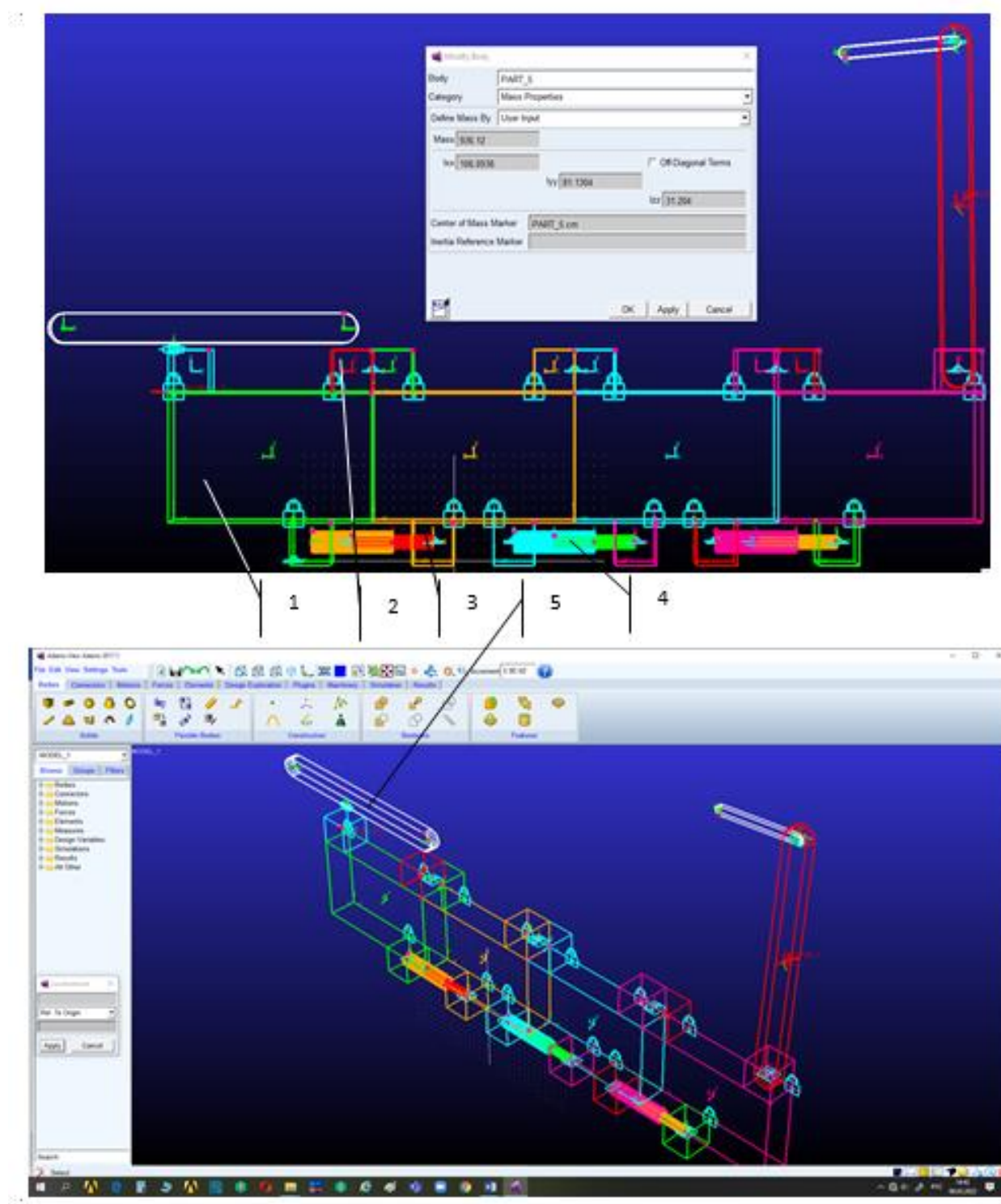


1 - керме рештак; 2-8 - бұрылмалы табалар; 9 – трос; 10 – комбайн; 11 - комбайн тиегіштің бұрылмалы арбасы; 12 - өндірістік конвейер; 13 - бұрылыстық-келу топсалары

Сурет 3.7 – Есептік схема

Бұрылу аймағындағы рештактар радиус бойымен және біртіндеп қозғалады, ал комбайнда және жол бөлігіндегі конвейер бойымен олар түзу сызықты қозғалады. Adams технологиясы қозғалыстарының теңдеулер жүйесін енгізуді қажет етпейді, бірақ оларды геометриялық схемаға, геометриялық, массалық және инерциялық сипаттамалар мен шектеулердің белгіленген

қасиеттері бар ілмектердің түрлеріне сүйене отырып ескереді. Сондықтан теңдеулер пайдаланушылар негізінен бағдарлама шығарған нәтижелерді сапалы бақылау үшін пайдаланылады.



Массалық сипаттамалар мен инерция моменттерін енгізуге арналған User Input терезесі: 1 – рештак; 2 - гидродомкраттар түріндегі бұрылу-түсу; 3 - шарнирлерінің құлақтары; 4 - соңғы рештақтың түсу байланысы (5)

Сурет 3.8 – Бұрылмалы тұғыр моделінің сатылы құрылысы

3.8-суретте бұрымалы конвейердің тұғыр үлгісі көрсетілген, ол да алдымен рештактар саны аздан басталып, 90°-қа бұрылу мүмкіндігіне дейін көбею арқылы жиналуы керек. Сол жағында штректі конвейермен бағыттаушы бойымен рештактың қосылуын имитациялайтын келтіру жұбы бар. ПБТ цилиндрлік топсалардан жасалған, ал бұрылыс бас рештакқа бекітілген штанга арқылы жүзеге асырылады. Ауырлық күші F_{ti} тік және көлденең осі бойындағы үйкеліс күшін модельдеу үшін бағытталуы мүмкін. Тәжірибе жинақталған сайын модельдің күрделене береді, алынған нәтижелер жоғарыда келтірілген өрнек бойынша бұрылыстың теориялық талдауымен және конвейерді тарту кезінде алынған мәліметтермен және зауыттық және стендтік сынақтар процесінде оның орналасуымен салыстырылады. Тарту кезінде рештактардың қозғалысы күрделі екенін қайталалап айта кетеміз: рештак бұрымалы және ілгерілемелі қозғалысқа қатысады, сондықтан конвейерді тарту кезіндегі үйкеліс күші оське бұрышқа бағытталады. Бұл жағдайда әрбір рештак бір жолдан өтеді. Үйкеліс күші бағытталған, себебі ол БТ және ПБТ-да рештактарды бұру мүмкіндігін тудырады, сондықтан тұғыр қозғалыс кезінде қатаң жүйені білдірмейді. Осы тұрғыдан алғанда, Х және У осі бойынша БТ-да тірек реакцияларының таралулары қызығушылық тудырады. Бас секцияның қозғалысын белгілеу үшін орталықтандырылған осьпен шанганы қолдану бас секцияның қозғалысы үшін міндетті шарт болып саналмайды. Және негізгі мәліметтер комбайнның камера бойымен түзу сызықты қозғалысы үшін алынған. Камераға топсалық тартпа арқылы басты рештак байланған.

Гидромкраттары бар нұсқада ПБТ әзірлеу және зерттеу үшін осьтік және эксцентрілік жүктемелер кезінде поршеньді штанганың қозғалысын модельдеу әдісін қарастыратын Adams пакеті қолданылды, оның пайда болуы мүмкін конвейер жағының құлақшаларына штанга немесе цилиндр бекіткіші тозған.

Сорғы станциясының қысымының әрекетін модельдеу «Two bodies» қасиеті бар күш есебінен жасалады, бұл кезде ауданның көбейтіндісіне тең F күш пен қысым екі дененің: цилиндр мен поршень арасында әрекет етеді. Өзекшеге қарама-қарсы бағытталған күш әсер етеді, ол рештактардың бұрылуына жол бермейді және олардың топырақ бетіне үйкелісімен анықталады, соның ішінде қиылған немесе табалар беткейлер бойымен көтерілу кезінде олардың бойымен сырғанау кезіндегі кедергілерге қарсылық білдіреді. 3D жобалау кезінде эксцентриситет жасау үшін штоктың шеткі бетіне нүкте қолданылуы керек, центрден қашықтығы эксцентриситетке тең және оған қажетті F кедергі күші қолданылады.

Өзекшенің қозғалысын анықтайтын теңдеудің қарапайым түрі:

$$F = M \cdot dV_{\pi} / dt + (\pi \cdot D_{\pi}^2 / 4) \cdot Q_{\pi} - \pi \cdot (D-d)^2 \cdot Q_{ш} - \mu \cdot (N_{гб} + N_{егб}) - \mu \cdot (N_{\pi} + N_{еп}) - \sim f(V_{от}) \quad (3.16)$$

мұнда M – шток пен поршеньдің және жұмыс сұйықтығының массасы;

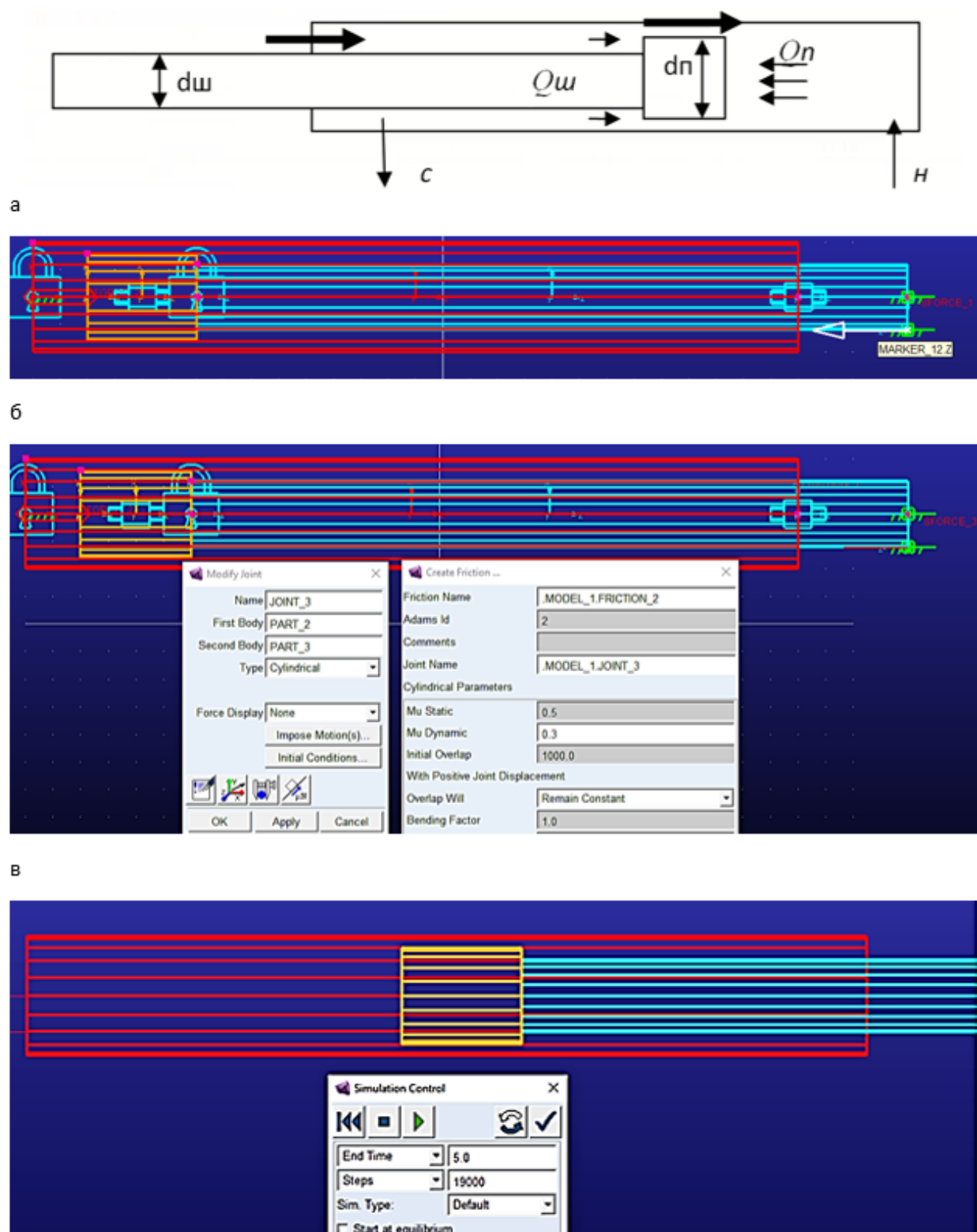
$N_{гб}$ – топырақ-букске қалыпты күш;

$N_{\text{сгб}}$ - штокқа түсетін жүктің эксцентриситетінен астыңғы топырақ-букске қосымша қалыпты күш;

$N_{\text{сш}}$ - штоктағы эксцентриситеттен поршеньге қосымша қалыпты күш;

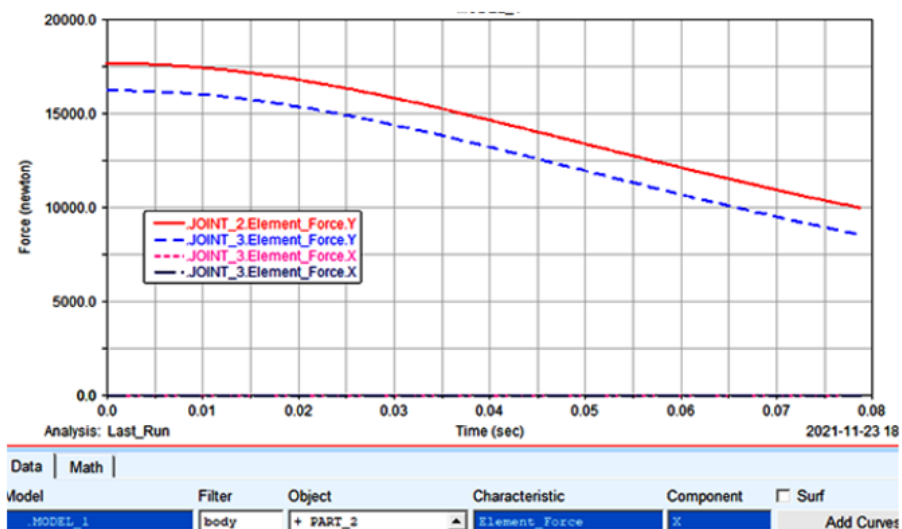
$\sim f(V_{\text{от}})$ – штоктың жылдамдығына тәуелді шток қуысындағы құю ойығына сұйықтықтың құйылуы кезінде кедергінің айнымалы күші.

Теңдеуді біз қарапайым деп атайтын себебіміз, өйткені ол эксперименттік зерттеулердің мәліметтері бойынша дискретті режимде түзетілуі керек және бастапқыда параметрлердің сапалық байланысын көрсетеді. Цилиндрмен қосылу үшін поршеньдік және осьтік қорапта ось айналасында түсу және айналымы қозғалысы бар цилиндрлік топсалар орнатылады және статикалық және динамикалық үйкеліс коэффициенттері енгізіледі, цилиндр негізге бекітіледі. Adams пакетіндегі модельдеу қозғалысты модельдеу кезінде деректерді біртіндеп енгізу арқылы қарабайырды сандық және сапалық тұрғыдан нақтылауға мүмкіндік береді және әсіресе $\sim f(V)_{\text{п}}$, нақты деректермен салыстырғанда поршеньдік және төменгі қораптағы жылдамдық, үдеу және қолдау реакцияларының бақылау параметрлерін бақылап отыратын болса. Зерттеулерден және 4а суретінен көріп отырғанмыздай, эксцентриситет тұрақты әрекет ететін иілу моментінің пайда болуына байланысты қалыпты жүктеме компонентін айтарлықтай арттырады. Цилиндр мен поршень беттерінің жанасуындағы осы күштердің ұлғаюының рөлін нақтылау қажет, сондықтан бұл жұптың жұмысы Mechanical APDL пакетіндегі соңғы элементтер технологиясы негізінде модельденді және мүмкін болу үшін кері байланыс жүйелерінде бұл бағдарламаларды пайдалану үшін, лаваларды басқару жүйелерінде жасалатындай, оларды құру, файлдарды орындау жылдамдығын арттыру үшін, ол процессорда/prep7 қатты денелік модельдеуде жасалды. Осы мақсатта екі модель әзірленіп, зерттелді. Модельдердің мәні мынада: цилиндр мен поршень бір-біріне жабыстырылады және ContactPair және Ansys Fluid қолданбаларының контакт менеджері [34, р. 3-130; 35, с. 51] олардың сырғуы үшін пайдаланылмайды, бұл кодты және бағдарламаның орындалу уақытын айтарлықтай ұзартады, шешім қабылданған кезде нәтижелер өте дәл деректерді талдауды қажет ететін байланыс жұптарын, пластикалық коэффициенттерді және басқаларды тағайындаудың күрделі технологиясымен анықталады.



а – күш диаграммасы; б – Adams-тағы гидродомкрат үлгісі; в – төменгі қорап пен поршеньдегі үйкеліс параметрі; г – қозғалысты имитациялау

Сурет 3.9 – Жүктің эксцентриктігін ескере отырып, гидродомкрат түріндегі бұрылмалы-түсу топсасы



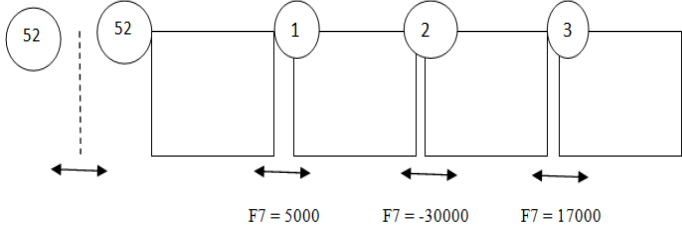
Сурет 3.10 – Эксцентрілік жүктеме кезінде топырақ-букстегі тірек реакциялары

Модель үшін жұқа қабатты, оңай деформацияланатын, тұтас қабықша қолданылады, ол поршеньмен желімдеу салдарынан цилиндрдің қысылуын іс жүзінде болдырмайды, штангаға түсетін жүктеме мен поршень қуысындағы қысымды сәйкестендіруге мүмкіндік береді және оны зерттеу нәтижелері бойынша поршеньнің ұштарында орналасқан қысқартылған снарядтар ұсынылады, олар осы аймақтарда орналасқан манжеттердің жұмысын бағалауға және жұмыс істеуге, сондай-ақ гидравликалық домкраттың тозуының жоғарылау аймақтарын сипаттауға мүмкіндік береді.

3.11-суреттен көріп тұрғанымыздай, комбайнның, бұрылыс конвейерінің қозғаласын қайталау камераға кіру кезіндігі жүйенің нақт қозғалысын дәл көрсетеді. Бұрылудың күш факторларына 1-2, 2-3, 3-4 жұп рештактардың бұрылмалы топсаларында серпілу реакцияларының таралуы жатады. Мұнда бұрылмалы топсалардың нөмірлері 3 кестеде берілген. Комбайнның қозғалысы өндірістік конвейерге параллель қозғалатын соңғы (қозғалмалы) рештактың шекті жағдайға жақындауы, ал алдыңғы рештактар комбайнның тартылуының әсерінен камераға бұрылған сәтке дейін қарастырылады. Нақтысын айтқанда, қысымның төмендеуімен F_t реакциялар азаяды, дегенмен рештактарда, төтенше, әдеттен тыс үлкен бұрылыс болған кезде (оны белгіленген мәндермен әдістемелік тұрғыдан шектеу мүмкін болмаған кезде), олар мәндері жоғарылады, жұлдызшалармен белгіленген орындарды қараңыз. 1-кестеде бұрылмалы топсалардағы максималды реакциялардың таралулары көрсетілген. Бұл жағдайда комбайн белгілі бір секциядан өткенде конвейер және бұрылу аймағындағы әрбір топса орта есеппен Y осінде $1,5$ м-ге дейінгі сызықтық проекциясы және 15° бұрылысы бар жолдан өтеді, яғни 10 градус/м. Adams пакетіндегі 1-3,52, 53 сандары бар топсалардың әрқайсысы үшін реакция күштерінің X және Y осьтеріндегі проекцияларының графиктері келесі шарттарға арналған: X , Y осінің екеуі немесе біреуі бойындағы ауырлық күші; тарту күші, F типті «шток-цилиндрдің» бұрылмалы-үдемелі топсасының

элементтері арасындағы күштер болған кезден және оларсыз. F_t ұзындығы 32 м конвейер үшін 65000 Н-ға жақын, ал максималды мән 265000 Н-ден 4 есе артық деп қабылданды. Максималды мәндер графиктерден таңдалады және олар конвейер алға жылжуының әртүрлі сәттеріне түседі. Комбайнмен байланыстыру аймағындағы шеткі топсада Y осіне реакцияның мәні тарту күшіне жақын.

Кесте 1 – Бұрылмалы топсаларда x , y , x/y бойынша максималды реакциялардың бөлінуі

								
№ j	гравитация	$F_{ГЦ}$	F_t шарнир i	1	2	3	52	53
1	$Y G=9,8$	$F(i)$	$F_t = 2,65 \times 10^{xx5}$	$\frac{2.75e+5}{1.88e+5}$	$\frac{2.88e+5}{2.12e+5}$	$\frac{2.75e+5}{2.5e+5}$	$\frac{1.12e+5}{1.0e+5}$	$\frac{2.0e+5}{1.3e+5}$
2			$= 13 \times 10^{xx4}$					
3			$F_t = 6,5 \times 10^{xx4}$	$\frac{2.0e+5}{1.5e+5^{**}}$	$\frac{2.2e+5}{1.26e+5}$	$\frac{2.2e+5}{1.5e+5}$	$\frac{1.25e+5}{3.4e+5^*}$	$\frac{1.8e+5}{3.2e+5^*}$
4		0	$F_t = 2,65 \times 10^{xx5}$	$\frac{1.45e+5}{1.4e+5}$	$\frac{2.0e+5}{1.6e+5}$	$\frac{2.4e+5}{1.3e+5}$		
5			$F_t = 13 \times 10^{xx4}$					
6			$F_t = 6,5 \times 10^{xx4}$	$\frac{4.5e+5}{4.0e+5}$	$\frac{5.0e+4}{4.2e+4}$	$\frac{6.2e+4}{5.2e+4}$	$\frac{1.1e+4^{***}}{6.0e+3}$	$\frac{2.2e+4^{****}}{1.6e+4}$
7	$Y G=0$	$F_{ГЦ} = d$	$F_t = 2,65 \times 10^{xx5}$	$\frac{2.25e+5}{1.28e+5}$	$\frac{2.35e+5}{1.8e+5}$	$\frac{2.5e+5}{2.25e+5}$		
* – шеткі топсаларындағы қалыптан тыс үлкен бұрылыстармен реакциялардың күрт артуы ** – $2.7e+$ реакция болды *** – $1.3 E+4$ дейінгі мәндер болды **** – $3.3e+4$ дейін								

Бұрылмалы топсаларда нақты үйкеліс күші болмаған жағдайда, комбайн серпілгенде рештактардың тербелісі пайда болады. Олардың жүрісін «шток-цилиндр» жұптарының бұрылмалы-түсу топсаларындағы күштермен шектеуге болады, бірақ оңтайлы режимдерді таңдау қиын, сондықтан нақты дизайнда бұрылу бұрыштары 15° -қа дейін шектелген цилиндрлік өзектер таңдалды. Кестенің әрбір жолы ось бойынша R_{ij} проекцияларының графиктерінің жиынына сәйкес келеді, мұндағы i – топсаның нөмірі, j – тәжірибенің нөмірі, мұндай қатардың мысалы 3.27-суретте. Яғни, топса аймақтарында конвейер жолын кейіннен жүктеу үшін бастапқы деректердің көптеген мәндері (топтары) бар. Сонымен қатар, топтардың әрқайсысы конвейердің НДС және оның беріктігіне сәйкес келеді, бұл жүктеме динамикасын ескере отырып, ең нашар

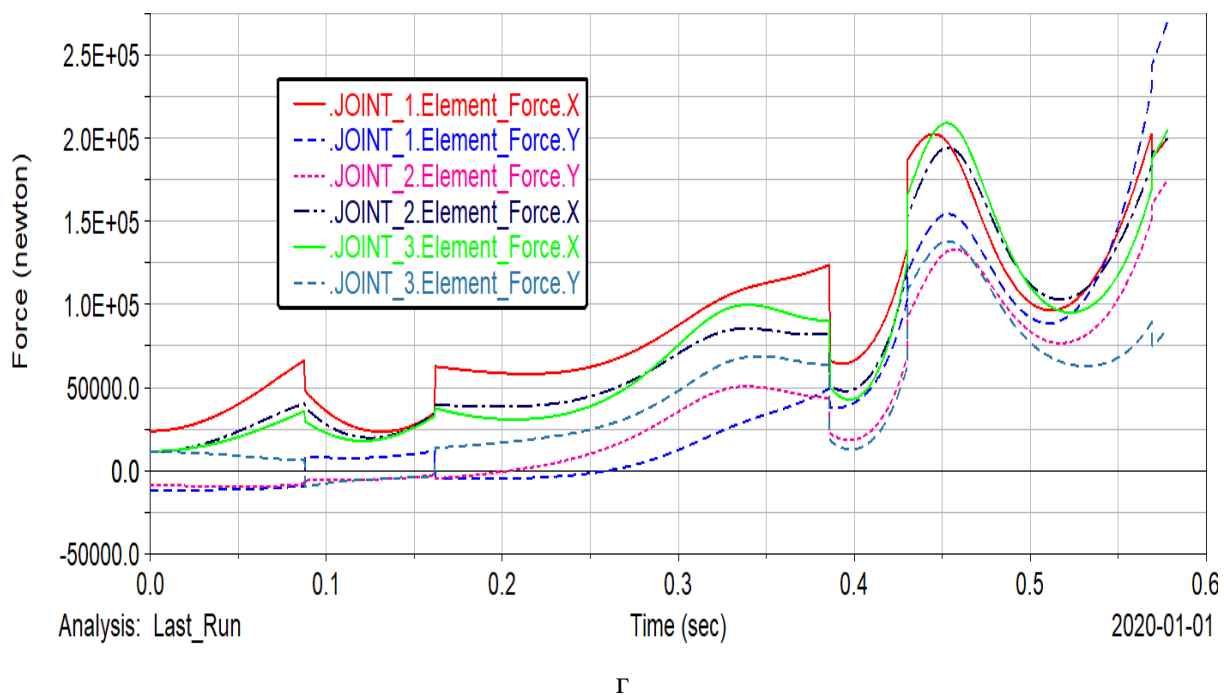
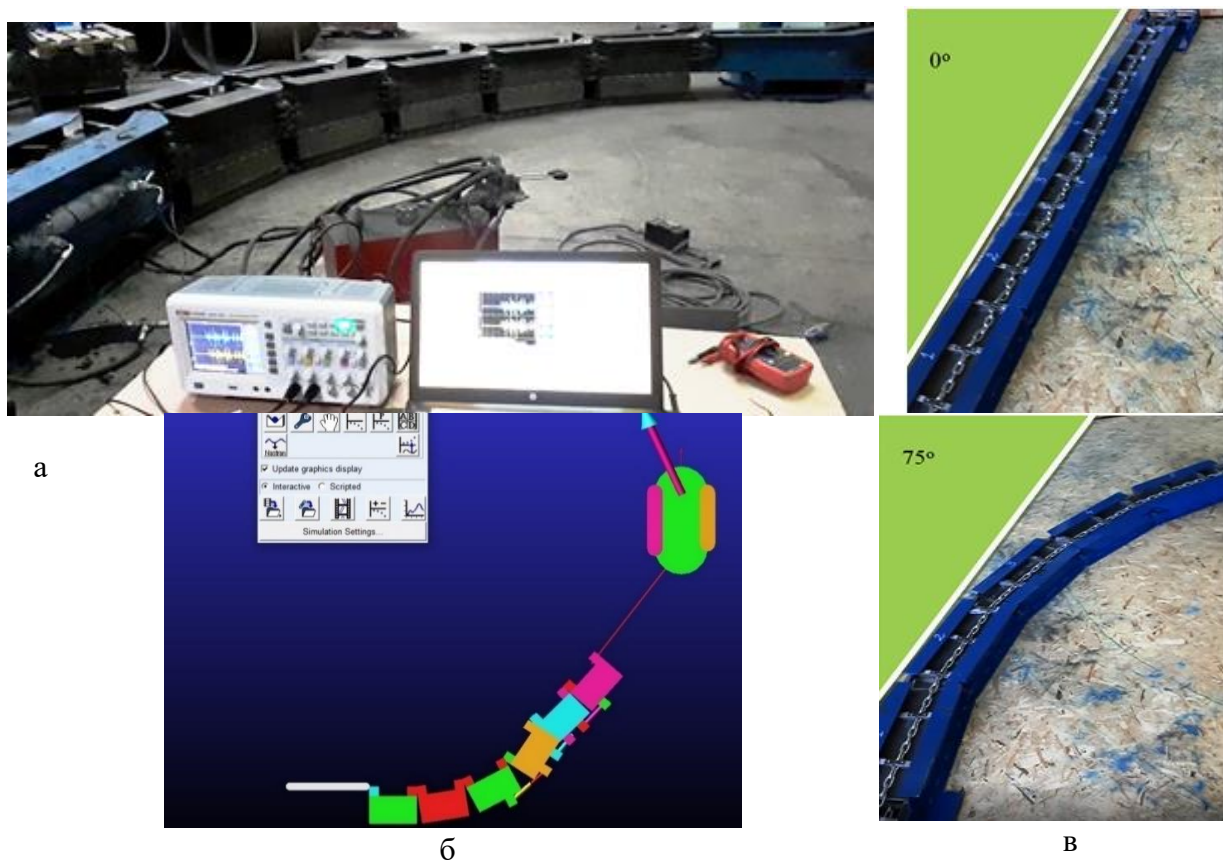
жағдайлар үшін сәулені есептеуге мүмкіндік береді. Үлгіде де, стендте модельдеу кезінде де рештактар комбайннан бастап келесі ретпен айналады: 3, 2, 1, 53, 52.

Бұны үйкеліс күштері айтарлықтай әсер етпеуі үшін ағаш-жаңқалық тақталардың беті бойымен болат рештактарды тарту арқылы мінсіз жағдайда өңдеу жүргізілгенімен түсіндіріледі. Adams пакетінде модельдеу кезінде ауытқуларға байланысты мұндай сурет біршама бұрмаланған.

Adams моделін ендіргенде тендеулер шешімдерінің $F_{Гн}$ күштері рештактар тербелісінің салдарынан қиын болды, өйткені поршень мен арасындағы қозғалыс шарты таңбасын өзгертті. Бұл жағдайда есептеу әдісі Adams-та автоматты түрде өзгертіледі және арнайы жуықтау енгізіледі, ал нәтижелі тәуелділіктер секірістері бар. Бұл деректер ПБТ-да гидравликалық цилиндрлердің орнына ойығы бар цилиндрлік сырғалар қолданылған жағдайды модельдеу мүмкіндігінің арқасында қызығушылық тудырады. Бұл жағдайда, шын мәнінде, топсалардың бірі топырақтағы біркелкілікке тап болған кезде, ол ойықпен қамтамасыз етілген соққы толығымен таусылғанша бұрыла алады. Оның қозғалысы тірекке бұрышта болады және ілмектердегі тартқыш пен жүктеменің жоғарылауына әкелуі мүмкін.

ПБТ-де гидравликалық цилиндрлер болған кезде жүктемелерді реттеуге болады және рұқсат етілгеннен аспауы мүмкін, бірақ ойығы бар цилиндрлік ілмектер қолданылғанның өзінде апаттық жағдай жиі болмайды, өйткені әрбір табаның траекториясы қайталанады. алдыңғы, ал бірінші табада топырақтың біркелкі еместігіне жауап береді, ол оны жеңе отырып, «тазалайды» және сонымен бірге гидравликалық цилиндрмен жабдықталуы мүмкін.

Стендтік зерттеулерде 7 секциядан тұратын 1:3 масштабындағы макет идеалдандырылған жағдайларда шамамен 150Н орташа беру күшінде айналдырылды (металлдың ДСП-тегі үйкелісінің шағын коэффициенті). Нақты жағдайлар үшін қайта есептеу комбайнның тарту күші ұзындығы шамамен 32 м конвейерді тарту үшін жеткілікті екенін көрсетеді, бұл ұзындығы 30 м камераларды біріншіден соңғысына дейін ретпен қазуға жетеді. Adams моделімен салыстырғанда тарту кезінде макеттің басты бөлігінен бұрылу тұғыртың ерекше тербелуінсіз орын алады. Модельдегі сурет берілгенге жақын, дегенмен оның айқындылығы рештактардың тербелісімен бұзылды, себебі олардың топыраққа үйкелісі толық үлгіленбегендіктен және күш факторларының енгізілуіне байланысты.

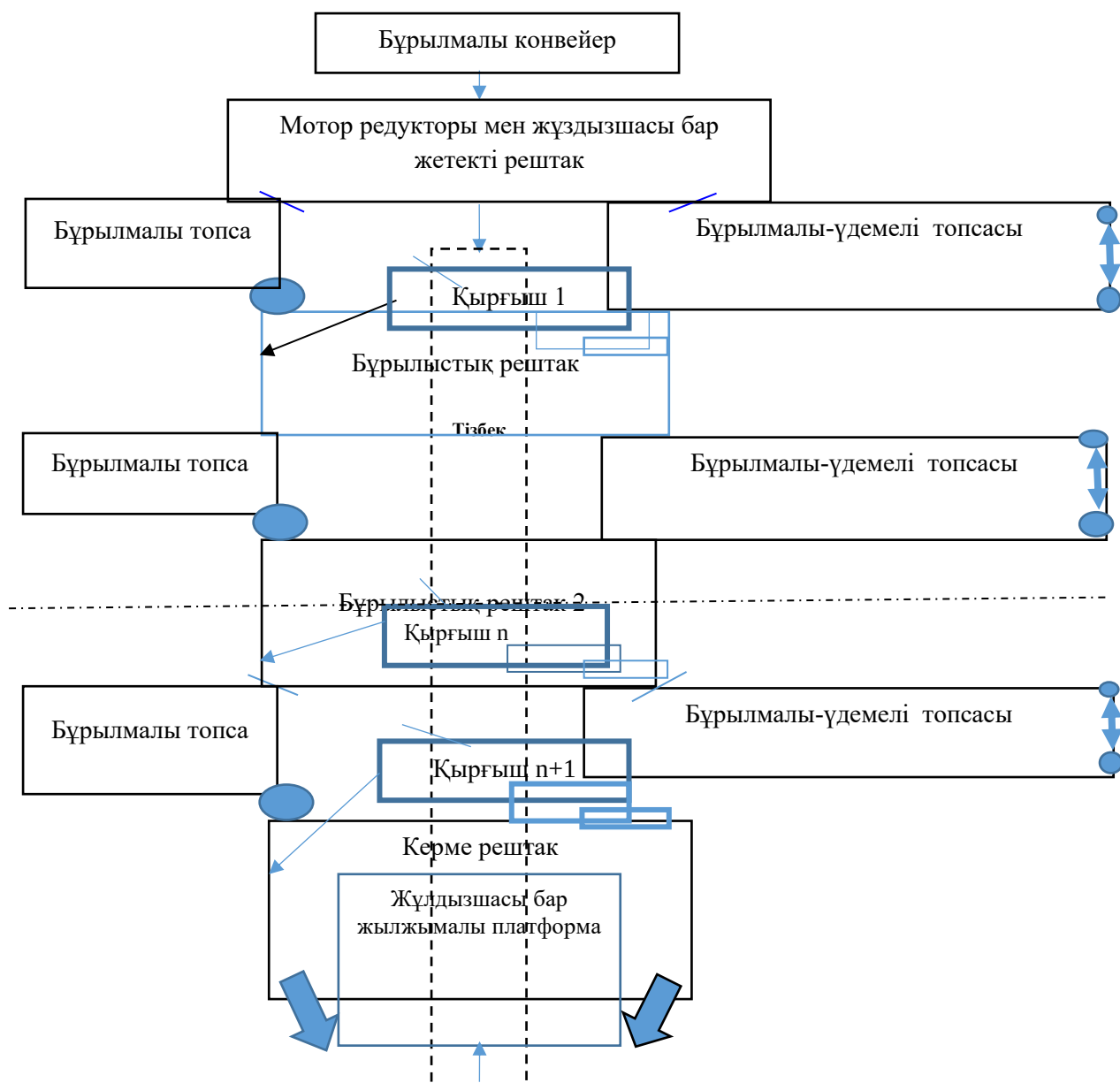


а - Adams үлгісінде; б - 1:3 масштабты модельде; в, г - бұрымалы-үдемелі топсалардың домкраттарында белсенді күштер болған кезде топсалардағы тірек реакцияларының проекциялары

Сурет 3.10 – Цилиндрмен зауыттық сынау кезінде конвейерді бұру және тарту

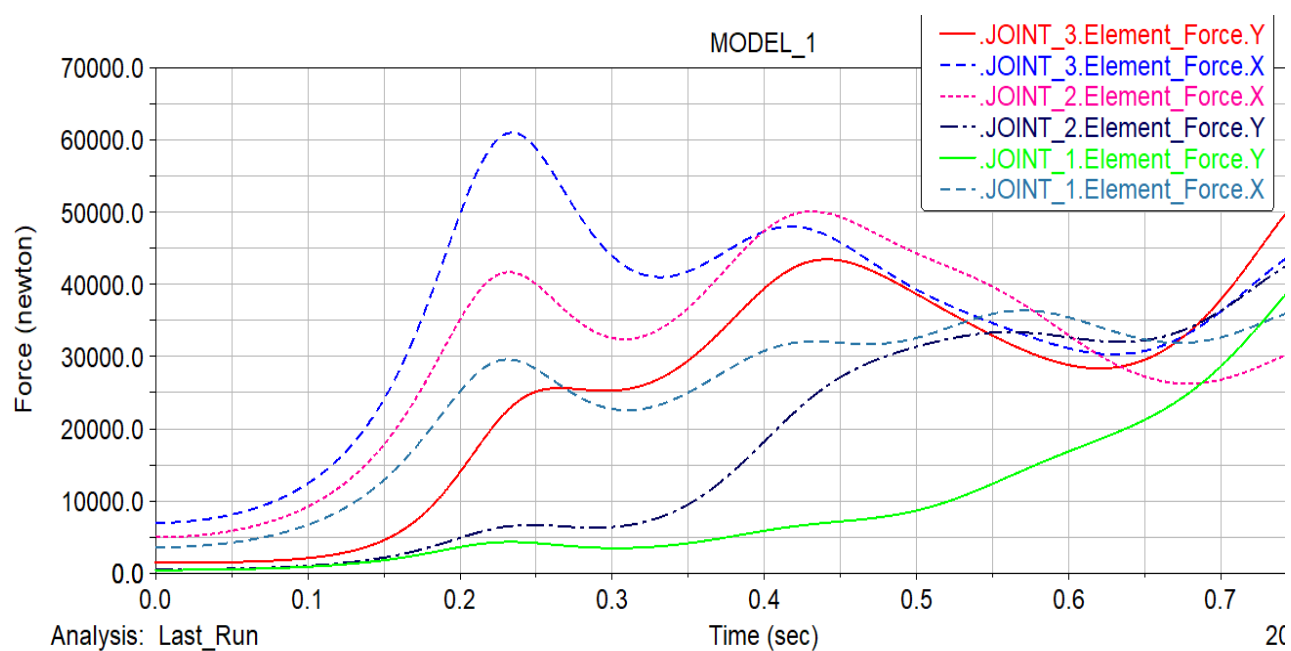
Бұрымалы конвейер құрылымдық жағынан әдеттегіден күрделірек, ал бұрылыс жүйелері БТ (бұрымалы топса) және БКТ (бұрымалы-үдемелі

топсасы) конвейердің бүйірлерінде орналасқанда оның өлшемдері ені 5%-ға ұлғаяды, ал көлденең бағытта жабық түрде бұл мән 50% жетеді. Бұл жағдайда топырақтың гипсометриясына бейімделу кәдімгі конвейер деңгейінде қалады. Жобалаудың маңызды сәті оның экономикалық орындылығы болып табылады, ол сонымен қатар дизайнның қарапайымдылығымен анықталады және бұл цилиндрлік сырға және ойық бар БКТ пайдалану арқылы қол жеткізіледі. Конвейердің жинау да қиындайды. Бұл басты секцияның бұрылыстан өту сәтіндегі жетек және керу жұлдызы жұмысының ерекшеліктерімен түсіндіріледі. Құрастыру процестерін, бөлшектер мен конвейер агрегаттарының өзара әрекетін визуализациялайтын құралдар болса, конструктивті қарапайымдылықты қамтамасыз етуге болады. Мұндай диаграмманы оқу қиындық тудырмауы керек және оған бөлшектерді, сондай-ақ кешенге кіретін машиналар мен жабдықтарды бекітуді жеңілдетуі керек. Осылайша, ол құрастыру бірліктерінің иерархиясының принциптеріне сәйкес болуы керек және сонымен бірге кейбір тораптар мен бөлшектердің басқаларға әсер етуінің есептеулерін қамтамасыз етуі керек. Мұндай жүйелер мәліметтер қорларында жобаланады және оның инфологиялық схемасы көп өлшемді классификация болуы керек, бұл ретте әрбір тәуелсіз түйін үстіңгі қабаттың проекцияларының (өлшемдерінің) бірі ретінде қарастырылады. Қатаң иерархия машинаның дизайнын түсінуді, бөлшектер мен құрастыру процесін ұйымдастыруды жеңілдетеді. Дәл осындай жағдайлар (бөлшектерді бір-біріне, содан кейін түйіндерге байланыстырудың қатаң тізбегі) құрастыру жұмыстарын ескере отырып, машинаның құнын есептеуді ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Жоғарыда айтылғандардан туындайтын процесс сонымен қатар әрбір бөліктің сенімділігін есептеу болады (бөлшектердің сенімділігі негізгі болып қабылданады және оны жасау ерекшеліктеріне қарай конструктор тағайындайды) және олардың қосалқы жинақтарының сенімділігі. Бөлшектер әдетте көбейту теоремасы арқылы құрастырылады, өйткені олардың біреуінің істен шығуы машинаның істен шығуына әкеледі. Деректер схемасының иерархиясына қарағанда, ішкі жинақтардың сенімділігі машинаның сенімділігін анықтайды. Бұл жағдайда сенімділік формулалары негізгі өрнек құрастырушы арқылы енгізіледі және өңдеу бағдарламалары түріндегі жаңарту сұрауларына өңделеді. Жеке сұрауларды орындау VBA макрос бағдарламасы арқылы іске қосылады және толық сенімділікті толық есептеуге әкеледі, аралық қатынастарды құруды жеңілдетеді.

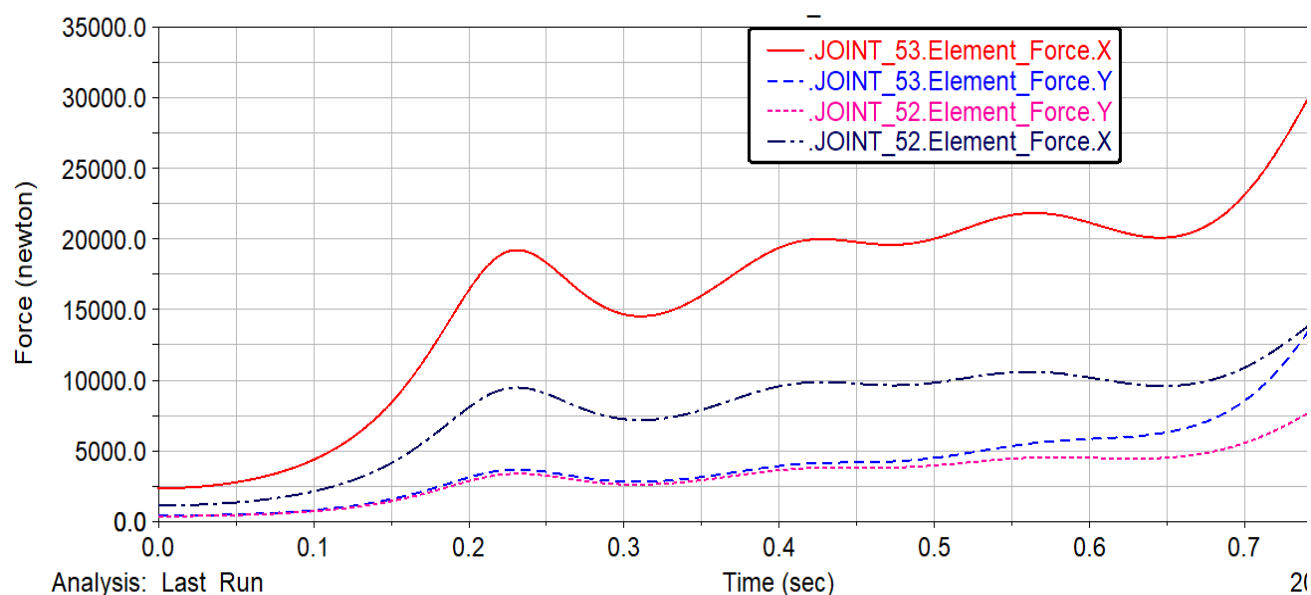


Сурет 3.11 – Бұрымалы конвейер – инфологиялық схема

Модельден машинаның қажетті сенімділігін біле отырып, бастапқы элементтердің – төменгі деңгейлі бөлшектердің сенімділігіне қол жеткізіледі. Яғни, бағдарламаны бөлшектердің бастапқы сенімділігін анықтау үшін де іске қосуға болады, содан кейін оны тиісті өндіріс технологиясын таңдайтын өндірушіге тағайындауға болады. Төменнен жоғарыға бірдей айналма жолмен құрастырудың құнын және оның режимдерін және жалпы алғанда, оның сенімділігінің қабылданған деңгейіне сәйкес машинаның құнын бағалауға болатыны анық.



a



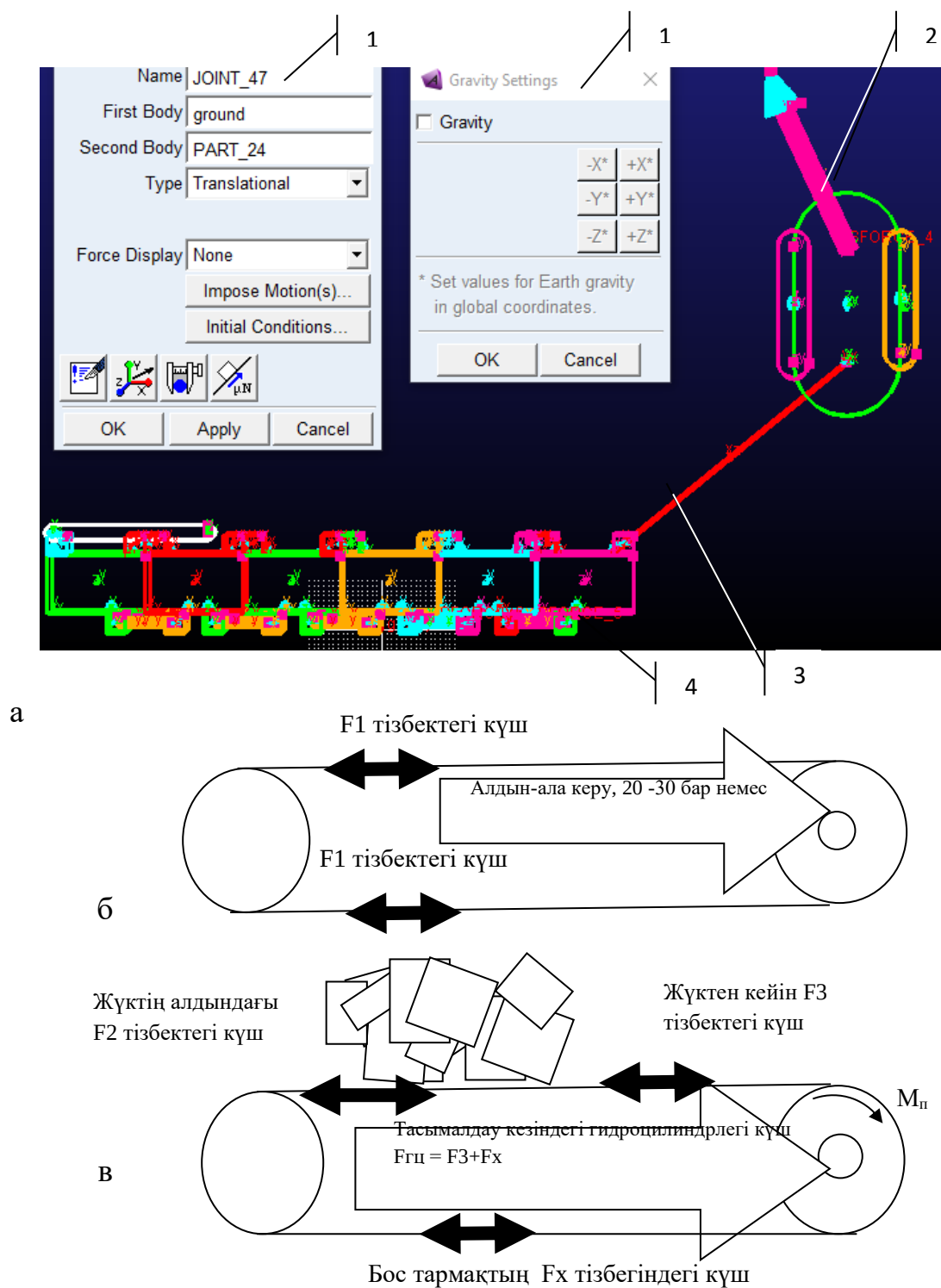
б

а – 1-3 топсалар; б – 52,53 топсалары

Сурет 3.12 – Бұрылмалы топсалардағы реакция күштерінің сериясы (экрандағы фото)

Сондай-ақ, иерархияның бір деңгейінен екіншісіне өту осы деңгейдің динамикалық жұмыс режимдерін тексерумен, оның тұрақтылығы мен құрылымдық жетілдірілуін блоктар мен бөлшектердің шақырылған сызбалары бойынша талдаумен бірге жүруі мүмкін екендігі анық. Сонымен жетек рештакты бағдар арқылы тізбекке жалғанады және оның бағыты одан әсер етудің (тізбектің) шынжырға берілетінін көрсетеді. Сонымен қатар, тізбектен әсер ету бағыты тартылатын платформаның керме жұлдызшасына беріледі, екі жақты көрсеткілер ілмектерге қатысты бұрылу кезінде іргелес табалардың

бүйірлерінің кеңеюін көрсетеді (сол жақтағы шеңберлер), ал қырғыштан табаның бүйіріндегі бағдар роликтердің қысымының бағытын немесе қырғыштардың ұштарын көрсетеді. Құрастыру операциялары мен құжаттама деректер базасында сақталады.



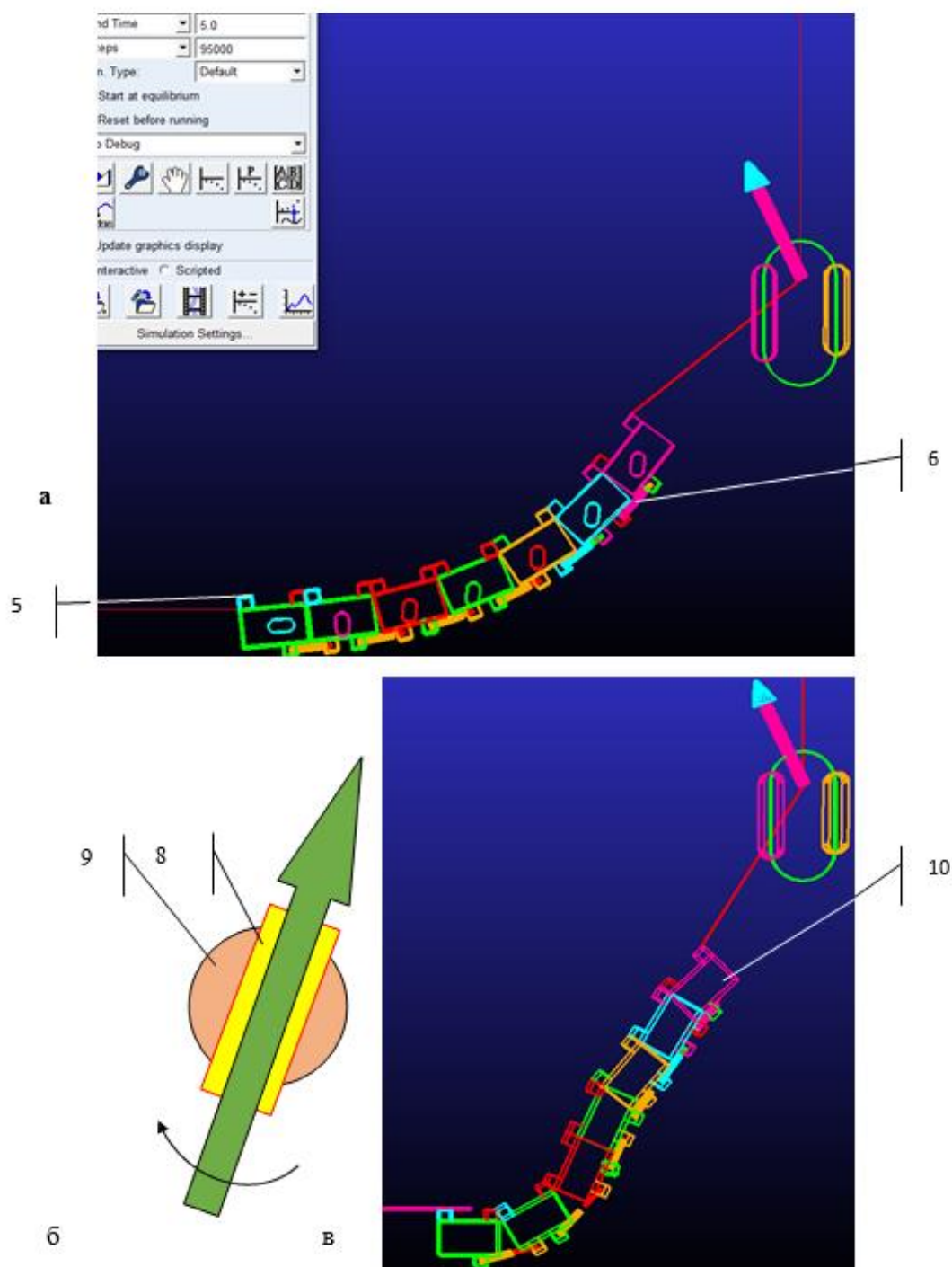
а - 1 - үйкелісті есепке алу мәзірі; 2 – комбайн; 3 – тармақ; 4 – рештак, жүксіз тізбек тармақтарындағы күш; б - жүктің бағыты; в - бос тармақтың Fx тізбесіндегі күш

Сурет 3.13 – Adams моделі

3.13-суреттегі есептеу схемасына оралсақ, біз part№24 саны бар трансляциялық топсаны таңдаймыз, ашылған 1 терезеде μ белгішесі бар үйкелісті басқару құралын көреміз, оны басу мәндерін таңдау үшін мәзірді ашады, динамикалық және статикалық үйкеліс коэффициенттері, сондай-ақ ауырлық күшін басқару мәзірі, бұл үйкеліс күшін ішінара модельдеуге мүмкіндік беретінін еске саламыз, бұл қандай да бір нысанды жазықтық бойымен жылжытатын жазық топсалар үшін енгізу мүмкін емес. Айтып өткеніміздей, үйкеліс күшінің әсерін есепке алу конвейер тақталарының БТ және БКТ үшін оңай орындалады. Еске салайық, біріншісі ортақ осі бар көрші жақтардың құлақшалары, ал екіншісі қарама-қарсы жағында саусақты 0,2 м жылжытуға арналған ойығы бар бірдей құлақшалардың сырғасы түрінде, бұл табалардың 15° -қа дейінгі бұрышта айналуын қамтамасыз етеді немесе гидравликалық домкраттар түрінде (3.14 сурет). Құлақ саусақтарының бірі сырғаның цилиндрлік тесігіне жалғанса, екіншісі ойықта орналасқан. Модельдеу кезеңдерінде көрсетілгендей, 3.14 в суреті, 10-позиция, олар табалардың көлденең жазықтықтағы ауытқуларына айтарлықтай әсер етеді және тербелістердің тежелуіне байланысты тұғыр қозғалысының суретін нақтыға жақындатуға мүмкіндік береді (3.14а, 3.15 суреттер). Бірінші жағдайда нақтыға жақын үйкеліс жазық топсаларды қолданбай-ақ, жерге айналмалы топсаны 9 орнату арқылы табалардың күрделі қозғалысына қол жеткізілді, оның үстіне келу жұбы 8 айнала алады. Содан кейін рештактардың күрделі қозғалысы 8-элемент бойымен қозғала алатын жасыл бағдар (жүргіткі) арқылы қайталанатын. Бұл жағдайда үйкелісті бұрылмалы топса мен келу жұбы арасында, сондай-ақ сырғытпаның келу қозғалысы үшін тағайындауға болады. 3.15-суреттегі жағдай үшін ауырлық күшінің бағытын модельдеу, БТ және БКТ үйкеліс коэффициенттерін таңдау арқылы қол жеткізуге болады. Тұғыртың ортаңғы бөлігіндегі топсалардағы үйкеліс коэффициентінің азаюы тұғыртың түзу бөліктерін және өткір бұрылыстар аймақтарын құруға әкелді (3.15-сурет). Рештактар арасындағы бұрылу бұрышын немесе келу жұптардың барысын басқаруға болатынын ескеріңіз, бірақ бұл Adams пакетіндегі теңдеулерді шешуді баяулатады. Зауыт жағдайында бұған келу жұбының орнына гидродомкратты енгізу арқылы және модельде рештактар көздерінің арасына кеңейту немесе қысқарту күштерін енгізу арқылы қол жеткізуге болады. Штоктардың ұштарында диаметрі кемінде 40 мм сырғанау подшипниктері бар домалағыш роликтерді пайдалану тарту күшін 2-3 есе азайтады, оның қозғалысының тұрақтылығына ықпал етеді, іс жүзінде конструкцияны айтарлықтай қиындатпайды. Бұл ретте ені 8 мм-ге дейінгі саңылауларға рештактар арасындағы бос орындарда рұқсат етіледі (борттың бұрылу орталығына ең жақын жақтан).

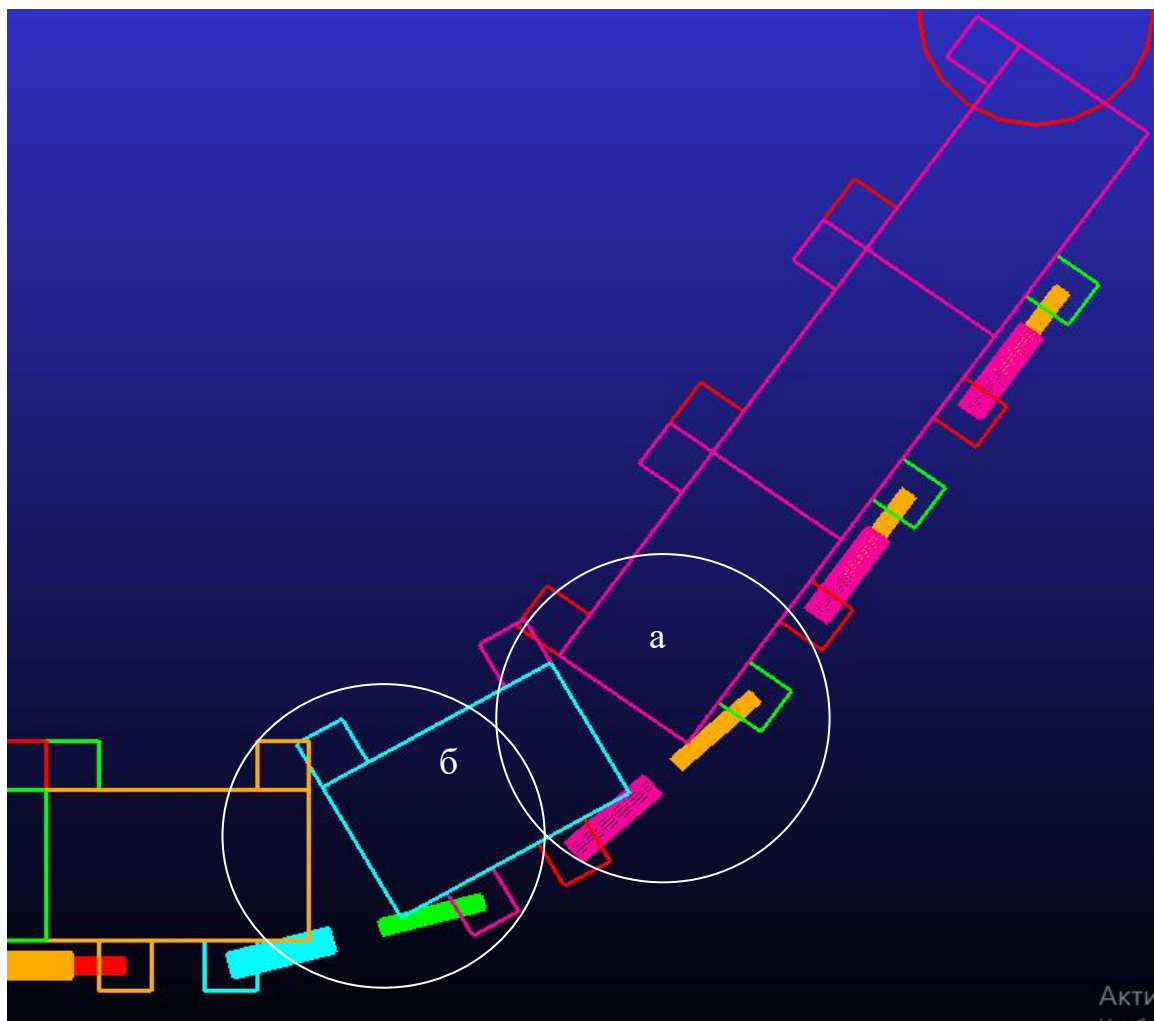
Басқа шешімдер сонымен қатар бағыттағыштағы қырғыш тірек орталыққа жақын орналасатындай етіп рештакты бойлық бағытта екі бөлікке бөлетін орталықтандырылған бағыттағыштарды пайдалануға болатындай жол ашады, бірақ бұл жағдайда қырғышта орталық кескіш - бағыттаушыны өткізуге

арналған портал болуы керек, бұл оның конструкциясын қиындатады [45] және тарту күшін арттырады.



а: 5 - штректі келу конвейерімен байланыс, 6 - бұрымалы және бұрымалы-үдемелі топсалары; б: 8 - үйкелісті есепке алу топырағындағы бұрылыстық топсасындағы келу жұбы 9 - (трансляциялық), в: 10- үйкеліссіз қозғалыс

Сурет 3.14 – Конвейерді камераға енгізуді модельдеуге және рештактардың қалған жалғануларындағы үйкеліс әлсіреген кезде топсаға үйкелу



Сурет 3.15 – Конвейерді камераға енгізуді модельдеуге, б аймақтарындағы үйкеліс коэффициенті айтарлықтай жоғары және рештактардың қалған жалғануларындағы үйкеліс әлсіреген кезде топсаға үйкелумен

Тартқыш органның гидравликалық созу жүйесінде шток пен поршень қуысында қысым датчиктері бар (3.15-сурет). Конвейердің түзу күйінде болғанда штоктар тізбек ұзындығының қорын жасау үшін ұзартылады. Рештактар арасында бұрылу кезінде тізбектің комбайн бағытымен қозғалуын талап ететін бұрыштық және сызықтық саңылау пайда болады. Бұған гидроцилиндрлердің штоктарын босату және тартылатын платформаны рештакқа тарту арқылы қол жеткізіледі. Сонымен 90° -қа бұрылу үшін (рештактар арасында 15°) 6 рештак және штоктың 0,5 м жүріс жеткілікті.

Поршень қуысындағы қысым тасымалдаушы жұлдызшаның тартылатын платформасының көздеріне түсетін күшке сәйкес келеді. Оны өзгерту арқылы сіз уақытында жүктелу, жұмыс істейтін және жұмыс істемейтін тармақтардан жұлдызшалар, алдын ала жүктеменің шамасы, бағыттағыштардағы тартылатын платформаның үйкелісі, іске қосу және пайдалану кезеңдеріндегі мойынтіректер жұмысының және конвейер жұмысының ерекшеліктері туралы деректерді ала аласыз. Сынақтар кезінде конвейердің, оның жұлдызшаларының және гидравликалық жүйенің жұмысының бейнежазбалары, сондай-ақ керме

гидроцилиндрлер датчиктері көрсеткіштерінің осциллографиясы жасалды. Айтып өткеніміздей, жетекті қосудың негізгі параметрлерін бағдарламалау кезінде ағымдағы индикаторларды жазу арқылы әдеттегі тәсілмен және жиілік түрлендіргіші арқылы ESQ-600-4T0220G/0300P арқылы сынақтың әртүрлі кезеңдерінде қосылды. Штоктардың визуалды жұмысы амплитудасы 7 мм-ге дейін жететін жетектің жұмысы кезінде олардың өзара тербелістерін көрсетеді. 3.14б, 3.14в-суретінен жұмыс және бос тұрған тармақтардағы керу екі тармақтағы жіптің ұзындығы бойынша әртүрлі болатыны анық, сондықтан кернеу гидравликалық цилиндрлеріндегі қысым жазбалары олардың кешенді көрсеткіші болып табылады. Бетте жүктеме болмаған жағдайда жұмыс істейтін және бос тұрған тармақтарға түсетін күштер бірдей болатынын түсіндірейік. Жүк болған жағдайда олардың айырмашылығы болады, ал бір ауыр жүкті тасымалдау кезінде олар жүкке дейін және жүктен кейін айырмашылық болады. Зерттеулер бос жүріс кезінде, конвейерді жүктеу имитаторының (F) көмегімен колодкалық тежегіш түріндегі керме рештактарының тартылатын платформасында жасалған, білікке орнатылған шкив арқылы тісті білікке тиеледі. Шкивке түсетін жүктеме 90°-қа бұрылған кезде ұзындығы 33 м-ге дейінгі конвейердегі жүктемені қайталайтын серіппелі динамометрмен өлшенді. Тұғыр жетек рештак артына доңғалақты трактормен, ал машина залында ҚарТУ және ПК типті өту комбайнымен тарту күшін көрсеткіш динамометрмен өлшегенде бұрылады. Созу күші Adams модельдеу кезінде де өлшенді, ал қайта есептегенде 33 м 4 тс жетті. Бір жағындағы рештактар төмен түсетін жақтардың бүйірінен бекітілген бұрылмалы-үдемелі топсалар арқылы олардың өзара айналу бұрышын реттей отырып, осі тік айналатын құлақшалармен қосылады, орнына гидродомкраттарды да пайдалануға болады. Конвейер ұзындығы 30 м дейін болғанда, қуаты 15 кВт болады. Платформаны тартып алған кезде сұйықтықтың ағуы дроссельмен бірге жүреді, бұл тізбектің босаңсуын және оның кептелуіне жол бермейді. Сондықтан басқару жүйесі гидроцилиндрлердің қуыстарындағы датчиктердің әсерінен кернеуді өлшеуді қамтамасыз етуі керек. Қуыстарда қалдық қысым сақталып қалады (2.16а-сурет).

Үлгі бойынша да, стендте де, өндірушіде де сынау кезінде, конвейерді камераға кіргізген кезде, рештактардың комбайннан бұрылуы келесі ретпен басталды: 1, 2, 3... болат рештактар ағаш-жаңқалық тақта мен бетон еденнің біртекті беттері бойымен тартылғандықтан, үйкеліс күштері рештактарға бірдей әсер етті. Модельдер Adams үлгісінде бірдей реттілікпен орналастырылды, өйткені олардың әрқайсысы үшін үйкеліс коэффициенттері бірдей болды (статикалық және динамикалық мәндер үшін 0,4 және 0,3). Үйкеліссіз модельдеу кезінде бұл сурет діріл әсерінен біршама бұрмаланған. Adams моделіне рештактар арасындағы БКТ $F_{ГЦ}$ күшін ендіру жүйедегі ауытқуларға байланысты теңдеулерді шешу қиынға соқты, кейбір параметрлер белгісін өзгертті. Бұл жағдайда есептеу әдісі бағдарламалы түрде жуықтауды енгізу арқылы өзгертіледі және нәтижесінде алынған тәуелділіктер секірістерге ие, сондықтан эксплуатацияның ыңғайлылығы мен есептеудің дәлдігін ескере

отырып, гидродомкраттардың орнына стержендерді пайдалану туралы шешім қабылданды, ал гидродомкраттар ерекше жағдайларда орнатылды. 7 секциядан тұратын 1:3 масштабта орындалған макеттің бұрылуы беру күші шамамен 150 Н кезде жүзеге асырылды.

Нақты жағдайлар үшін қайта есептеу комбайнның тарту күші ұзындығы шамамен 32 м конвейерді тартуға жеткілікті екенін көрсетеді, бұл ұзындығы 30 м камераларды қазу үшін жеткілікті, дегенмен созу жолы минималды болды. Adams үлгісінен айырмашылығы, модель тұғыртағы көрінетін ауытқуларсыз бас бөлігімен тартылған кезде бұрылады және рештактар біріншіден соңғыға дейін реттілікпен анық айналдырылды. Модельдегі сурет осыған жақын, дегенмен рештактардың ауытқуына байланысты, олардың топыраққа үйкелісі толық модельденбеген. Конвейердің сомалық бұрылысы 90° және камераға комбайнның ізімен қозғалысының қайталануы зауыт жағдайларында доңғалақты трактормен орындалды, ал жұмыс параметрлері UNI-TUTD4204C осциллографымен және ноутбукта жазылған, ал энергетикалық параметрлері ESQ-600-4T0220G-0300P жиілік түрлендіргіші, бұрау моментін, тартым тізбегінің қозғалыс жылдамдығын тәжірибе аясында бағдарламалауға мүмкіндік беретін басқару жетегі, 1-ден 0,5 м/с дейін, ал Барракуда типті поляк аналогы 0,75 м/с дейін максималды жылдамдықта және біршама күрделі конструкцияда болды. Жоғары жылдамдықтағы сынақтар, орташа алғанда, энергияны тұтынудың артуына әкелмеді, ал кейбір жағдайларда азырақ та болды, бұл қырғыштардың бетте және конвейер жағында үйкеліс ерекшеліктерімен түсіндіріледі.

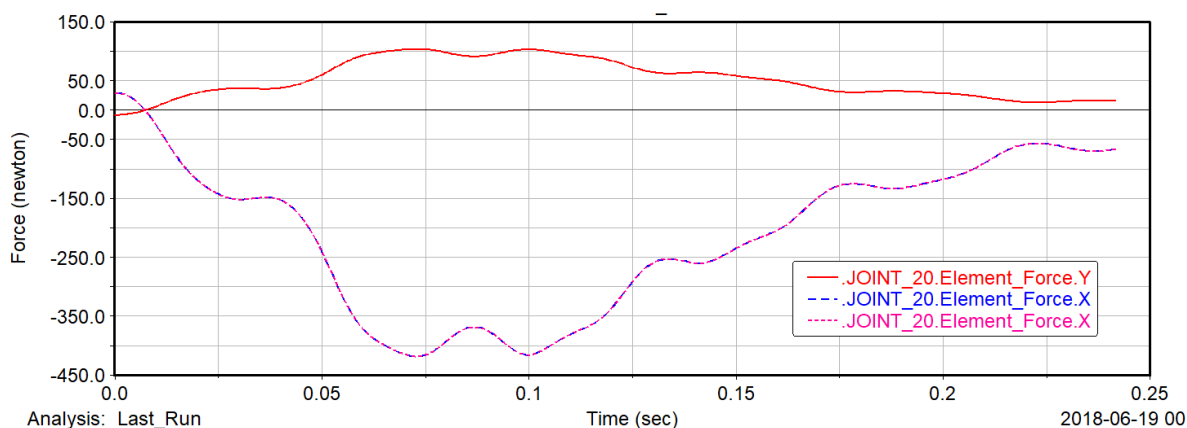
3.5 Бір тізбекті конвейер моделінен екі тізбекті конвейер моделіне көшу

Бір тізбекті конвейердің техникасы 3.3 бөлімінде талқыланды және бұл жерде біз оны қос тізбекті конвейерге одан әрі бейімдеу үшін кейбір нәтижелерді ұсынамыз, ал жаңа элементтер тек қырғыштардың рештактар бүйірмен жанасудағы қозғалысы мәселелеріне қатысты. Оның күрделілігін біз бұрын талқылаған модельдеу техникасын жетілдіру үшін екі тізбектің керудегі айырмашылықты ескеру қажет болды. Бұл жағдайда бұл оңайлатылған әдіспен жасалды, өйткені тізбектерді демпфациялауды қамтамасыз ететін жаңа түйіндердің жұмыс істеу ерекшеліктерін алдын ала тексере отырып, сондай-ақ олардың күшін бекітетін бастапқы модельдеу техникасын құру міндеті алға қойылды. Бұл стендтік сынақтармен расталған бір тізбекті конвейер үшін техниканың бұрын әзірленгеніне негізделген. Негізінде қырғыштардың қозғалысы, егер олар жұмыс істеп тұрса және қырғыштың ұшы Барракуда жүйесіндегідей емес, бұрылыстың ортасына ең жақын тақтаға тірелсе, бір тізбектіден айырмашылығы болмайды, сондықтан алдыңғы модельден сапалық сипаттағы модельдің кейбір параметрлерін қолдануға болады. Қозғалыстың маңызды сәттері - қырғыштардың көрші рештактарға ауысу алдындағы еңісі және параметрлері бұрыннан белгілі үдеумен қозғалыс. Сондықтан бірнеше қырғыштардың қозғалысы үшін модельдің бастапқы қырғышына бекітілген

тарту күштері қолданылды. Ыңғайлы болу үшін біз оларды шынжырдың бас бөлігіне ғана емес, сонымен қатар қырғыштардың ұштарына да орналастыра аламыз, бұл ештеңені түбегейлі өзгертпеді. Соған сәйкес, жүйенің қарама-қарсы жағынан керу күштері бекітілді.

Бір тізбекті конвейерге арналған толықтыру. Қырғыштардың сызықтық қозғалысымен модельдеудің бірінші кезеңінде қырғыш конвейер элементтерін қайталауды модельдеу үшін Adams пакетінің пайдаланылған объектілерінің рұқсат етілгендігі негізделеді. Содан кейін берілген бұрышта орнатылған бірдей элементтерді пайдалана отырып, табалардың айналуын модельдеу мүмкіндігі қарастырылады. Бұл жағдайда модельдің геометриялық және күштік ұқсастығы да сақталуы керек.

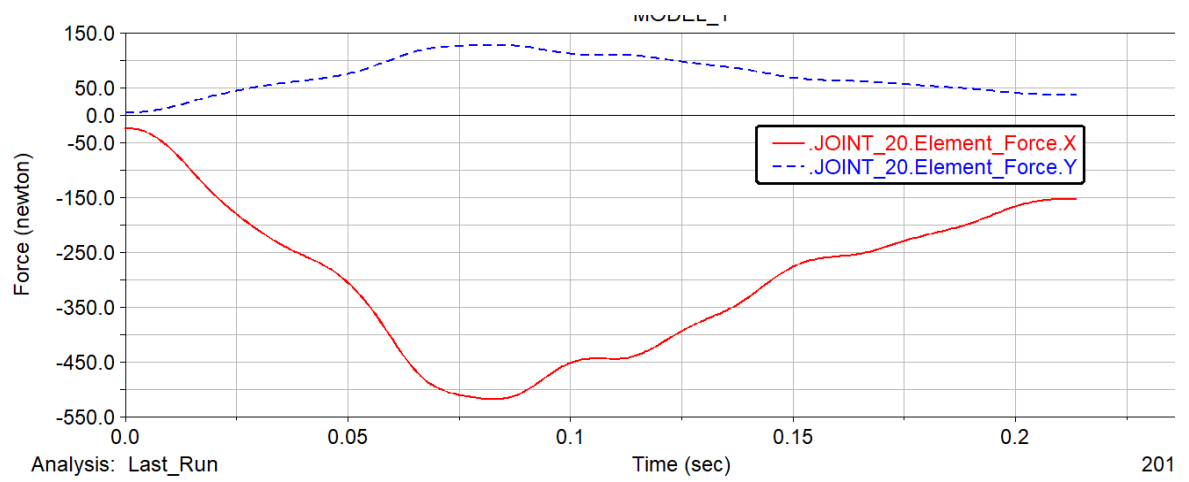
Топсаларда үйкеліс болмаған жағдайда, біз қалпына келтірілген шайқалуға қол жеткіземіз, қырғыштың салмағын модельдеу ұтымды емес екені белгілі болды, өйткені тербеліс кезінде оның сырғытпада да, қырғышты бекіту аймақтарында және тізбекте де үйкеліспен шектелмейтін инерциясы бар. Тарту және керу күштерін реттеу бойынша тәжірибелер де маңызды болды және бұл айырмашылық неғұрлым аз болса, қырғыштар соғұрлым тұрақты қозғалады, ал қырғыштар оның белгілі бір «тепе-теңдік» жағдайына қатысты құбылулар орын алды. Жоғарыда айтылғандай, үйкелісті ескермегенде, тербеліс амплитудасы осы айырмашылықпен анықталды. Сонымен қатар, үйкеліс күшін жою қырғыштардың тербеліс мүмкіндіктерін жақсырақ зерттеуге мүмкіндік берді, 400 кН кернеуде еңіс аз (а), 1000-да ол одан да аз, ал соңғыға (жоғарғы қырғышқа) әсері (б) болады. «а» және «б» қалып-күйлері үшін жүктің салмағымен модельденбеді және қырғыштың салмағы 20, 65 (3.16 және 3.17-суреттер).



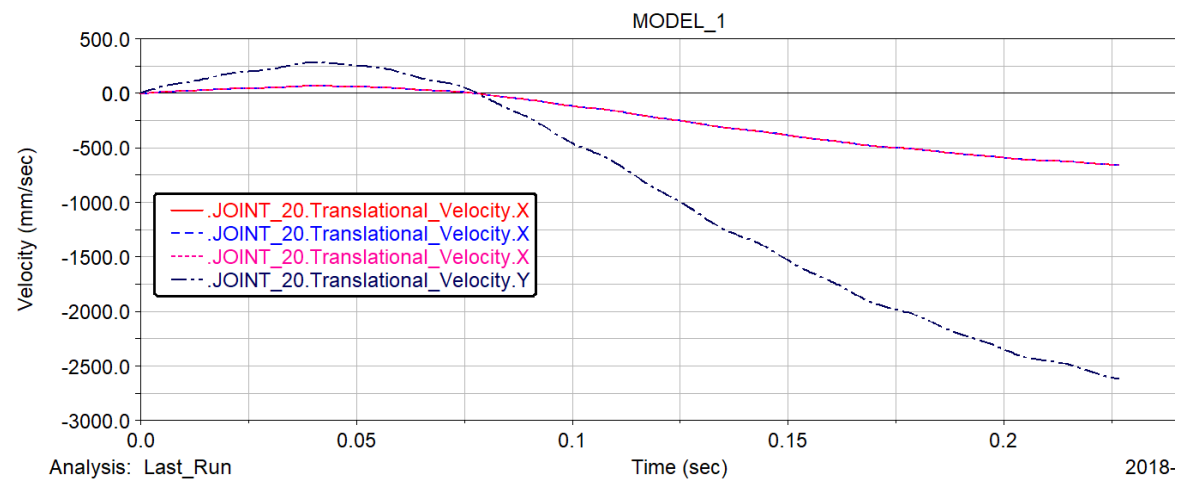
a

a - 1000 және 3566 Н

Сурет 3.16 – Берілген керілу және тарту күштері үшін тәжірибе (тарту күшінің соңғы мәндері), парақ 1



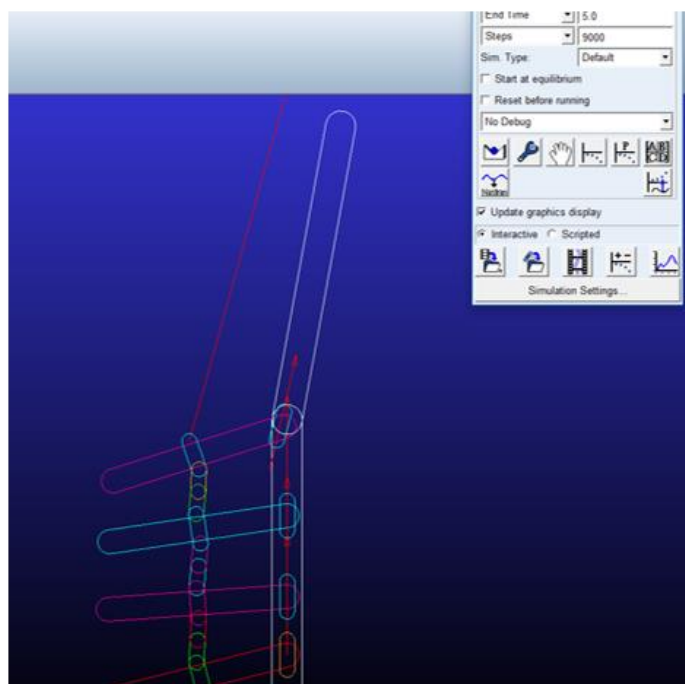
б



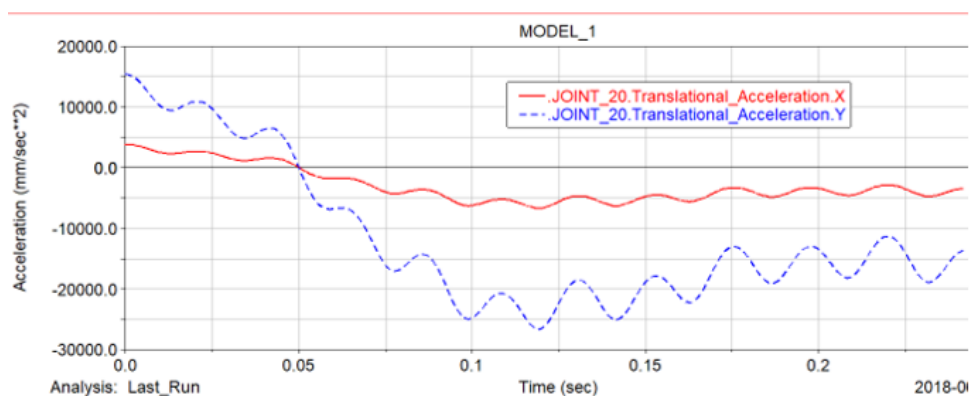
в

б - 400 және 3566 Н үшін; в - 2000 және 4566 Н

Сурет 3.16, парақ 2



а



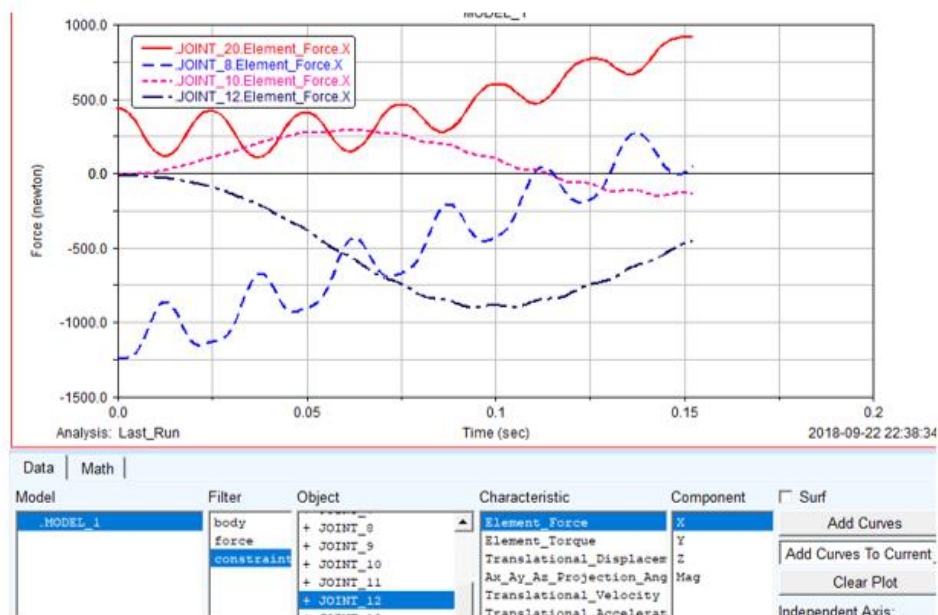
б

а - 2000 және 4566 үшін; б - 1000 және 3566 үшін

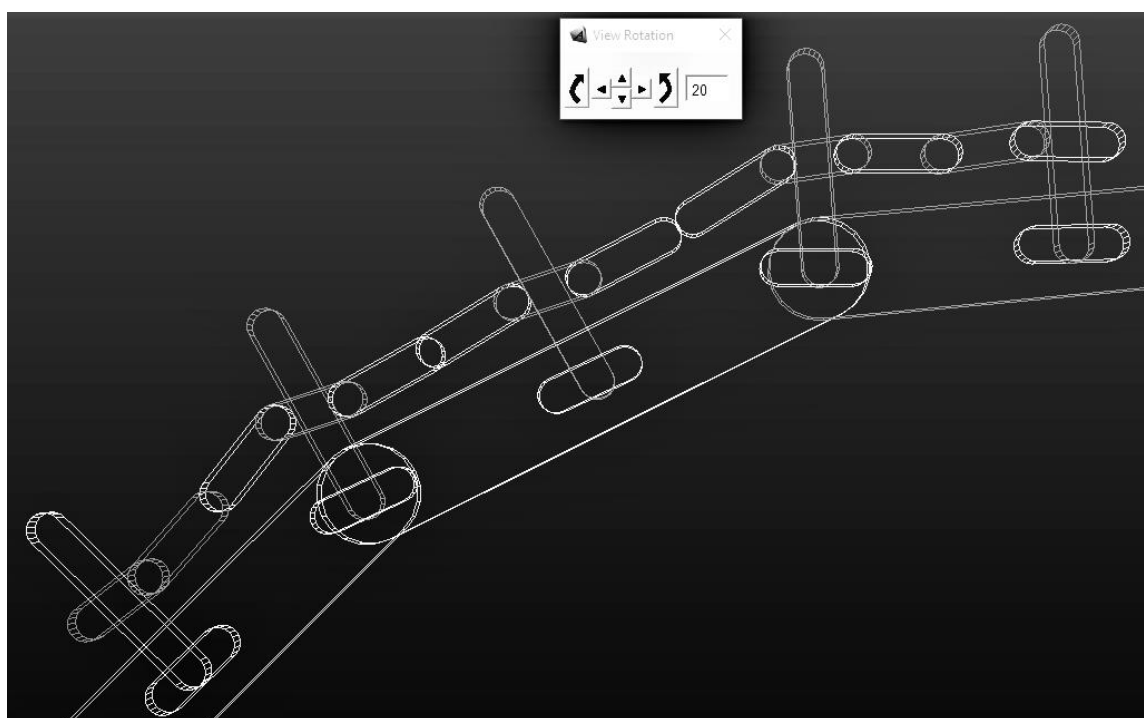
Сурет 3.17 – Берілген керілу және тарту күштері бойынша тәжірибе

Белгілер бойынша қабылданған ережені бұзу фактілері де модельдеу барысында кездесетін қателіктер екенін ескеріңіз. Сонымен, келу жұбын (жүгірткісі бар) пайдаланған кезде бағдар арқылы орнатылған жүгірткі қозғалысының бағытын таңдау маңызды. Мысалы, көлденең бағыт солға немесе оңға болуы мүмкін және бұл жылдамдықтар мен үдеулердің белгілеріне, инерциялық күштерге әсер етуі мүмкін. Мүмкін болатын қателерді есепке алу үйкеліс күштерін жасанды енгізу кезінде де қозғалыстың тұрақты бейнесін көруге мүмкіндік береді (3.18, 3.19-сурет). Өндеу мәзірін пайдалану кезінде үлгідегі қырғыштардың біртіндеп ұлғаюы қырғыштардың бастапқы жылдамдығын басқару үшін элементтерді пайдаланатын модельде берілген.

Осылайша, бір және екі тізбекті бұрылыстық конвейерлердің үлгілерін басқарудың негізгі мүмкіндіктері алынды.



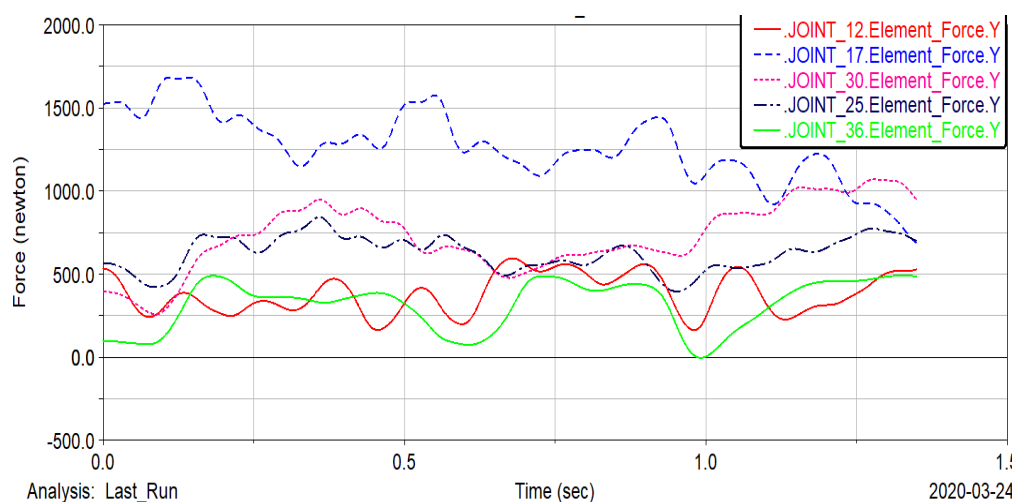
Сурет 3.18 – Түзетілген үлгідегі қырғыштардың қозғалысы кезіндегі тірек реакцияларының мәндері



а

а – қозғалыс моделі

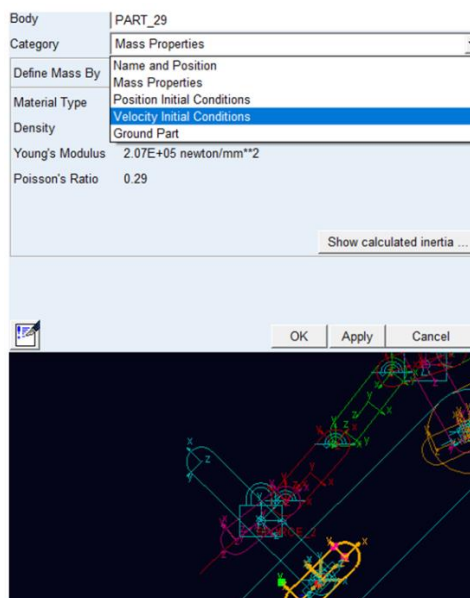
Сурет 3.19 – Adams-тағы қырғыштардың серпілу реакцияларын анықтау, парақ 1



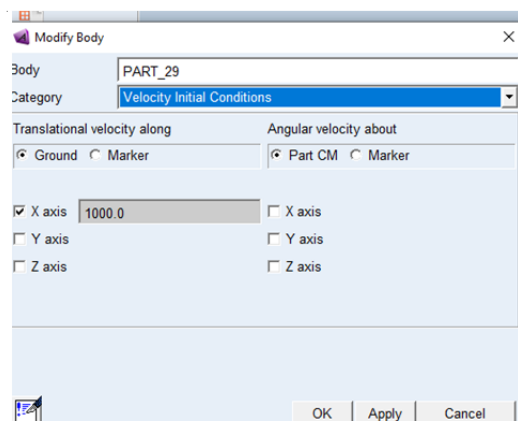
б

б - кері серпілу реакцияларының графиктері

Сурет 3.19, парақ 2



а



б

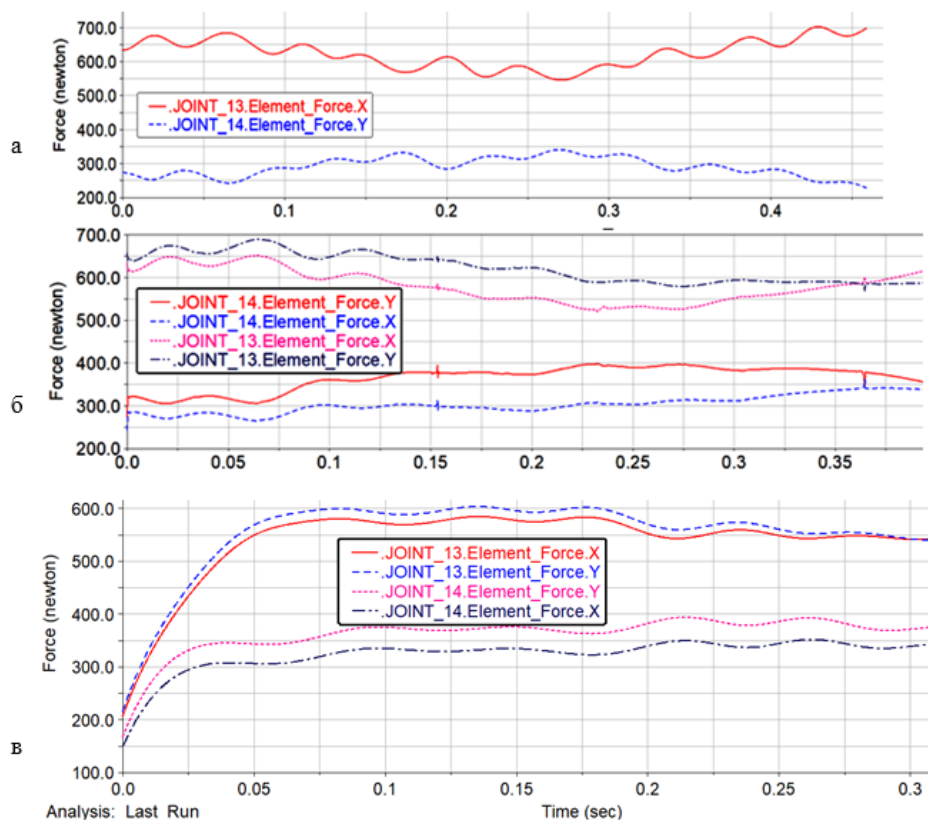
Сурет 3.20 – Қырғыштардың бастапқы жылдамдығын өзгерту

Қазірдің өзінде модельдеу нәтижелерін (алдыңғы бет) ұсындық, соның ішінде және серіппелі тізбек ұзындығы компенсаторларын пайдалану, 3.17в, 3.19 және 3.20-суреттер. Еске сала кетейік, бұрылу кезінде алыс тізбек толық ұзындығына пайдаланылады және созылады, ал жақыны бос қалады. Бұл айтылғанды ең алғашқы модельдер растап отыр, сондықтан алдымен жоғарыда аталған шарттарды орындау арқылы күштерді таңдауға байланысты қозғалысты жасанды теңестіру қолданылды. Нәтижелер мен 3.17-3.20 сандарын талдау нәтижесінде бұған қол жеткізілді. Деформациялар мен жұмыс режимдерінің алынған параметрлері бойынша серіппелерді есептеу стандартты пакетте жүргізілді және мұнда көрсетілмеген. Алынған деректер 3.13б, 3.13в-суреттерінен туындайтын мақсаттарға жауап беретін сенсорды патенттеуге арналған 07.09.2021 жылғы 2021/0425.1 өтінімін қалыптастыруға мүмкіндік берді.

3.20-суретте қырғыш топсалардағы үйкелістің бүйір бойымен қозғалу әсері көрсетілген. Графиктер минералды алыс қашықтықтарға тасымалдау үшін әзірленіп жатқан қос тізбекті конвейерге арналған. Крепер ұшының иілу реакциясының мәндеріне сәйкес құрылған графиктің ось бойынша проекцияларындағы жіптің бүйір жағына итерілуі статикалық үйкеліс коэффициенті 0,3 және динамикалық коэффициенті 0,2 енгізілгенде анық төмендейді. Рештактарды бұру кезінде тізбектердің ұзаруының біркелкі болмауының орнын серпімді заттардың, яғни тізбекке артты қадаммен қойылатын серіппелерді пайдалану арқылы толтырамыз. Бұл тартқыш органның қозғалыс динамикасын азайту үшін жүктемені әлсірету мүмкіндігін тудырды, мақсат орындалды. Тізбектегі керу шамасын өлшеу мәселесі де қарастырылды.

Серіппе виткалары арасындағы қашықтықты өлшеу арқылы арнайы датчикті не үшін қолдануға болады деген сұрақтың жауабы екі тізбекті конвейерді модельдеу кезінде анықталды.

3.6-бөлімде біз екінші түрге арналған әдістемені құру үшін бір тізбекті құбырдан екі тізбекті зерттеуге көшуді қарастырдық. Бұл оның жобалық шешімдерінің күрделілігіне және ең алдымен бұрылыс аймағынан туындаған тізбектердің тең емес кернеуіне және бұрылыстың ортасына жақын тізбектің әлсіреуіне байланысты болды. БТ және БКТ аймақтарындағы тартқыш орнанның қозғалысының негізгі принциптерін жақсылап меңгеру олардың екі түр үшін де бірдей екенін, сондай-ақ осы аймақтардың болуын осциллограммалар бойынша бағалауға мүмкіндік беретін сәйкестендіру әдістерін көрсетеді. Сондықтан әртүрлі керу параметрлеріндегі тірек реакцияларының, жылдамдықтардың және үдеулердің таралу ерекшеліктерін және әртүрлі бастапқы жылдамдықтарда модельді іске қосу мүмкіндігін зерттеуге жол ашатын маңызды сәт болып табылады (3.21-сурет).



а - алдын ала кергенде; б - қырғыштардың топсаларында үйкеліссіз жұмыс кезінде; в - буындардағы серіппелер есебінен демпфирлеумен үйкеліс болған кезде, үйкеліссіз

Сурет 3.21 – Тарту тізбегіндегі күштердің таралуы және топсалардағы үйкеліс күштерінің ықпалы

Қос тізбекті конвейер моделінің негізгі параметрлерін белгілеу және жүк және бос тармақтардың жұлдызшаларының ауысуынан тартқыш корпустың қозғалысының әртүрлі учаскелеріндегі созылу күштерін бір мезгілде бекіту арқылы конвейердің, оның ішінде бұрылыс аймақтарының шынжырлардағы жүктемені теңестірудің алғашқы принциптерін әзірлеу.

Әдеттегідей, зерттеу түбегейлі констукцияны ұсынбайды, бірақ қазіргі Adams пакетінің күрделі процестерді қайталау қабілеті шынымен де өндірістік тәжірибелер мерзімін қысқартып, онда туындайтын мәселелердің нақты бейнесін қайта жасайтынын көрсетілді. Біз сондай-ақ тізбектің кез келген аймағында кернеуді өлшеуге арналған сенсорларды құрудың үлкен ролін атап өтеміз және олар зерттеу құралы болып қана қоймай, сонымен қатар робототехника мен ЖИ әдістерін қолдана отырып, жүйе өнімділігін бақылау үшін жетек құрылымында тұрақты орнын табуы керек. Заманауи машина жасау саласында мүмкін емес жаңа жүйелерді жасау мүмкін.

Үшінші бөлім бойынша қорытынды

Бұрылмалы конвейерді стендтік және зауыттық сынау әдістемесі қарастырылды. Олар тиегішке салынған ПКЗМ типті үңгілеу комбайнының айналмалы конвейерінің стендінде, 1:3 масштабты макетте, кіріктірілген жүктеме құрылғысының есебінен табиғи және жалған жүктеме кезінде гидравликалық және асинхронды жетегі бар толық өлшемді стенд - конвейерде жүзеге асырылады.

Рештактар конвейерді доңғалақты трактормен камераға тартуды имитациялай отырып, 90° дейінгі жалпы бұрылу бұрышын алғанға дейін кезең-кезеңімен қосылады. Жетек параметрлері қысымды бағыттаушы манометрлер, IDP типті индикаторлар, UNI-T UTDМ 14204С төрт арналы цифрлық осциллограф (UTD4204С), кернеу гидродомкраттарының поршеньді және өзек қуыстарына салынған мембраналық типті датчиктер, сондай-ақ ESQ-600-4T0220G-0300P типті жиілік түрлендіргіші арқылы жазылды. Синхронды бұл процестердің бейнежазбасы жасалды. Сағат түріндегі индикатор негізінде 0,001 мм дәлдікке дейінгі арнайы тозу сенсоры қолданылды. Нәтижесінде имитациялық модельдеудің негізгі нәтижелері расталды, осылайша камераға бұрылған кезде конвейердің қозғалыс траекториясы, сондай-ақ рештактардың бұрылу тәртібі толығымен сәйкес келді, ал ұзындығы 30 м конвейердің тарту күші 40 кН болды. Бұрыштағы саңылауларға көмірдің төгілуін болдырмау үшін құрылымдық құрылғылардың сенімділігі расталды. Траншеяның жұмыс тармағының биіктігін 1,5 есе ұлғайту және қырғыштардың ұштарын диаметрі кемінде 40 мм роликтермен жабдықтау есебінен қырғыштардың көлденең тербелістерінің қозғалысының тұрақтылығына әсерін жоя отырып, конвейер науасын неғұрлым толық толтыру ұсынылды. Бұл ретте есептік өнімділік тәулігіне 3000-4000 тонна көмірге дейінгі жүктемесі бар кенжардың жұмысын қамтамасыз етеді.

4 КӨПӨЛШЕМДІ ЖІКТЕУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫНДА ОНЫҢ СЫЗЫҒЫН 3D-ДЕ БҰРУ ЖҮЙЕЛЕРІ БАР КОНВЕЙЕРДІ ҚҰРАСТЫРУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ НЕГІЗГІ АГРЕГАТТАРДЫ ЕСЕПТЕУ, МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

4.1 Бұрылмалы топсаның құлақшалары, рештактардың бүйірлері арасындағы технологиялық алшақтық, толық емес өзара алмастыру әдісі

Конвейер конструкциясының күрделілігі оған бұрылысты 90° -қа бұру мүмкіндігін берумен байланысты агрегаттарды әзірлеуде жаңа міндеттер қояды, агрегаттардағы бөлшектер саны артады, ал конвейер қырғыштарының ұштары, сонымен қатар олардың жақтары қисық бөліктегі қысымды қабылдай отырып, бұрынғыдан басқа режимде жұмыс істейді. Оның үстіне, бұл тұрақты орналасқан аймақ емес, әр жолы жаңадан қалыптасатын аймақ, өйткені камераның аузынан өтетін барлық түйіндер мен бөліктер және бүкіл құрылымнан тұрады. Жоғарыда айтылғандай, БТ және БКТ жүйелері мезгіл-мезгілімен саңылауларды қалыптастырады, олар арқылы қырғыштар қозғалады, бұл кернеу концентрациялары мен соққыларды тудырады. Саңылаулар тақталармен жабылатын жүйелер бар, бірақ алдыңғы талдау көрсеткендей, олар дизайнды одан да қиындатады, оның жұмысының динамизмін жоймайды, және бұл, өз кезегінде, ең жақын аралықтың өлшеміне байланысты болады, бұрылыстың ортасына және оның минималды өлшемін қамтамасыз ету кезінде 8 мм. Екінші алыс саңылау пластинамен жабылған, бірақ оның конструкциясы қырғышпен жанаспайтын болғандықтан жеңілдетілген. Бұл қондырғыларды құрастыру процесі, ең минималды саңылауларды қамтамасыз етуге және сәйкесінше осы бөлшектер мен тораптар үшін қажетті өңдеу режимдерін қамтамасыз етуге дейін қысқарады. Ол мәліметтер базасында сақталуы керек, сонымен қатар параметрлерді есептеу, күйді болжау және бақылау мәселелерін шешеді, сонымен бірге конвейердің сенімділігі мен құны есептеледі. Сондықтан, осы қашықтықты азайту үшін мұндай құлақшаны модельдеу қажеттілігі туралы сұрақ қойылды және оның саңылауы асимметриялы орналасқандықтан, құлақша бортқа бекітілгеннен кейін тесік пен борт арасындағы жұқа мойынның беріктігі туралы сұрақ туындайды.

Жалғаушы элементтер жұмыс жағдайларына сәйкес келуі керек, әсіресе қажетті беріктікті қамтамасыз етуі маңызды. Конвейер күрделі асыра жүктелуге ұшырайды, сондықтан оның жұмысы кезінде ол тарту күшінің әсерінен сызықты қозғалады, ал бұрылыс аймағындағы рештактар 15° градусқа дейінгі бұрышпен бұрылады. Мұндай жағдайларда саусақтар мен құлақшаларды кесу және мыжылуға дайын болуы керек. Бұл ретте қырғыштың жылдамдығы 1 м/с дейін бұл элементтерге статикалық жүктемелерді қарастыруға болады, бұл қауіпсіздік коэффициентіне қойылатын талаптарды төмендетеді. Біз бұрын есептеген 8 мм саңылау үшін қажетті қауіпсіз конструктивтік параметрлерді алу қиын міндет болып табылады. Сондықтан рештактар арасындағы бастапқы алшақтықтың нөлдік мәндерін қамтамасыз ету керек. Олардың геометриялық

өлшемдері орта есеппен 300x700x1000 мм, бұл үлкен бөлшектерді дәл орналастыратын және өңдейтін машиналар қажет болғанда, өңдеудің күрделілігінің себебі болып табылады (4.1-сурет). Осылайша, құрастырудың екі түрі туралы сұрақ қойылды.

Біріншісін біз конвейердің сериялық өндіріс жағдайларына ұсындық. Ол әзірлеуді қамтиды өлшемді тізбектерді қалыптастыруға қойылатын талап және бүйірлердің арасындағы ең аз алшақтықты қамтамасыз ету үшін бөлшектерді өңдеу режимдерін тағайындау. Олар көбінесе қарастырылған құрастыру түрлеріне ортақ және айналмалы конвейер торын қалыптастыру кезінде парақтар мен борттарды орнату үшін шаблондарды қолдануды қамтиды (4.14, 4.15, 4.16, 4.17. 4.18-суреттер). Бұл ретте тік парақтардың жоғарғы бөліктерін орнатудың рұқсат етілген ауытқулары 3 торлы көлденең қимада 1 мм-ден аспайды, жапырақ ұштары үшін бойлық қимада 1 мм-ден аспайды (4.1-сурет). Рештактың бойлық және көлденең бағытында бұрыштық ауытқуы 0,2 градустан аспайтын шаблондар бойынша бүйірлік парақтарды орнату (4.16-сурет).

Бірінші типтегі құрастыруда өндірілген бөлшектер тек жалпы талаптарды сақтай отырып, жалпы массадан еркін таңдау негізінде торға жиналады. Сондықтан, борттар арасындағы алшақтықтың түпкілікті мөлшерін қалыптастыру кездейсоқ болып табылады және оның параметрлері толық емес өзара алмасу әдіснамасына сәйкес келеді, оның есептеулері әдіснамаларда қарастырылған қалыпты заң бойынша оның мәнін бөлуге сәйкес келеді. Математикалық күту және дисперсия сияқты параметрлерді ықтималдық теориясын ескеретін дәстүрлі формулалар арқылы есептеуге болады және тікелей саңылау өлшемдерінің үлгілерінде эксперименталды түрде орнатылады.

Конвейердің торларын құрастыруды қарастыру кезінде үш секциялы торлардан және оған 1-2 және 2-3 типті қатты жалғанған көздерден тұратын құрастыру элементтерінің конструктивтік күрделілігі ескеріледі, олар бір-біріне енгізіле отырып, саусақтармен тік осьпен жалғанады. Бұл жағдайда бізде $\Delta\pi$ типті көздердің бүйір беттері мен ось пен $\Delta\sigma$ көздерінің арасында бос орындар бар. Көздер мен саусақ осьтерін жасау мүмкіндіктерін ескере отырып, бұл саңылаулар аспаптық әдістерді (штангалық циркуль, сағат индикаторы) қолдана отырып өлшеу арқылы оңай анықталады. Алынған мәліметтер гистограммалар салынған диапозондарға бөлінеді, атап айтқанда координаттар жүйесінде өлшеу диапозоны - ω салыстырмалы жиілігі. Талдау көрсеткендей, таралу «қоңырау» - Гаусс қисығымен сипатталады. Бұл саңылаудың шамасы бірнеше параметрлердің функциясы болып табылатындығына негізделеді, олардың арасында торлардың бүйір парақтарының өлшемдері үшін ауытқулар, оларға көздер орнату, тесіктердің беттерінде көздерді өңдеу және бүйірлік парақтарға қондыру және т.б. бұл қарастырылып отырған процестің қалыпты таралу заңына сәйкес келуінің маңызды сәті.

Аралық кесте және арасындағы алшақтық диапозондарының жиілік гистограммасы 15 градусқа бұрылған кезде торларды ескере отырып құрастыру кезінде толық емес алмастыру әдістері

Саңылауды өлшеу диапазоны, мм	Диапазон нөмірлері
4,7	1
4,8 - 5,9	2
6-7,1	3
7,2-8,3	4
8,4-9,5	5
9,6-10,7	6
10,8-11,9	7
12	8

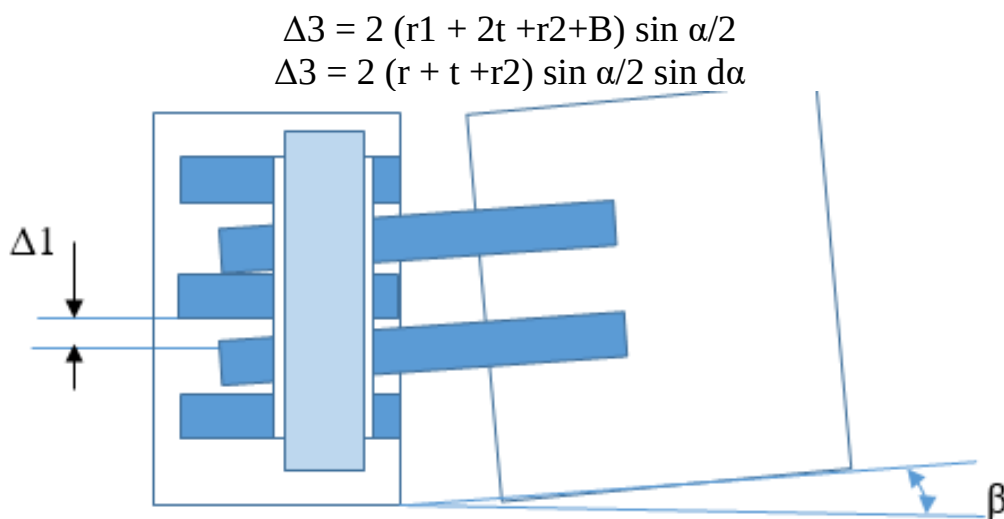


Сурет 4.1 – Өлшеу үлгілерінің біріндегі саңылау аралықтарының жиілігінің гистограммасы

Бұл толық емес алмастыру әдісін ескере отырып, оны түйіспелі түйіндердің параметрлерін есептеу үшін қосымша зерттеулер жүргізу кезінде пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда өлшем тізбегінің жабылатын буынының қажетті дәлдігіне олардың мәндерін таңдамай, іріктемей немесе өзгертпестен құрамдас буындарды қосу арқылы белгілі бір тәуекелмен қол жеткізіледі. Бұл құрастыру уақыты мен шығындарын азайтады. Өйткені ең жақсысын табу үшін құрастыру процесінде бөлшектерді сұрыптау қажет емес. Бірақ бұл жағдайда да осындай бөлшектерді жинау кезінде таңдау арқылы тәуекелдерді азайту нұсқалары пысықталды, олар қазірдің өзінде бар ауытқуларымен бірге ескере отырып, есептік параметрден ең аз ауытқуды береді. Атап айтқанда, бұл әр жұп рештак үшін көзді таңдауға қатысты.

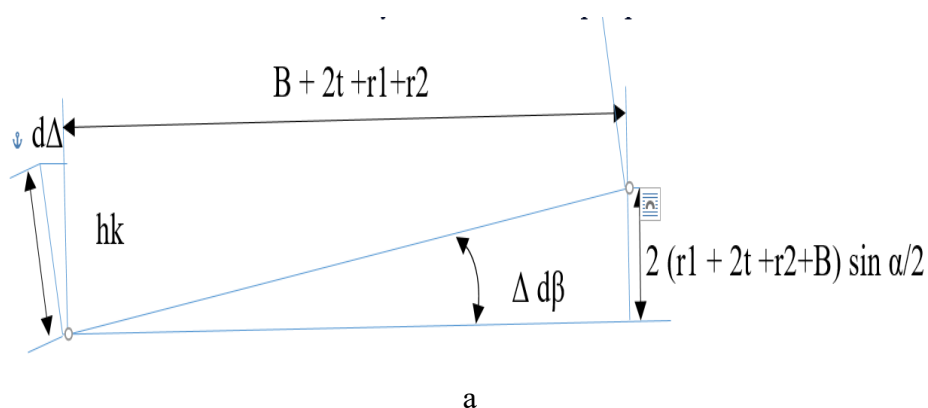
Торлар арасындағы алшақтық, оларды бұру кезінде, үлкен пайдалану мәні бар, мысалы, оның жұмысының кері режимін қамтамасыз ету, 4.2-суретте мұндай алшақтықты есептеу схемасы. Жоғарыда айтылғандай айналу бұрышы 15 градусқа жетеді, алшақтық шамасы математикалыққа жақын күту

жоғарыдағы сипаттама үшін $\Delta 1 = 2r \sin \alpha/2$ көз осінің центрінен торлардың бүйіріне дейінгі қашықтықпен анықталады, сондықтан саңылаулар араласқан рештактар жобаланған. Рештактарды екінші борттың тігістерінде 15 градусқа бұру кезінде сырға ойығындағы көз осі $\Delta 2 = 2 (r + t + r_2 + B) \sin \alpha / 2$ -ге пропорционалды шамаға ауысады, сондықтан бірінші борттағы бірдей саңылауларда алыс борт шамаға көтерілуі мүмкін бұл жағдайда ролик қозғалатын аймақтың соңы $(B + r_1 + t_1 + t_2 = r_2)$ шамасына ауысады. 1: 2 орнына 2-3 типті құрастыруда бекіту жүйесін қолдану қосылыстың қаттылығы мен беріктігіне байланысты саңылаулардың өзгеру дисперсиясын шамамен 1, 5 есе азайтқанын ескеріңіз.



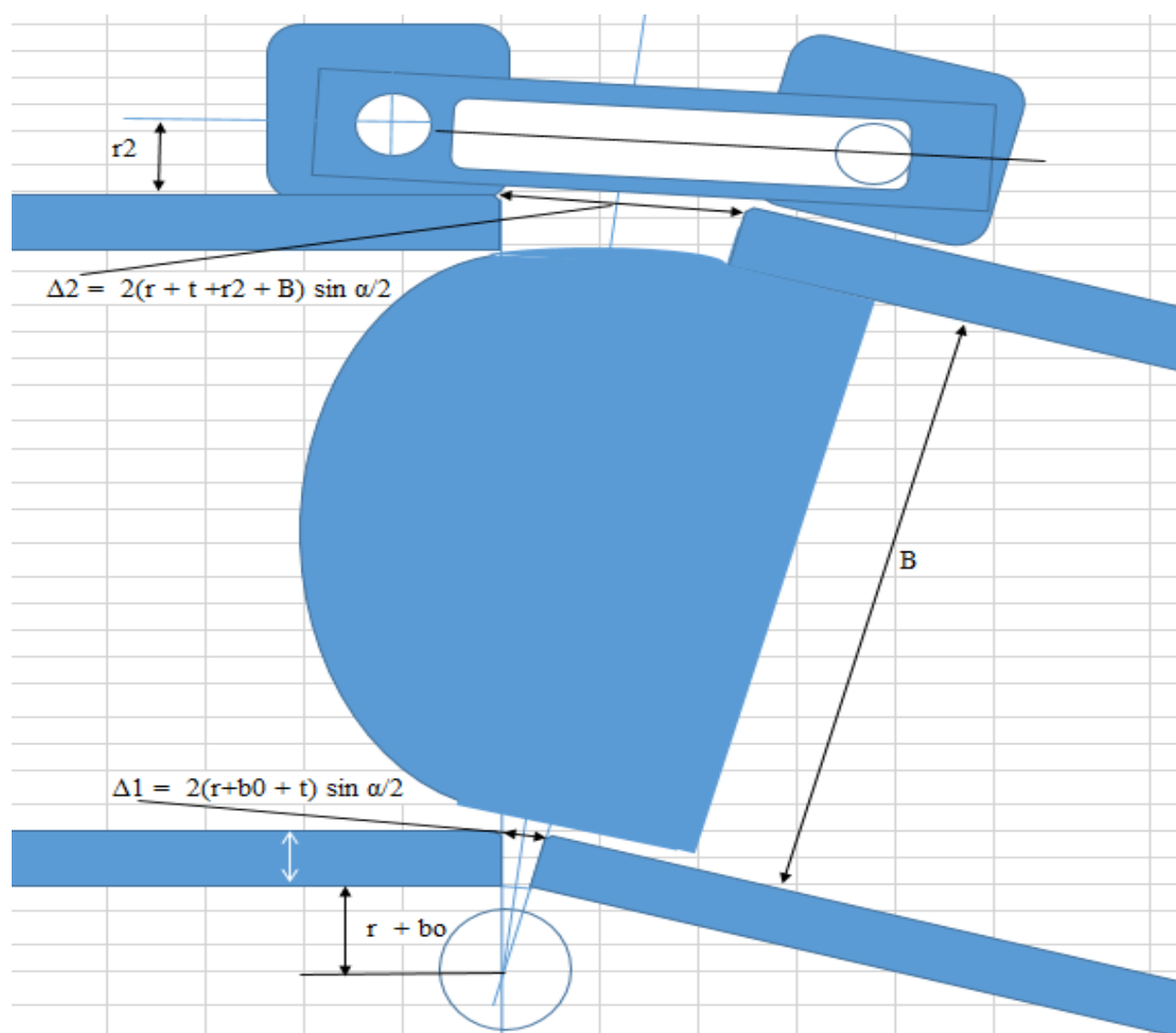
$\Delta 1$ - тік жазықтықта көлбеу бұрышын 3 градусқа дейін қамтамасыз ету үшін екі торда да көздерді параллель орнату кезіндегі

Сурет 4.2 – Рештактардың көлденең жылжуын анықтауға



а - гипсометрияның көлденең саңылауының пайда болуы

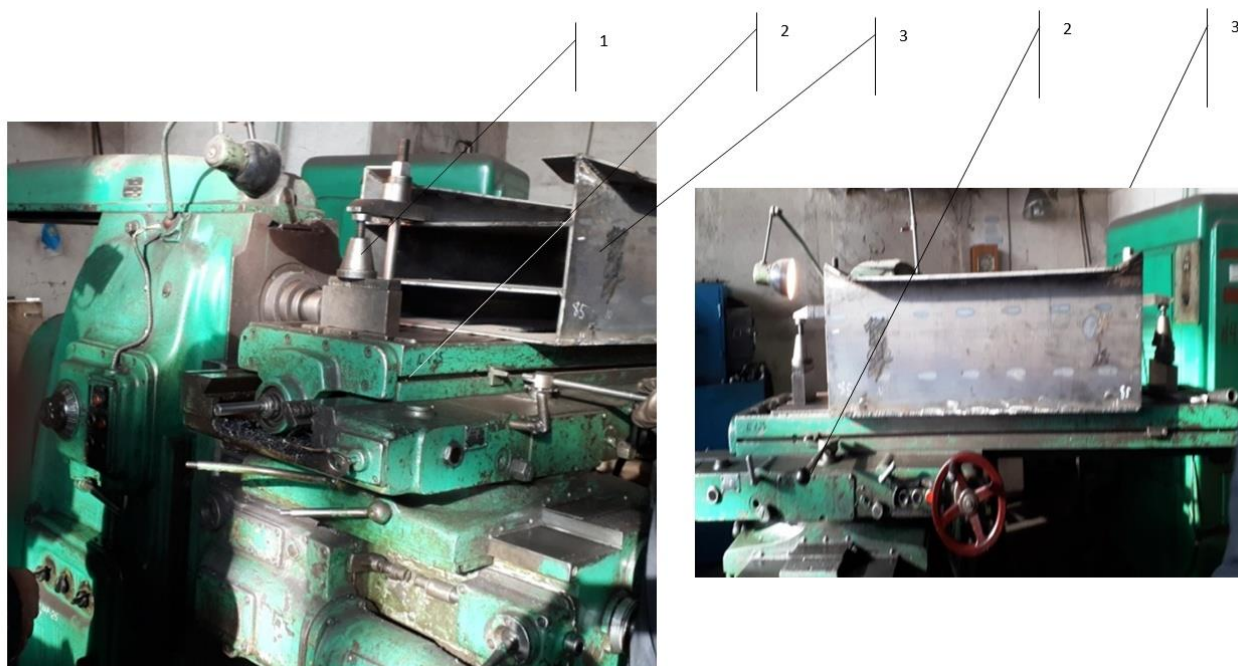
Сурет 4.3 – Рештактарды қосу есебінен бойлық және көлденең саңылауларды есептеуге, парақ 1



б

б - бойлық саңылаулар

Сурет 4.3, парақ 2



1 - құрал; 2 - 2 бағытта жылжымалы үстел; 3 - бұрымалы рештак, тік парақтардың жоғарғы бөліктерін орнатудың рұқсат етілген ауытқулары 3 торлы көлденең қимада 1 мм-ден аспайды, парақтың ұштары үшін бойлық қимада 1 мм-ден аспайды

Сурет 4.4 – Көлденең-фрезерлік станоктағы ірі түйіндерді торцтау

Эксперименттік үлгіге және тәжірибелік үлгілерге арналған екінші құрастыру түрі станпельді құрастыру. Бұл мәселелерді шешу «КарГорМаш-М» ЖШС жағдайында арнайы құрылғыларда – сырғымалы жолдарда – жабдықты бекіту аймақтары бар дәл жасалған қатты металдан жасалған негіздерде жүзеге асырылатын арнайы құрастырумен де мүмкін болады. Кешенді құрастырудың ұсынылған әдістері осы мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Белгіленген заң бойынша иілген, ось бүйір жағына қарай ығысқан, оның b жағындағы қалыңдығы 5-6 мм болатын ассимметриялық көзге арналған конструкция әзірленді. Сондықтан бұл аймақта кернеудің шоғырлануын күтуге болады, 4.5-сурет. Ал оның үзілу мүмкіндігін бағалау және арнайы өңдеу шараларын қабылдау және материал талаптарын әзірлеу үшін проушиндегі кернеулерді есептеудің нақты әдістерін қолдану қажет [32, с. 19-22].

Төменде Mechanical APDL бағдарламалық пакетінің (Ansys) FORTRAN тіліне жақын A тіліндегі проушинді модельдеуге арналған код берілген

```
/NOPR !көлемді мәселеге көшу
/PMETH,OFF,0/NOPR !көлемді
мәселеге көшу
/PMETH,OFF,0
KEYW,PR_SET,1
KEYW,PR_STRUC,1
KEYW,PR_THERM,0
```

```
KEYW,PR_FLUID,0
KEYW,PR_ELMAG,0
KEYW,MAGNOD,0
KEYW,MAGEDG,0
KEYW, MAGHFE, 0
KEYW,MAGELC,0
KEYW,PR_MULTI,0
```

```

KEYW,PR_CFD,0
/GO
/prep7! препроцессорға көшу
/UNITS,SI! СИ -дағы есептеулер
ET,1,SOLID92! Соңғы элементті
таңдау
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP, 1,0! температурасы есепке
алынбайды
! проушина
MPDATA, EX,1,,3e10! серпімділік
модулі
MPDATA,PRXY,1,,0.3!Пуассон
коэффициенті
MPDATA, DENS,1,7000! тығыздық

BLOCK,0,0.04,0,0.04,0,0.01, ! x1, x2,
y1, y2, z1, z1

CYLIND,0.02,0,0,0.01,0,180,
!r1,r2,z1,z2,u1,u2

FLST,3,1,6,ORDE,1
FITEM,3,2
VGEN, ,P51X, , ,0,02,0,04, , , ,1
CYLIND,0.01,0,0,0.01,0,360,
FLST,3,1,6,ORDE,1
FITEM,3,3
VGEN, ,P51X, , ,0,031,0,035, , , ,1

FLST,2,2,6,ORDE,2
FITEM,2,1
FITEM,2,-2
VSBV, P51X, 3
vglue,all

FLST,5,21,4,ORDE,19
FITEM,5,2
FITEM,5,-3
FITEM,5,6
FITEM,5,-7
FITEM,5,11
FITEM,5,14
FITEM,5,17

```

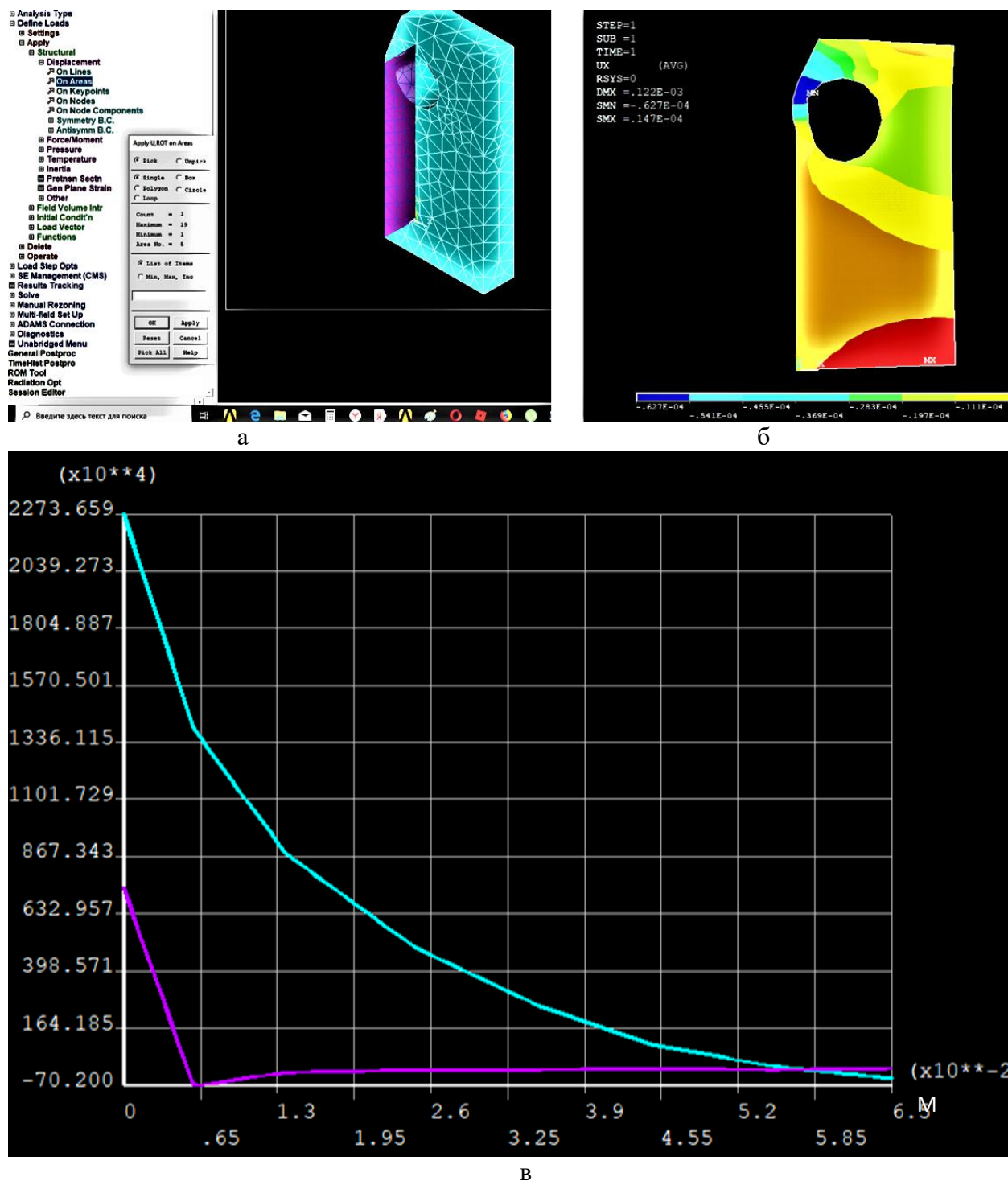
```

FITEM,5,19
FITEM,5,22
FITEM,5,-24
FITEM,5,28
FITEM,5,30
FITEM,5,43
FITEM,5,-45
FITEM,5,47
FITEM,5,49
FITEM,5,52
FITEM,5,58
FITEM,5,-59
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0,0005, , , , , , 1
Vmesh, all
FINISH
/SOL
FINISH
/PREP7
FLST,5,18,4,ORDE,6
FITEM,5,15
FITEM,5,-16
FITEM,5,19
FITEM,5,-20
FITEM,5,22
FITEM,5,-35
CM,_Y,LINE
LSEL, , , , P51X
CM,_Y1,LINE
CMSEL,,_Y
!*
LESIZE,_Y1,0,0005, , , , , , 1
!*
vmesh,all
! /VIEW,1,,1
! /ANG,1
! /REP, FAST
! /VIEW,1,1,1,1
! /ANG,1
! /REP, FAST

```

FINISH	
/SOL	Batch борт проушинін есептеу
EQSLV, PCG, 1E-4	! /COM,ANSYS RELEASE Release
FLST,2,1,5,ORDE,1	17.2 BUILD 17.2 UP20160718
FITEM,2,2	14:54:06
!* /GO	* ! /REPLOT,RESIZE
DA,P51X,ALL,	! /COM,ANSYS RELEASE Release
FLST,2,1,5,ORDE,1	17.2 BUILD 17.2 UP20160718
FITEM,2,14	14:24:01
/GO	!* ! /COM,ANSYS RELEASE Release
!* SFA,P51X,1,PRES,63690000	17.2 BUILD 17.2 UP20160718
solve	14:54:06
FINISH	!* !

Нәтижесінде кернеулер есептелді және «3-2» проушинді рештактарға жинау схемасы таңдалды, ол Adams конвейерінде тартуды ескерді және тікелей зауыттағы өндірісте және ҚарТУ машина залында жүзеге асырылды. Естеріңізге сала кетейік, мұндай сынақтарды НУ жүктеме құрылғысы арқылы кернеу жұлдыздарының колодкалық тежегіштерін берілген күшпен қысу арқылы жүргізуге болады. Колодкалық тежегіш күштерінің шамалары Adams динамикалық модельдеу пакеті арқылы есептелді. Сонымен қатар бұл процедуралар жұмыстарды әзірлеуді пайдалана отырып, ҚарТУ-да орнатылған бұрылмалы конвейердің үлгілерінде қарастырылды [46-49]. МКЭ әдісі арқылы зерттеулер процшиндерді жобалауға мүмкіндік берді, осы ретте беттерге өңдеу сапасы торцтарды фрезерлеу бойынша талаптар қойылды. Бұл проушин осінің бортқа дейінгі центрі қашықтығына әсер етті, соған сәйкес рештактарға 15°-қа жылжыту кезіндегі бұрылу радиусына 8 мм минималды саңылау болатындай әсер етті. Одан бөлек, ілмек түріндегі проушиннің басқа да шешімдері қарастырылды және беріктік параметерлері таңдалды, 4.2 және 4.3 суреттер. Бұл аралықты одан әрі 6 мм-ге дейін азайтуға мүмкіндік берді. Бірақ бұл ілмек ұшын арнайы өңдеуді қажет етті, бұл өндіріс технологиясын қиындатады. Бұл ретте қырғышты қуу саңылау арқылы және кәдімгі жақтау үшін жүргізілді [50].

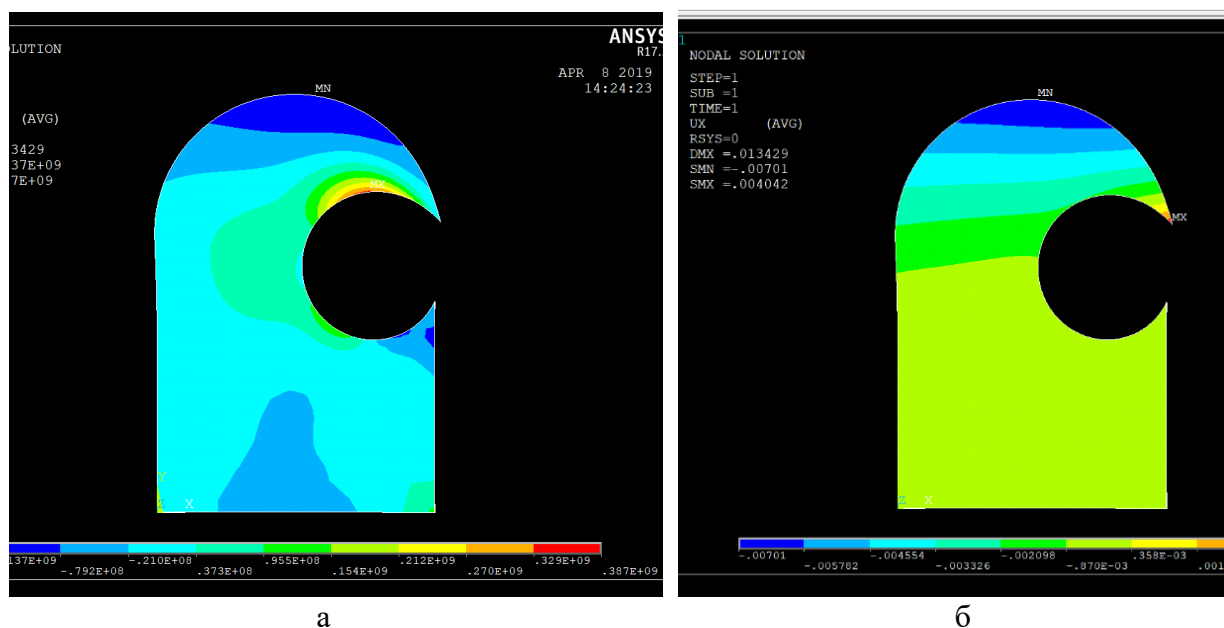


а - бекіту торы және схемасы; б - X осі бойынша деформацияның таралуы; в - кернеудің таралу графиктері: 1- σ_x және 2 - σ_y проушиннің қауіпті қиысуында (экранның фотосурет)

Сурет 4.5 – Роликтің симметриялық емес проушинін модельдеу

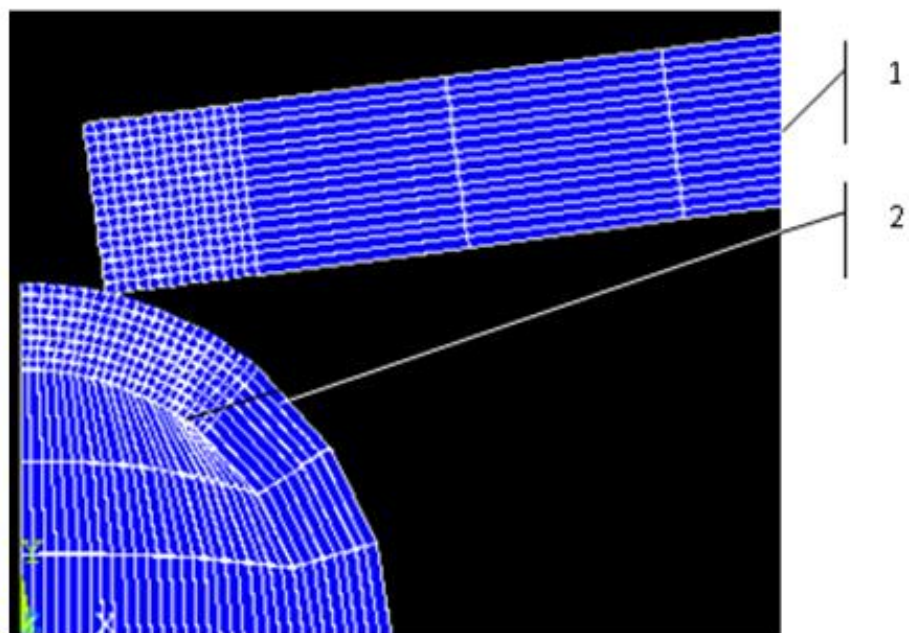
Бұл тек жұлдызшаға қажетті күшті шамамен 2-3 есе арттырды. Роликпен қырғыштың саңылау аймағында қозғалу кезінде контакт мәселесін шешу қажет (4.4-сурет), ол үшін арнайы алгоритм әзірленді. Алынған шешім роликтің диаметрі 40 мм екенін көрсетті. Роликте және борттарда шамадан тыс

деформация проблемалары жоқ. Бұл жағдайда роликтерді ауыстыру тез және орнында жүзеге асырылуы мүмкін. Сонымен қатар, 45 болаттан жасалған роликтерді өңдеуге қойылатын әдеттегі талаптардан басқа, оларды орнатуға болмайды.



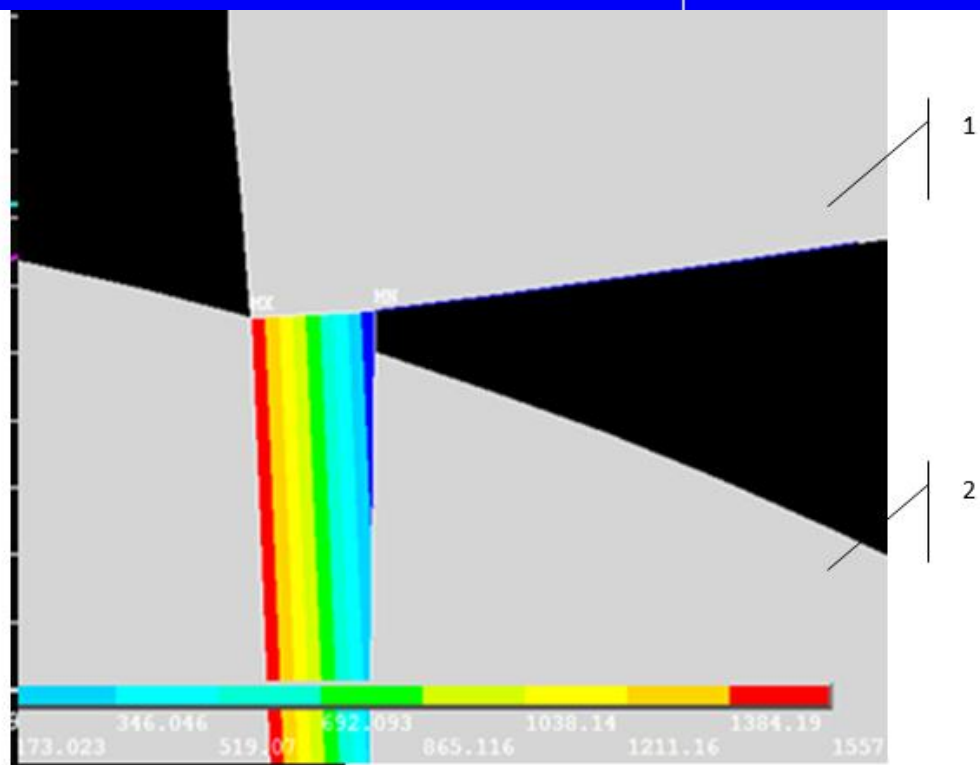
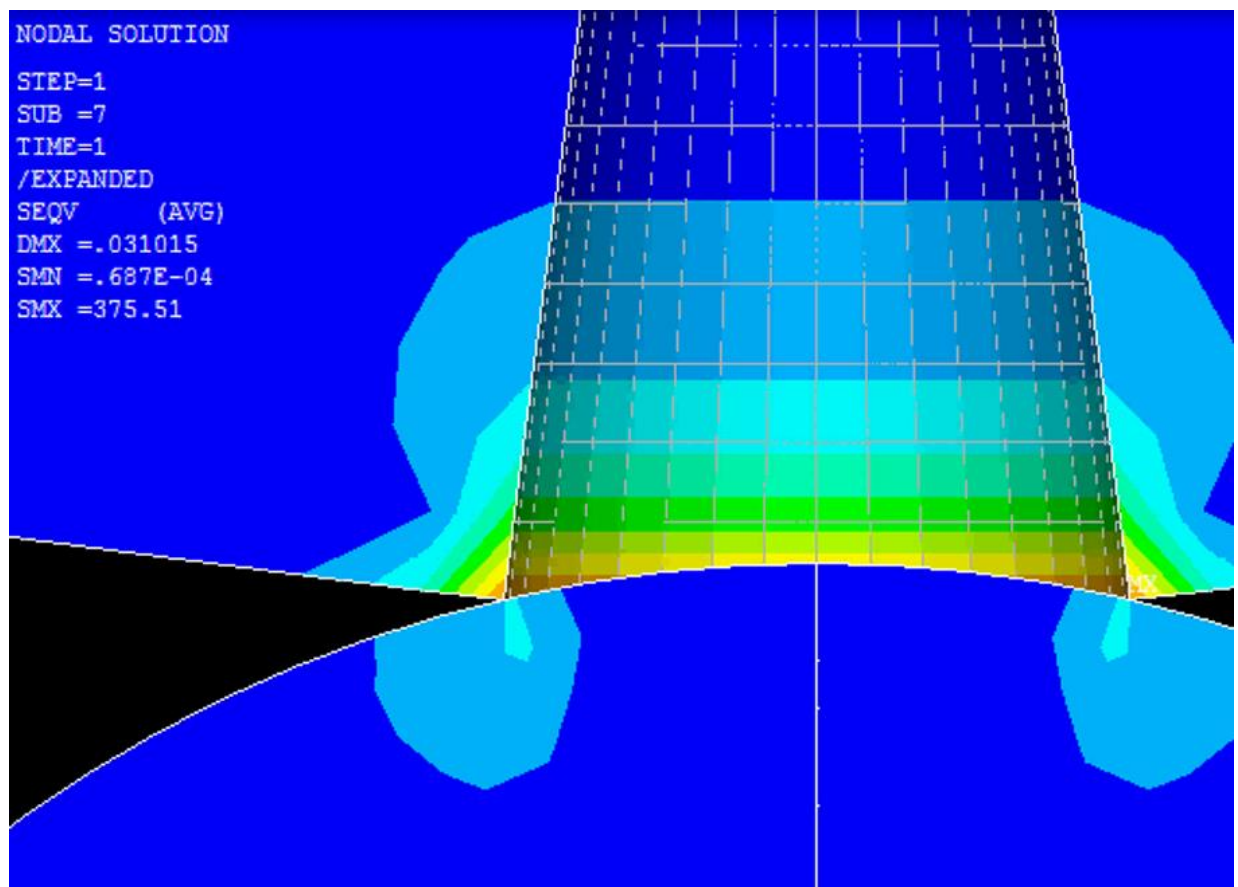
а - кернеудің таралу графиктері: 1 - σ_x және 2 - σ_y проушиннің қауіпті қиысуында (экранның алынған фото); б – ілмектәрізді проушинді модельдеу

Сурет 4.6 – Кернеулер



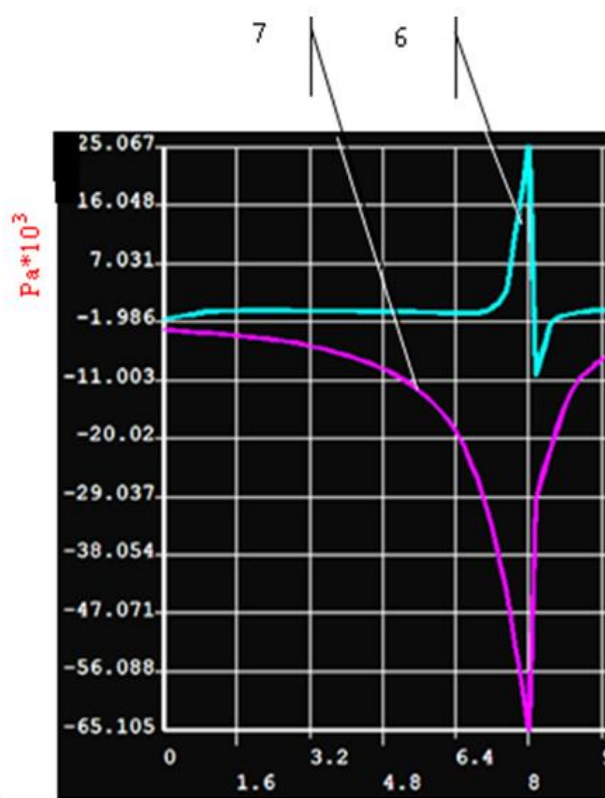
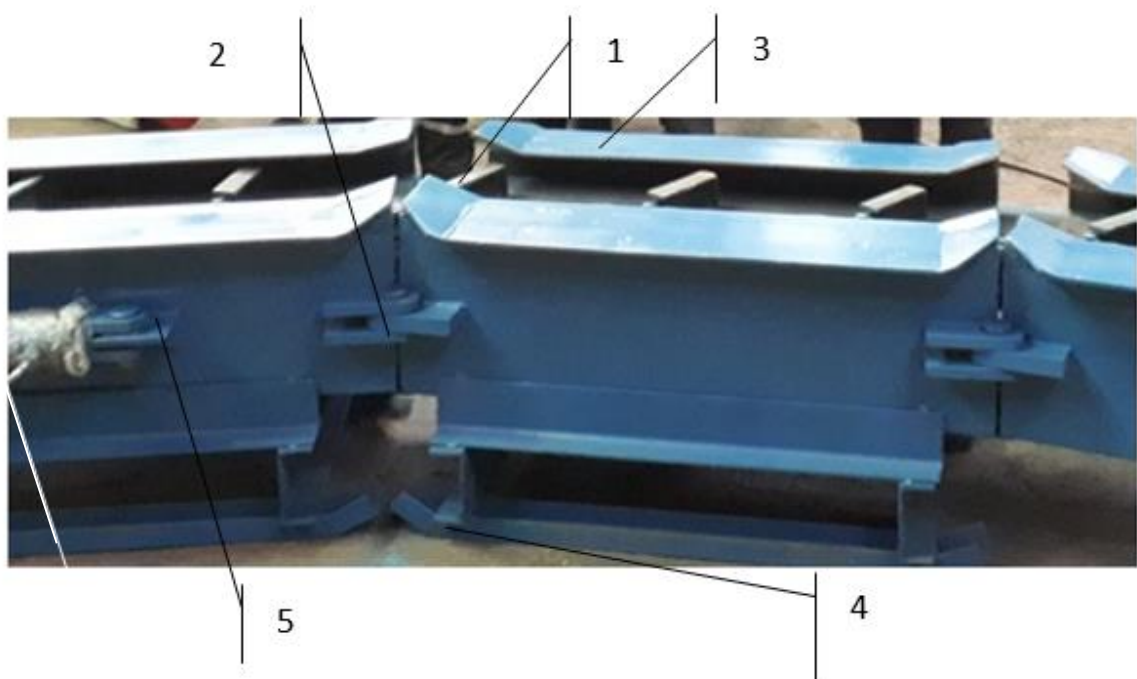
1 – борт; 2 ролик

Сурет 4.7 – Рештактар түйісуінің контактілік жұбының торы - қырғыштың ролигі



а - контакт бойындағы қарбалас күйі, б - контактілік кернеулердің контакт бойынша таралуы: 1 - борт, 2 - ролик

Сурет 4.8 – Қырғыш роликтің конвейер бортымен контактілік өзара-әрекеттесуі

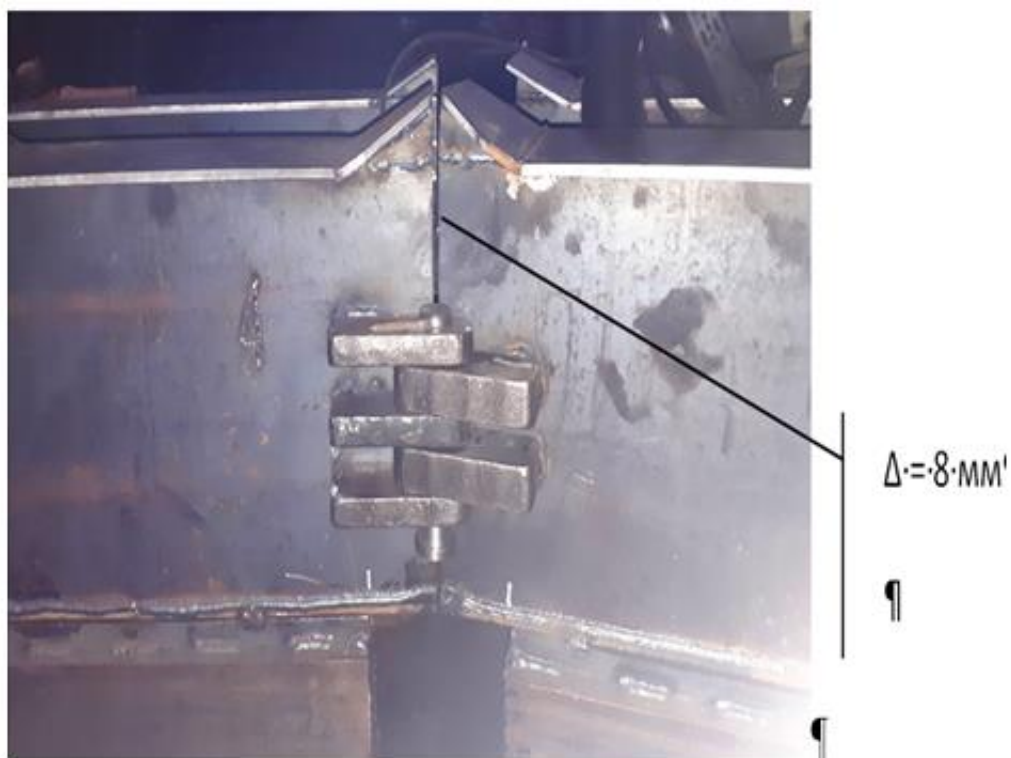


1 - түйісу өтетін қырғыш, 2 - «2: 1» схемасы бойынша жинақталған келу топсасы, 3 - бұрымалы рештак, 4 - рештактың сырғымасы, 5 - керу гидродомкраты, 6 - кернеулер σ_x және σ_{ca}

Сурет 4.9 – Контакт аймағындағы кернеулердің таралуы



а



б

а – бұрылыстық топсаның проушинін модельдеу мәліметтері бойынша жобаланған, б – «3-2» қосылу схемасы

Сурет 4.10 – Бұрылыстық топсалармен жалғау

4.2 Бұрылмалы конвейерді басқару және құрастыру үшін ақпараттық деректер базасының моделін әзірлеу

Қазіргі ДҚ мәліметтер базасы ақпаратты сақтау, белгілі бір процестерді талдау және басқару үшін қолданылады. Сонымен, ҚарТУ-да мәліметтер базасы (МБ) әзірленді, оның жаңалығы – тау-кен машиналарының технологиялық процестерін модельдеу, жобалау және басқару мүмкіндіктерін қамтитын көп өлшемді классификациялар негізінде құрылады, сонымен қатар оларға машина жасау және құрастыру процестерін қосу қиындық тудырмайды. Сонымен қатар, дәстүрліден айырмашылығы, оларды құру кестелерді құрудың және олардың қосылуын қамтамасыз етудің арнайы алгоритмдерінің арқасында қарапайым және автоматтандыруға оңай. Инфологиялық модель және оны визуализациялау принциптері күрделі құрылымдарды оңай игеруді, олардың логикалық және функционалдық байланыс модульдеріне бөлуді қамтамасыз етеді, олардың арасында машиналар немесе олардың кешендерінің жұмыс схемаларына сәйкес келеді, иерархия принциптерін ұстанады және сонымен бірге, кірістірілген бағдарлама объектілеріне немесе оларға гиперсілтемелерге байланысты, ИИ қолдану арқылы жұмыс істеу мүмкіндіктерін қоса, желілік байланысты қамтамасыз етеді. Мұндай қосылыстардың қажеттілігі тау-кен машиналарының конструкциясы мен жұмысына бірыңғай көзқарас талаптарымен түсіндіріледі. Сондай-ақ осы кезеңдердің жұмыстың сенімділігіне және олардың құнына әсері анықталған. Мұндай деректер қорлары жұмыс функцияларының түрлері бойынша оңай бөлінеді. Мысалы, нақты уақыт режимінде машиналардың жұмысын бақылау қажеттілігі туындады. Бұл машиналарды басқару оның қозғалысының әрбір жеке сәтінде аспаптардың көрсеткіштерін ескере отырып жүзеге асырылатынын білдіреді. Сондықтан бекітіліс үшін - бұл поршеньдік қуыстағы қысым. Көрсеткіштер өңдеуден және есептеуден кейін машина мен технологияның параметрлерін өзгерткеннен кейін объект қандай күйде болатынын көрсетуге мүмкіндік береді. Басқаша айтқанда, болжау жұмыстың келесі циклі үшін орындалады. Негізгі инфологиялық модель бұрын ұсынылған, 2.36-сурет, 2-бөлім. Бұл жағдайда көпөлшемділік (4.12-сурет), объектінің 2-ші деңгейде бірнеше проекциясы бар екендігін көрсетеді (өлшемдері - көлденең), бұл жағдайда (биіктігі бойынша бөлу) олардың үшеуі: кенжарлық жабын, негізгі және толтырғыш, олардың әрқайсысында 3 деңгейде 2 проекция бар. Бұл схема жеңілдетілгенін ескертеміз, өйткені негізгі жамылғының басқа түйіндері бар, мысалы, жылжымалы борттар, яғни, ол кем дегенде 3 өлшемді. Яғни, схема айтарлықтай жеңілдетілген және объектілердің көп өлшемділігі, терминологиялық ерекшеліктері және қатынастарды схематизациялау тұжырымдамасы үшін берілген. Біз оларды 2-бөлімде таныстырдық, бірақ мұнда біз бағдарларды және олардың бағыттарын қолдану күштің байланысын және қарастырылатын объектіге әсер ету бағытын көрсететінін ескертеміз. Мұнда соңғы 5-деңгейде тірек секциясының жаңа объект – конвейермен байланысы көрсетіледі және бұл схема 2.8-суреттегі технологиямен байланыстырылған болса, онда бізде байланыстырудың екі нұсқасы бар:

- сынған минералды айналмалы конвейерге тиейтін бұрыштық жүк тиегіш;

- 06.07.2022 жылғы №040616 Еуразиялық патентке сәйкес секцияға дәл осылай жалғанатын тікелей бұрылмалы конвейер.

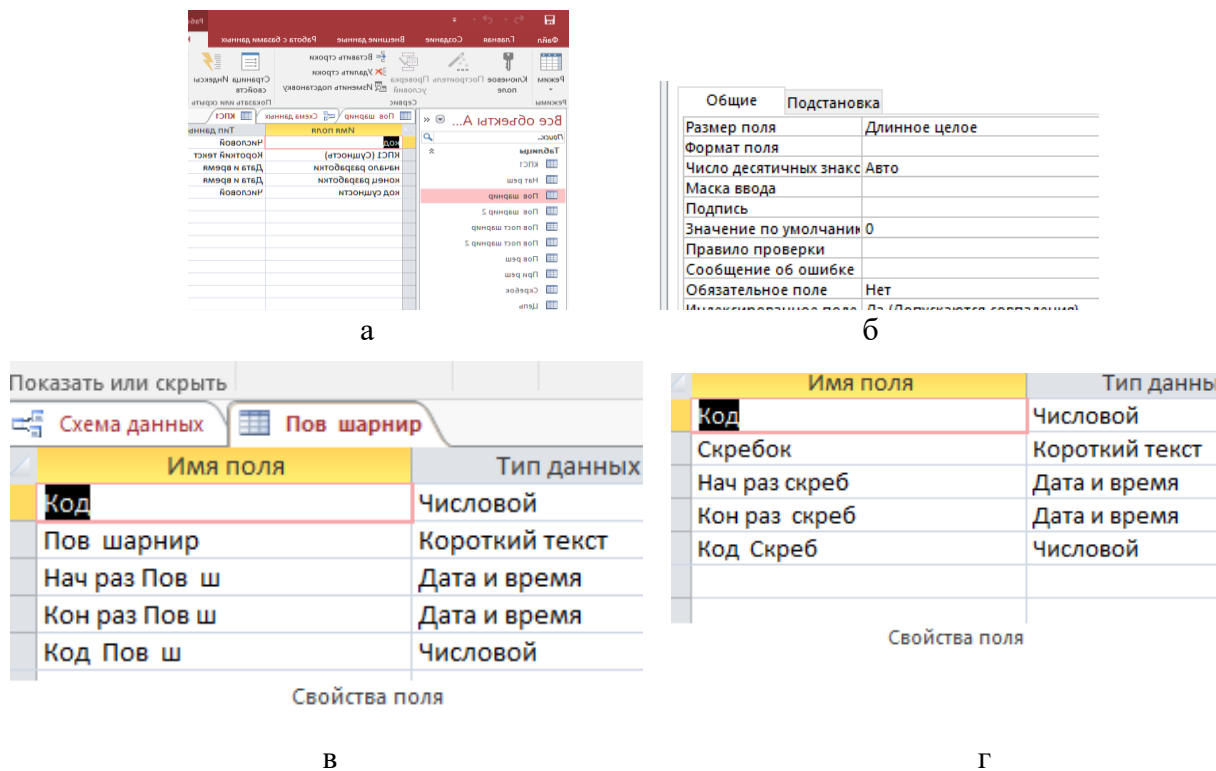
Осындай инфологиялық схемалардың және суреттер мен сипаттамалар жіктемесінің жиынтығы осы байланыстардың мақсатын жан-жақты түсінуге мүмкіндік береді және оларсыз машинаның жұмысын елестету қиын. Осылайша, жинақталған инфологиялық модель оның кестелерін құруға, оларды байланыстыруға және мәліметтер қорын құруға мүмкіндік береді. 2.36-суретке қосымша ретінде 4.13-суретте инфологиялық схеманың тағы бір нұсқасын ұсынамыз.

Жіктеменің әрбір элементі 5 өрістің бірінші алгоритміне сәйкес құрылған кесте (код, объект нысаны, нысанның басы, нысанның соңы, нысанның коды). Сонымен жобалау процесі үшін 2 өріс және 3 - объект дизайнының басы мен соңы). Мәліметтер қоры жобасының деректер схемасында кестелерді жасағаннан кейін құрылымы бойынша жіктеменің ұқсас кестелердің иерархиялық жүйесі құрастырылады [51-60]. Содан кейін экранда көрсетілген диалогтың талаптарын орындау арқылы бір код өрісін екіншісіне апару арқылы кестелер арасында сілтемелер құрастырылады. Ереже: үстіңгі кестенің негізгі коды астыңғы кестенің үстіңгі кодына апарылады. Мәліметтер қорының жұмыс қабілеттілігін тексергеннен кейін, ол кестелерге жаңа жолдарды енгізу арқылы кеңейтіледі, мысалы, қоршау кестесі үшін Ansys бағдарламасында қоршаудың беріктігін есептеу үшін гиперсілтеме қойылады және бағдарлама мәліметтерді таңдайды. Сонымен, траверс пен қоршауды қосу ілгектеріндегі тірек реакциялары туралы деректер қайтадан траверстердегі сенсорлардан алынуы мүмкін және Adams қосымшасында есептелуі мүмкін, [61-67] ол үшін сәйкес гиперсілтемемен кестеде жаңа жол жасалады. Компас 3d қоршауының сызбаларынан, оның элементтерінің сенімділігі мен құнын жинағаннан кейінгі есептеулерінен тұратын (бұл есептеулер есептелген өрістердегі дерекқорда тікелей орындалған) өрістер жасалады. Яғни, кестенің көлемі бірнеше есе артады және қазір оның құрамында қуатты бағдарламалық қамтамасыз ету қойылған (бағдарламалық қамтамасыз ету). Теориялық есептеу деректерінің және массивтен алынғандардың салыстырмалылығы келесі тау-кен циклін болжаудың дәлдігін бағалауға мүмкіндік береді немесе енгізілген модельдерді түзетуге мәжбүр етеді, және бірнеше модельдер деректер базасына енгізілгендіктен, анағұрлым сәйкес келетіндігін таңдауға болады. Осылайша, бағдарламалық жасақтаманы өздігінен үйренуге болады. Бұл жағдайда деректер схемасы иерархиялық пирамидалық құрылымға ие болады [68-74].

Осындай технология бойынша жасалатын инфологиялық схемалар сосын робототехниканың зияткерлік жүйеснәң қарапайым нейроэлементтерін сипаттай алады.

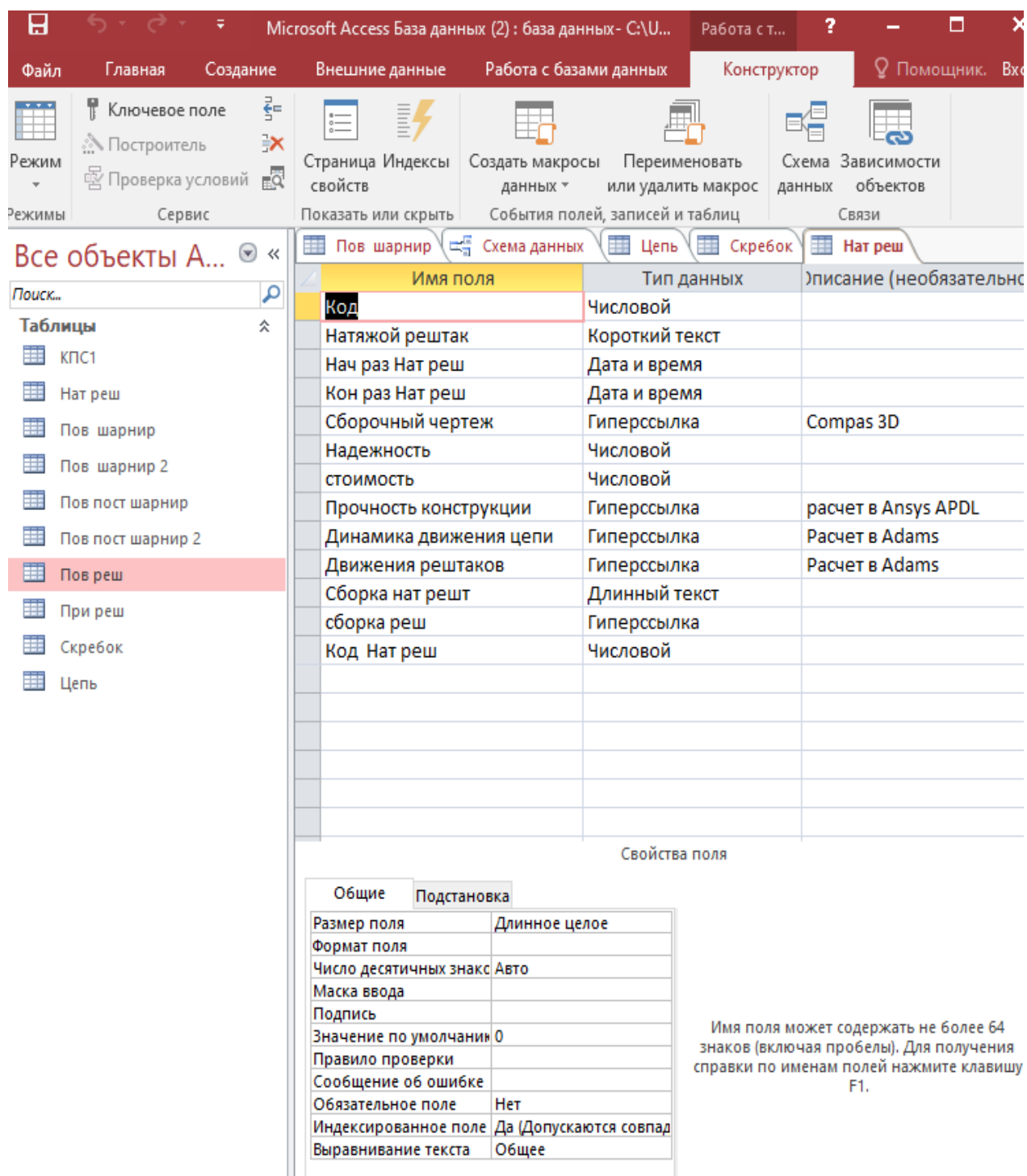
Бұрылмалы конвейердің құрастырылған инфологиялық моделі мәліметтер базасының кестелерін жасауға, оларды қосуға және сол арқылы оның кестелері (өрістер саны артып, сілтемелермен және есептеулермен

толтырылады) тексерілгеннен кейін, сондай-ақ өңдеу бағдарламалары бар бастапқы деректер қорын ашуға мүмкіндік береді - сұраулар құрылады. Мысалы, «Рештақтың бұрылуы» (Бұрылыстық басқа рештак) өрісінен бұрылмалы рештак үстелінен гиперсілтеме жасауға болады. Суретте бұл өріс жоқ құрылым көрсетілген. Нәтижесінде Ansys APDL пакетінің [75-83] терезесі ашылады, ол бұрылмалы рештақтың үлгілік кодын алуға және оның жұмыс істеу сәтіндегі кернеулі-деформациялық күйінің соңғы элементтік талдауын жүргізуге мүмкіндік береді.

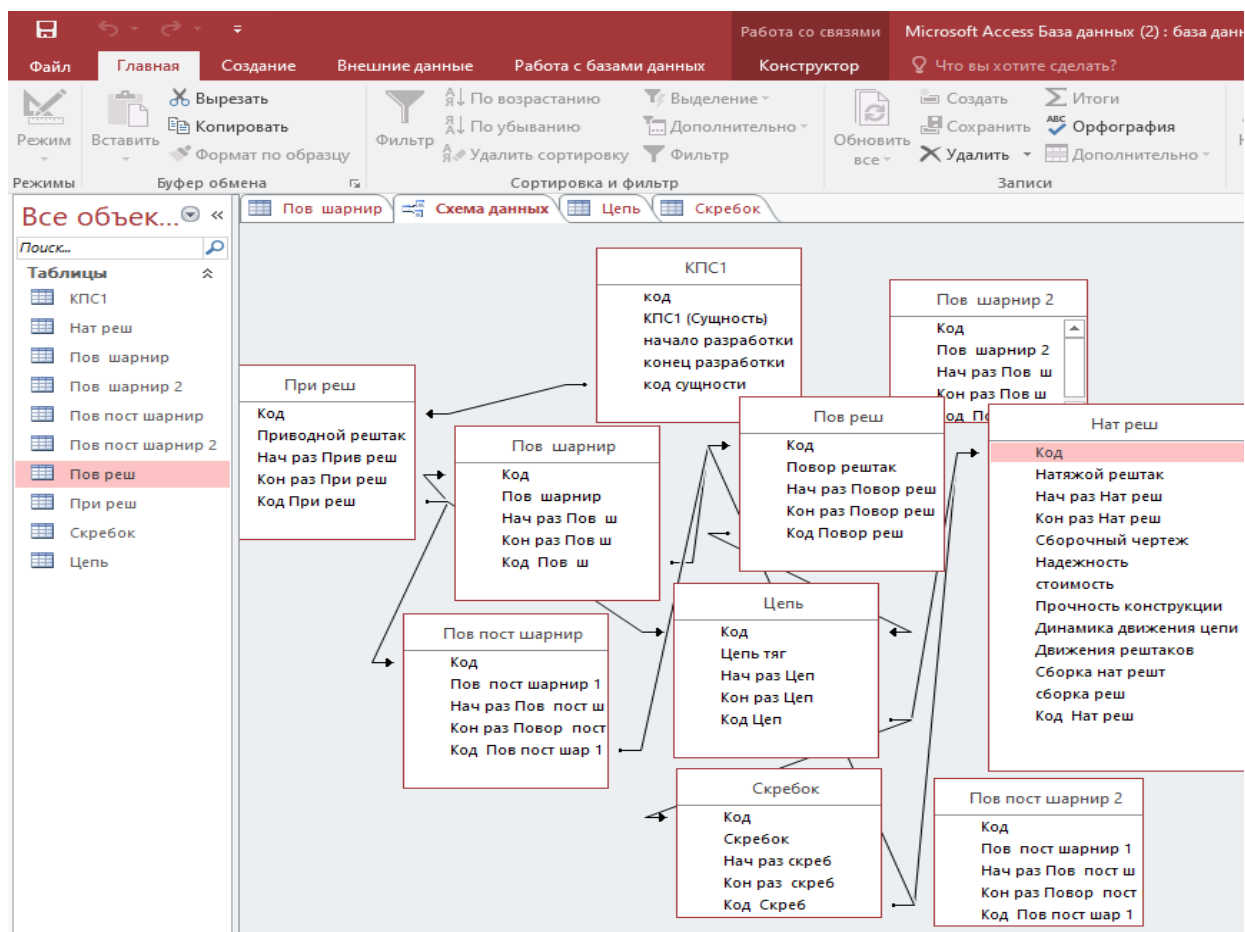


а – өрістерді құруға арналған мәзір конструкторы және кестелердің бастапқы құрылымы, б, в, г – «Бұрылмалы топса» және «Қырғыш» кестелерінің құрылымы

Сурет 4.11 – Бастапқы кестелерді жасауға арналған



Сурет 4.12 – Бастапқы кестелерді кеңейтуге, құрастыру процедураларын қоса отырып, базаны сынаудан кейін, түйін бойынша бірлікті есептеу: бұрылмалы конвейердің беріктігі, сенімділігі және құны



Сурет 4.13 – Мәліметтер схемасының кесте аралық байланыстарын әзірлеу және бұрылу конвейерінің дерекқорын қалыптастыру

Бұл жағдайда конвейер бағанасын комбайнның артына 4-7 тф күшпен тарту кезінде ADAMS моделінен [84-94] анықталатын айналмалы көздің бүйірінен табаға түсетін жүктемелер, сондай-ақ конвейер тақтасы бойымен өтетін қырғыштардың екі ұшының қысымы есепке алынады.

4.3 Бұрылмалы конвейерді жинау процестерін әзірлеу

Жинау кезінде ортаңғы 3 үстіңгі, ортаңғы және астыңғы қаңылтырлар үшін алынбалы шаблонды тіректердің 15 қорларында, оларды нөлдік саңылауларға дейін қырып алу және тұрақты күйі үшін пластиналармен 5 жабыстыру, содан кейін қырғышты реттеу және жабыстыру арқылы 1 және 2 бүйірлік беттер орнатылады. Барлық техникалық талаптарды орындағаннан кейін [22, с. 13-16] бойынша есептелген арнайы өңделген жанасу беттері бар БШ құлақшаларын орнату, сондай-ақ бүйірлерін кейіннен 15°-қа бұру арқылы БКТ орнатылады. және алынған саңылаудың бақылау деректеріне сәйкестігі тексеріледі. Құрастырудың маңызды сәті - сызықтық күйде рештактар арасындағы нөлдік саңылауларды қамтамасыз ету және 15°-қа бұрылғаннан кейін 8 мм-ден аспауында. Ол үшін конвейердің сырғанау жинағы ұсынылады, оның кезеңдері деректер базасында жазылады. Мұндай саңылауларды қамтамасыз ету, қаңылтырлардағы жанасу беттерінде жұмыс істегенде,

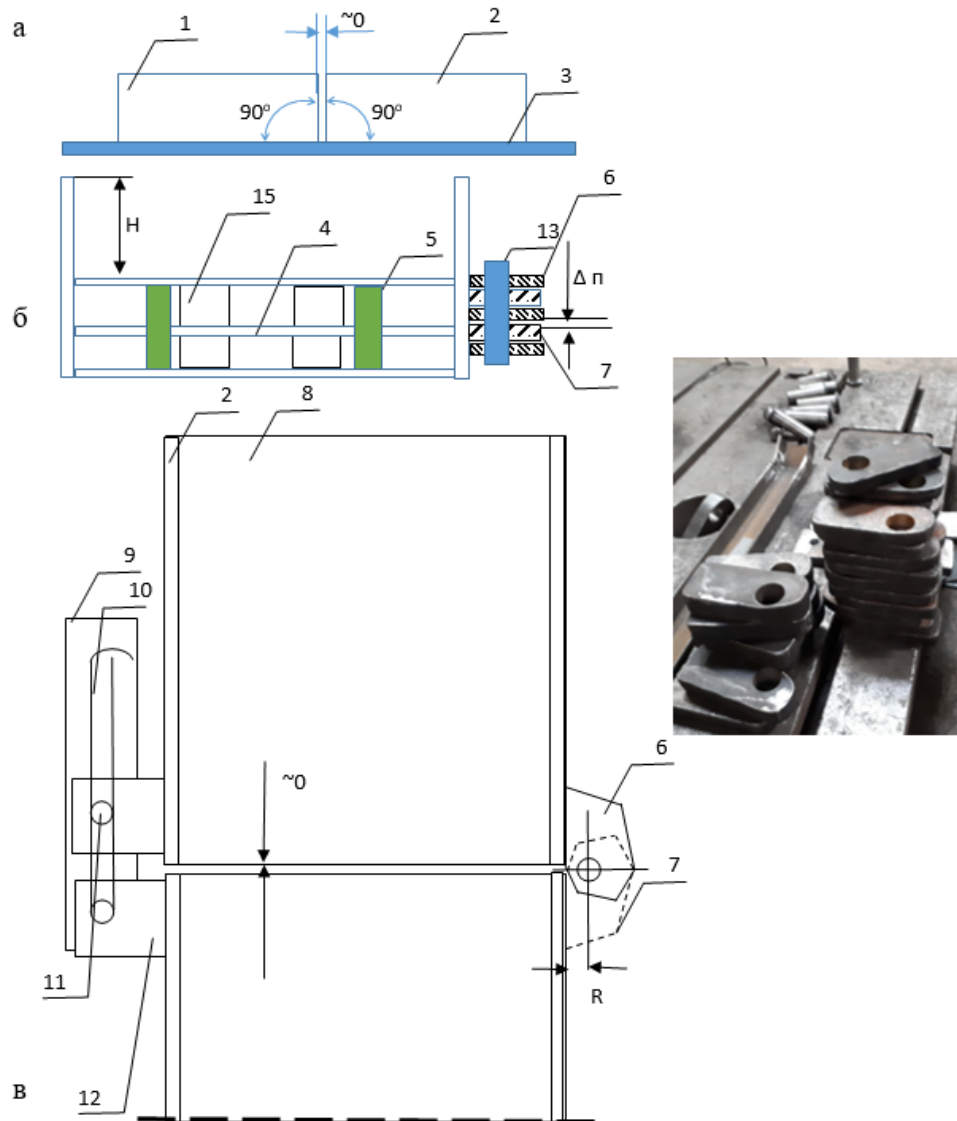
қаңылтырлар мен рештактардың бүйірлерін орнатудың белгілі бір тәртібімен мүмкін болады 4.14-сурет, құрасыру қиясының картасы және циклограммасы инфологиялық модель элементтеріне бекітіледі. 8 мм минималды саңылауды және конвейерді қабаттың гипсометриясына бейімдеу талаптарын қамтамасыз ету үшін құлақшалардың өлшемдік тізбектерін талдау және олардың өлшемдері өндірістен кейін де жүргізілді. Топсалардың түпкі беттерін және саңылауларын дайындауда дәлдігі жоғары проушиндары мен саусақтардың өзі өлшемдік топқа топтастырылған. Өлшемдік топтар бір-бірінен өлшемдерінің рұқсатының әртүрлі болуымен ерекшеленеді. ал өңдеу кезінде кездейсоқ фактор бойынша анықталады. Топтардың мәліметтері таңдалады және орташа алғанда ең аз саңылау қамтамасыз етілетіндей етіп орнатылады.

Жиналған бөлшектер ішкі және жабық бөлшектердің қосылыстарына кіретін болса, мұндай топтардың құрылуы мүмкін екені анық. Құрастыру мақсаттарына қол жеткізілген кезде, жабыстыру орындалады, содан кейін керме рештағы орнатылады, осылайша жиналған элементтерді дәнекерлеуден кейін 3 негізгі рештактың бөлігі ретінде сынақтарды орындауға болады. Әрі қарай, екінші бұрлмалы рештакты жинау қайталанады және т.б., ал сынақтар жалпы айнарудың сомалық бұрышы 90^0 -қа жеткеннен кейін жүргізілуі мүмкін. Әрине, бұл құрастыру кезеңдері конвейердің бірінші үлгісі үшін орындалды, қырғыштар бұрылыста тек бір жағынан тірелген кезде тұрақсыз жұмыс істеу мүмкіндігі туралы алаңдаушылық туындаған кезде, болашақта олар күрт қысқартылуы мүмкін және, егер негізгі өлшемдерге қойылатын талаптар орындалса, құрастыруды бүкіл желілер үшін дереу жүргізуге болады. Бұл ретте жұмыс істеп тұрған және бос тұрған тармақтарда жетек бөліктерінде де, керме табада да, БТ және БКТ аймақтарында да шығыңқы бөліктердің болмауы маңызды талаптар қтарынан табылады. Бұл жағдайда ортаңғыбеттердегі барлық фаскаларды алып тастау керек, ал шынжыр керілген кезде төменгі контур бойымен қырғыш пышақтың бетіне тиіп кетпеуі тиіс.

Өздеріңіз білетіндей, машинаны жалпы жағдайда құрастыру 4.18-суреттегі схема бойынша жүзеге асырылады. Бұл схемаға сәйкес, ол бастапқыда жүзеге асырылды, бұл үлкен өлшемді қондырғыларды қымбат өңдеу қажеттілігіне әкелді, 4.4-суреттер. 4.18-суретте проушиндерді «2-1; 2-1" схемасы бойынша бастапқы орнату, яғни биіктікте екі жұп проушиндер орнатылады, бұл қосылыстың беріктігін талап етумен байланысты (3-2 схемаға көшу арзанырақ болғанын және сонымен бірге бейімделуді қамтамасыз ету оңайырақ болғанын айта кетейік, басқаша айтқанда, тасымалдау жазықтығының қалыпты жазықтығында жақтаудың майысуы қос рештакқа 3^0 -қа дейін).

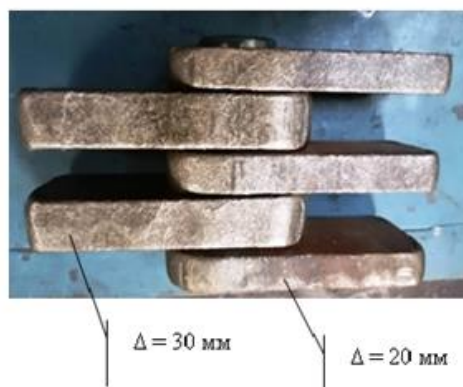
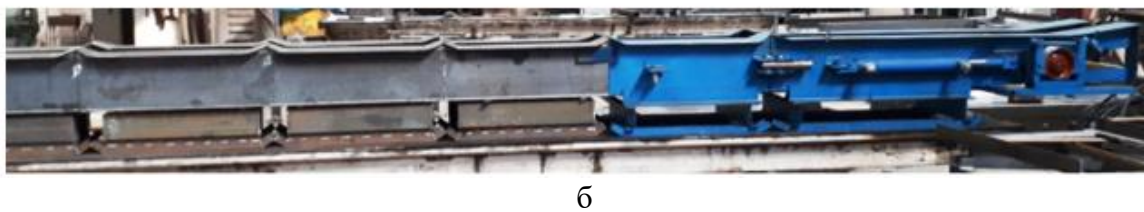
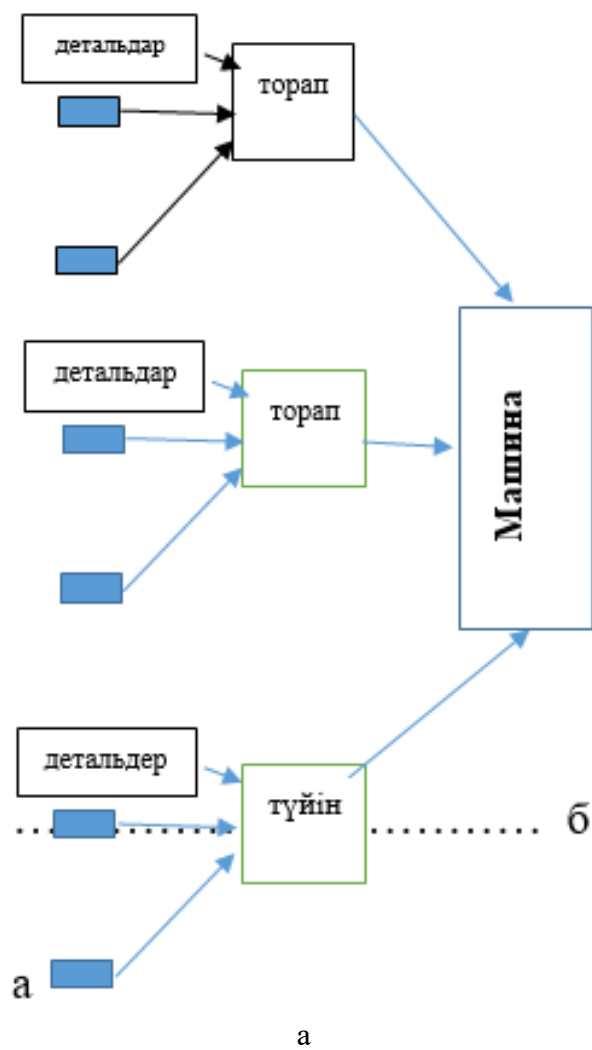
Талдау көрсеткендей, дәстүрлі құрастыру схемасы жаппай өндіруге мүмкіндік береді, бірақ дәлдікті талап етеді және қымбатқа түседі. Оны роторлы конвейерлердің сериялық өндірісінде одан әрі қолдану мүмкін, бірақ рештактардың ұштарын өңдеу құнының төмендеуі жағдайында, мысалы, өңдеу аймағына рештактар желілік жеткізілетін фрезерлік станоктарды пайдалану

кезінде, яғни, машинаға арналған кейбір арматураларды әзірлеу кезінде. Әлбетте, мұндай құрылғылар құрылымдық жағынан күрделі емес.



а - рештақтың жиналған жұмыс және бос тұрған бөліктеріне бүйірлік беттерді орнату (рештактардың жалғанған жақтарының 1-2 беті 3 - құрастыру қиясы); б - рештактардың қиысуы; 4 - жұмыс істейтін және жұмыс істемейтін бөліктердің бекітілген ортаңғы беттері, 5 - ұстау үшін, 6 - бұрымалы топсалардың үш проушині, 7 - екі ішкі проушиндер (3-2 диаграмма), 13 - саусақ, 15 - тіректер - беттер арасындағы шаблондар, Н - жұмыс бөлігінің биіктігі); в - топсалы сырғаларды құрастыру (8 - рештактар, 9 - бұрымалы-үдемелі топсаның сырғасы, 10 - паз, 11 саусақ, 12 - проушин

Сурет 4.14 – Рештактардың негізгі түйіндерін құрастыру



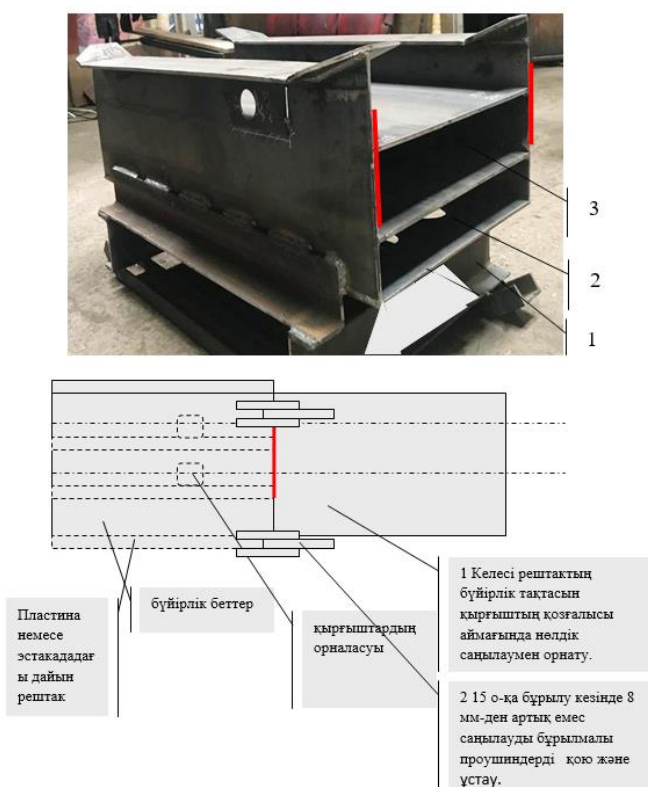
в

а - құрастырудың жалпы схемасы; «3-2» схемасы үшін; б - түйін; в - қиялық құрастыруға көшу

Сурет 4.15 – Құрастыру схемалары

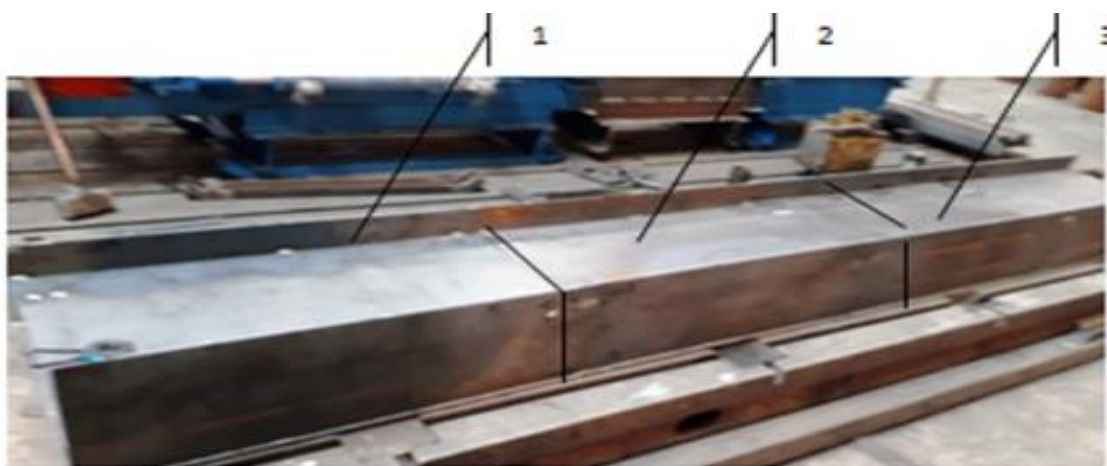
Ал 4.15-суретте 4.16а-схемасы бойынша бірден бірнеше рештактарды құрастыру кезінде қиялық құрастырудың бастапқы сәті көрсетілген. Мұндай схема конвейерлердің жаппай даярлануы кезінде мүмкін екені анық, бірақ оны автоматтандыру қажет, өйткені бұл жағдайда олар қолмен жасалған. Құрастыру процесі бөлшектердің өзара әрекеттесуіне қойылатын талаптарды ескеретін және негізгі тармақтардан тұратын бұрын әзірленген маршрут пен құжаттарға сәйкес жүзеге асырылады:

- мәліметтер базасында құжаттаманы дайындау;
- құрастыру құжаттамасын зерделеу;
- детальдарды немесе тораптарды дайындау.
- құрал-саймандарды, бекітпелерді және құрастыру сырғымаларын дайындау;
- тікелей құрастыру;
- құрастыруды бағалау (бөлшек құнын және құрастыру элементінің құнын енгізу арқылы төменнен жоғарыға дейін тораптар мен бөлшектердің иерархиясы бойынша орындалады);
- құрастырылғанды бақылау.

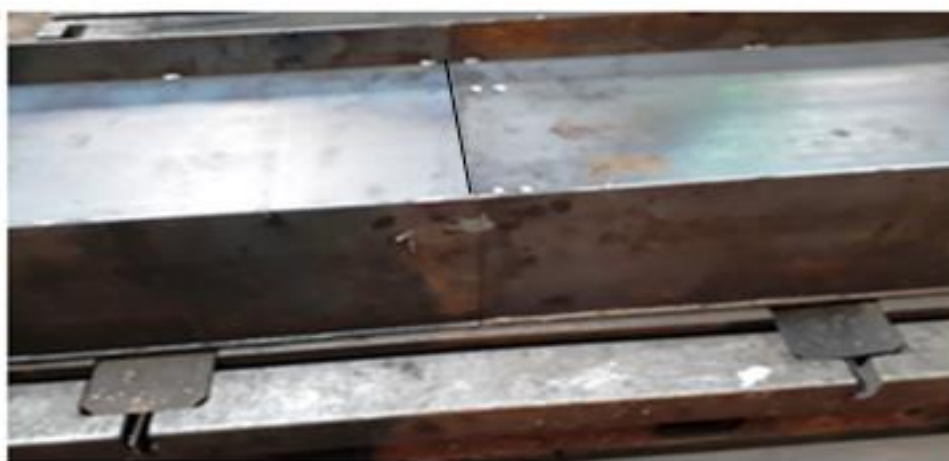


1 – сырғыма; 2, 3 - төменгі (кесекті өткізуге арналған ойықтары бар және қозғалатын қырғышқа жабысуға мүмкіндік бермейтін өлшемдері бар) және ортаңғы парак бұрыштық ауытқуы 0,2 градустан аспайтын шаблондар бойынша бүйірлік парактарды рештактың бойлық және көлденең бағытында орнату

Сурет 4.16 – Дәстүрлі құрастыру алдындағы рештактардың және өндеу алаңдарының негізгі элементтері



а



б

а - 1, 2, 3 - бірінші-үшінші рештактар; б – ұлғайған түрі

Сурет 4.17 – Жаппай қиялық құрастыруға өтуге

Дайындық құрастыру жұмыстары да жүргізіледі:

- слесарь жұмысы;
- артық бөлшектерді қырып алу және кесу;
- кейбір жағдайларда бояу және тазалау;
- жекелеген бөлшектерді майлау немесе шаю;
- кейбір жағдайларда өлшем топтары да жинақталады.

Құрастырудың негізгі талабы олардың шеткі беттерінің (1 және 2 бүйірлік беттер) рештактар орнатылған сырғымалы жолдың бетіне перпендикуляр болуы екенін ескеріңіз. Нөлдік саңылауларға қол жеткізу бүйірлік қаңылтырдың ұштарын кесу және қыру, алынған өңделген беттерді парақтарды ауыстырған кезде сезгішпен тексеру арқылы жүзеге асырылады. Нәтиже қанағаттанарлық болса (бұған дейін үстіңгі, ортаңғы және астыңғы парақтар бос тұрып қалған және табалардың жұмыс бөліктері тірек шаблондарындағы 15), бүйірлік беттер пластиналармен 5 ұсталады, қайтадан тексеріледі, содан кейін проушиндер, айналмалы топсалар орнатылады.

Төртінші бөлім бойынша қорытынды

Толық емес алмастыру техникасы қолданылған кезде және құрастыру бөлшектері кездейсоқ таңдалған кезде конвейерді жаппай өндіруде құрастыру ерекшеліктері қарастырылады. Решташтың бойлық және көлденең бағытында бұрыштық ауытқуы 0,2 градустан аспайтын шаблондар бойынша бүйірлік парақтарды орнату.

Құрастыру кезіндегі технологиялық алшақтықтың мөлшері саңылаулар диапазонын өлшеу үлгілері бойынша жиілік гистограммаларын құру негізінде тексерілген қалыпты заңға сәйкес өзгереді. Қажетті саңылауды қамтамасыз ету жиналған тордың бүйір парақтарының беттерін станокпен өңдеу арқылы жүзеге асырылады. Эксперименттік үлгілерді құрастыру үшін түзу сызықты қалыпта нөлдік бастапқы саңылау кезінде бүйірлік парақтарды сырғанауға негіздейтін сырғанау жинағы қолданылады. Көздер мен олардың осьтері өлшем ауытқуларының белгіленген диапазондары бар топтардан жиналады, осылайша көздерді ұстағаннан кейін саңылау, оларды 2:3 схемасы бойынша саусақ осьтерімен жалғау және 15°-қа бұрылу 8-9 мм-ден аспайды, ал бақылау аймағындағы көлденең қиманың жылжуы 3 мм-ден аспайды. Бұл жағдайда саңылауды құрайтын беттерді жергілікті өңдеуге рұқсат етіледі. Құрастыру түрлері бойынша карталар мен қажетті құжаттама әзірленді. Борттардың тозуын өлшеу сынаққа дейін және одан кейін сағаттық үлгідегі индикатормен жүргізілді және тозу үлгілік торлардан, мысалы, СКР-11 түрінен аспайды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қатты минералдарды өндірудің әрекеттегі технологияларын талдау, жұмыс үрдістерін имитациялық үлгілеу, жаңа жабдықтарды дайындау және құрастыру мәселелері, стендтық және зауыттық зерттеулер бұрылмалы конвейерлердің негізгі конструктивті сұлбаларын және олардың қолданылуының технология элементтерін бөліп көрсетуге, бұрылмалы және бұрылмалы-үдемелі топсалар жүйесін және соларға сәйкес олардың тарту астауынан жұлдызшалы платформаны симметриялы орналасқан гидродомкраттармен ығыстыру арқылы гидравликалық тарту құрылғысының жұмысын жүзеге асыратын тізбекті тарту органын негіздеуді орындауға мүмкіндік береді.

Диссертациялық жұмыста қатты пайдалы қазбалардың күрделі орналасқан қорларын өндірудің маңызды қолданбалы тапсырмасын шешуге мүмкіндік беретін, топсалы қосылыстардың өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету негізінде бұрылмалы конвейердің конструкциясын әзірлеудің маңызды ғылыми-техникалық мәселесі шешілген. 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 тұйық 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 жактау 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 $d_1, d_2...d_i$ 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. Бұрылу 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 (2020-2025) 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.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Кабиев С. Оптимизация параметров комбайнов для добычи калийных руд. – М.: Недра, 1992. – 239 с.
- 2 Жетесова Г., Бейсембаев К., Малыбаев Н. и др. Разработка базовой технологии выемки ископаемого с поворотом конвейера // Известия Томского политехнического университета. - 2018. - Т. 329, №8. - С. 37-49.
- 3 Бейсембаев К., Малыбаев Н., Тутанов С. и др. Разработка модели лавы для системы управления механизированной крепью с обратной связью // Горный журнал. – 2019. - №8. – С. 38-42.
- 4 Cenacewicz K., Katunin A. Modeling and simulation of longwall scraper conveyor considering operational faults // Studia Geotechnica et Mechanica. – 2016. - Vol. 38, №2. - P. 15-27.
- 5 Dolipski M. et al. Dynamics of non-uniformity loads of AFC drives // Arch.Min. Sci. - 2014. - Vol. 59. – P. 155-168.
- 6 Бейсембаев К., Векслер Ю. и др. Исследование состояния горного массива при подвигания лавы // Горный журнал. – 2013. - №3. - С. 69-76.
- 7 Бейсембаев К., Шманов М., Есен А. и др. К 3d моделированию задач взаимодействия горного массива с очистным оборудованием в сложных условиях разработки пластовых ископаемых // Математикалық модельдеу және информатика саласындағы пәнаралық зерттеулер: 5-ші ғыл.-практ. интер.-конф. матер. - Ульяновск, 2015. - Б. 164-171.
- 8 Бейсембаев К., Жакенов С., Жетесов С. и др. К разработке новых машинотехнологических систем и их моделей // Уголь. – 2011. - №4. - С. 69-71.
- 9 Есен А., Асмагамбет Д., Симпилиди А. и др. Значение и проектирование камерных технологий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2016. - №4, ч. 6. - С. 1056-1061.
- 10 Бейсембаев К., Жетесова Г., Есен А. Разработка цифровых моделей для камерной выемки // Ғылым, білім және өндірісті интеграциялау-Ұлт жоспарын іске асырудың негізі: халық. ғыл.-практ. конф. матер. (№10 Сағынов оқулары). - Қарағанды: ҚарMTУ, 2018. - Б. 72-73.
- 11 Zhetessova G.S., Beisembayev K.M., Mendikenov K.K. et al. Features of designing conveyor scrapers and chain turn zone during vibration // European Journal Of Natural History. – 2017. – Vol. 5. – P. 61-66.
- 12 Бейсембаев К., Малыбаев Н., Акижанова Ж. и др. Цифровое моделирование объектов взаимодействия машин и рабочей среды в 3d. - Қарағанды: Болашақ-Баспа, 2019. – 172 с.
- 13 Ройтер М., Крах М., Кислер У.Ю. Зональная дезинтеграция вокруг очистных выработок // ФТПРПИ. – 2015. - №2. - С. 46-52.
- 14 Shachshanova M., Beisembayev K. Data mining models and techniques // Актуальные проблемы современности. – 2018. - №1(19). - С. 181-184.
- 15 Бейсембаев К., Нокина Ж., Телиман И. и др. Состояние пород у забоев и экологически безопасные технологии выемки на основе поворотных конвейеров // Успехи современного Естествознания. – 2018. - №7. - Б. 83-89.

16 Talli A.L., Kotturshettar B.B. Forward Kinematic Analysis, Simulation & Workspace Tracing of Anthropomorphic Robot Manipulator by Using MSC // ADAMS. - 2015. - Vol. 4, №1. – P. 18462-18468.

17 Ashok K.J., Partha P.R. Modeling and Simulation of SCORA-ER14 Robot in ADAMS // International Journal of Engineering and Technical Research. - 2014. - Vol. 2. - P. 105-109.

18 Осичев А.В., Ткаченко А.А. Оценка влияния приводной звездочки на динамические усилия в рабочем органе скребкового конвейера // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2009. – Вип. 4, №57, ч. 1. - С. 10-13.

19 Dolipski M. et al. Determination of dynamic loads of spocket drum teeth and seats by means of a mathematical model of the longwall conveyor // Arch. Min. Sci. – 2012. - Vol. 57. – P. 1101-1119.

20 Soleiman Nouri F., Haddad Zarif M., Fateh M.M. Designing an adaptive fuzzy control for robot manipulators using PSO // Journal of AI and Data Mining. - 2014. - Vol. 2. – P.125-133.

21 Куликов С. и др. Моделирование разработки мощных пластов // Успехи современного естествознания. – 2009. - №7. – С. 100-107.

22 Бейсембаев К., Жолдыбаева Г., Мендикенов К. Модели взаимодействия машин и пород в недрах // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. - №11. – С. 13-17.

23 Жетесова Г., Жакенов С., Бейсембаев К. и др. Цифровые модели разработки сложнотележающих участков как основа ресурсосбережения // Уголь. – 2019. – №6. – С. 29-34.

24 Жетесова Г., Бейсембаев К., Нокина Ж. и др. Программирование, управление и цифровые модели забоев газодугольных шахт. – М., 2020. – 176 с.

25 Жетесова Г., Бейсембаев К., Мендикенов К. и др. Моделирование работы скребкового конвейера в зоне поворота // Горный журнал. - 2019. - №6. – С. 108-117.

26 Бейсембаев К., Жолдыбаева Г., Демин В. и др. Автопроектирование горных машин в 3D: проектно-модельный подход. – М., 2020. – 138 с.

27 Жетесова Г., Бейсембаев К., Нокина Ж. и др. Программирование, управление и цифровые модели забоев газодугольных шахт. – Караганда, 2019. – 166 с.

28 Жетесова Г., Бейсембаев К., Асмагамбет Д. Моделирование камерной выемки с уступной формой забоя // Уголь. – 2020. - №12. – С. 14-20.

29 Бейсембаев К., Малыбаев Н., Акижанова Ж. и др. Разработка элементов регистрирующей системы в научно-исследовательской работе магистрантов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2019. - №7. - С. 100-105.

30 Бейсембаев К., Малыбаев Н., Мендикенов К. и др. Особенности проектирования устройства для имитации нагружения привода // Научное обозрение. – 2019. - №6. – С. 16-20.

31 Бейсембаев К., Юрченко В., Нокина Ж. и др. Обратная связь и идентификация горных процессов // Технологическое оборудование для горной

и нефтегазовой промышленности: сб. тр. 18-й междунар. науч.-техн. конф. «Чтения памяти В.Р. Кубачека». – Екатеринбург, 2020. – С. 231-234.

32 Бейсембаев К., Абдрахманов Е., Асмагамбет Д. и др. Проблемы проектирования поворотного узла скребкового конвейера // Тр. КарМТУ. – Караганда, 2020. – С. 19-23.

33 Sidorová M., Beysembayev K.M. et al. Plastic Flow Modeling in Rock Fracture // Acta Montanistica Slovaca. – 2018. – Vol. 23. – P. 357-367.

34 Решение контактных задач в ANSYS 6.1.2003 / CADFEM. – М., 2003. – 138 с.

35 Лукьянова А.Н. Моделирование с помощью программы ANSYS осесимметричной контактной задачи: лаборат. работа №9. – Самара, 2014. – 52 с.

36 Галкин В., Шишко Е. Ленточные конвейеры на современном этапе развития горной техники // Горный журнал. - 2017. - №9. - С. 87-93.

37 Бейсембаев К., Мендикенов К., Нокина Ж. и др. Совершенствование выемки пластов породы с применением поворотных конвейеров // Сб. тр. 15-й междунар. науч.-техн. конф. «Чтения памяти В.Р. Кубачека». – Екатеринбург, 2018. - С. 24-27.

38 Чугуев Л. Динамика конвейеров с цепным тяговым органом. - М.: Недра. 1976. – 160 с.

39 Кондрахин В., Зубова Ю., Ткаченко Е. Многокритериальный подход к обоснованию алгоритма запуска многоприводного забойного скребкового конвейера с двухскоростными электродвигателями // <https://masters.donntu.ru/2014.10.11.2023>.

40 Бейсембаев К.М., Мендикенов К.К., Асмагамбет Д. Задачи повышения эффективности камерной выемки // Горный журнал Казахстана. - 2021. - №1. – С. 48-53.

41 J. Janoško, M. Sidorová, Г. Жетесова, К. Бейсембаев, Д. Асмагамбет «Разработка рудных жил с применение поворотного бронированного скребкового конвейера», «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы - Ұлт жоспарын іске асырудың негізі» Халықаралық ғылыми-практикалық online конференциясы. - Қарағанды, ҚарМТУ. 2020. Б. 2. Б.315-317.

42 Бейсембаев К.М., Мендикенов К.К., Асмагамбет Д.К. и др. Управление механизмами в пакете динамического программирования // Актуальные проблемы современности. – 2021. - №1(31). – С. 170-178.

43 Бейсембаев К.М., Есен А.М., Зверев Н.А. және т.б. Машиналар арасында тау-кен модельдеу // Ғылыми - тәжірибе конференциясы «Ғылым және білім стратегиясының жетекші факторы «Қазақстан – 2050», 2014. 2Б. Б24-26.

44 Бейсембаев К.М., Мендикенов К.К., Шманов М.Н. и др. Особенности расчета рычажных конструкций для новых технологий добычи пластовых месторождений // Успехи современного естествознания. – 2014. - №9-2. – С. 137-142.

- 45 Бейсембаев К.М. и др. Моделирование робототехники для очистных забоев // Научное обозрение. Технические науки. – 2017. - №3. – С. 5-10.
- 46 Бейсембаев К.М. и др. Рост квалификации и использование сетевых технологий в горном деле // Актуальные проблемы современности. – 2017. - №3(17). – С. 151-158.
- 47 Прикладные вопросы вязкости разрушения / пер. с англ.; под ред Б.А. Дроздовского. – М., 1968. – 552 с.
- 48 Barakuda: przenosnik zgrzeblowy skrotny // <https://www.sigmasa.pl/pobierz/XEN2ZRQRkYYpsnHSmxo>. 10.11.2024.
- 49 Бейсембаев К.М., Нокина Ж.Н., Асмагамбет Д.К. и др. Системы САМ в анализе технологии выемки пластов минералов // Научное обозрение. Технические науки. – 2021. - №1. – С. 5-10.
- 50 Решетникова О.С., Телиман И.В., Артемова А.А. Особенности проектирования манипуляторов горных машин // Горный журнал. – 2017. - №7. – С. 87-95.
- 51 Каплун А.Б., Морозов Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках инженера: практ. рув. - М., 2003. – 319 с.
- 52 Нургузин М.Р., Даненова Г.Т. Инженерные расчёты в ANSYS: сб. примеров. – Караганда, 2006. – 319 с.
- 53 Пивень Г.Г., Климов Ю.И. Имитационное моделирование гидромеханических систем (математические модели). – Караганда, 2004. – 106 с.
- 54 Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах. – М.: КомпьютерПресс, 2002. – 223 с.
- 55 Бейсембаев К.М., Шашынова М.Б. Основы системного анализа в базах данных. - Караганда, 2008. – 208 с.
- 56 Бейсембаев К.М., Жетесов С.С. Практические аспекты разработки промышленных информационных систем. – Караганда, 2009. – 207 с.
- 57 Бейсембаев К.М., Жетесов С.С., Демин В.С. и др. Практические и исследовательские аспекты разработки горных машин в 3d. - Караганда, 2012. – 95 с.
- 58 Бейсембаев К.М., Жетесов С.С., Шманов М.Н. Геомеханические основы разработки угля в нестационарных системах. - Караганда, 2009. – 207 с.
- 59 Конюхов А.В. Основы анализа конструкций в ANSYS. – Казань, 2001. – 103 с.
- 60 Кудинов В.А., Карташов Э.М. Гидравлика. – М., 2012. – 199 с.
- 61 Мелентьев В.С., Гвоздев А.С. ADAMS/View, ADAMS/PostProcessor: краткий справочник пользователя. – Самара, 2006. – 106 с.
- 62 Иванов А.А. MSC.ADAMS: теория и элементы виртуального конструирования и моделирования. – М., 2003. – 97 с.
- 63 Темирбекова Н. Проектирование элементов силовых гидроцилиндров горных машин // <https://scienceforum.ru/2018/article/2018005437>. 10.11.2023.
- 64 Поляков К.А. Создание виртуальных моделей в пакете прикладных программ Adams. – Самара, 2003. – 89 с.

65 Зарубин М.Ю., Кузьмин С.Л. Моделирование кинематического анализа механизма подъёма самоходного полка // Вестник науки Костанайского социально-технического университета имени академика Зулхарнай Алдамжар. – 2009. - №1(8). – С. 92-97.

66 Абдрахимов У.Т., Кузьмин С.Л. Динамический анализ механизма подъёма механизированного полка для горношахтных работ // Горный журнал Казахстана. – 2009. - №12. – С. 21-23.

67 Кузьмин С.Л. Применение компьютерной технологии при проектировании самоходного полка для горной промышленности // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сб. тр. 7-й междунар. науч.-техн. конф. «Чтения памяти В.Р. Кубачека». – Екатеринбург, 2009. - С. 278-281.

68 Бейсембаев К.М., Жетесов С.С. Практические аспекты разработки // В кн.: Практические аспекты разработки промышленных информационных систем. – Қарағанды, 2009. – С. 187-191.

69 Бейсембаев К.М., Исабеков М.У., Каппасов Н. и др. Информационные аспекты расчёта состояния сложных систем на обновлённой платформе // Актуальные проблемы современности. – 2008. - №4(17). – С. 188-194.

70 Норенков И.П., Маничев В.Б. Основы теории и проектирования САПР. – М., 1990. – 334 с.

71 Бейсембаев К.М., Жетесов С.С., Шманов М.Н. Қазақстанда пайдалы қазбаларды игеру кешенділігінің генезисі // Социалистік Еңбек ері, академик А.С. Сағыновтың жарқын естелігіне және университеттің 55 жыл. арнал. «Заманауи техникалық кадрларды даярлаудағы ғылымның инновациялық рөлі» халық. ғыл.-практ. конф. еңбек. – Қарағанды, 2008. - Б. 67-70.

72 Бейсембаев К.М., Когай Г.Д., Шацанова М.Б. и др. К моделям информационных связей в сложных системах // <https://science-education.ru/ru/article/view?id=7471>. 10.11.2023.

73 Жетесов С.С., Сагинов А.С., Лазуткин А.Г. и др. Пути развития и совершенствования механизированных крепей. - Алма-Аты, 1992. – 279 с.

74 Бейсембаев К.М., Шманов М.Н., Курманов С.Т. и др. Блочное программирование сложных систем // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. - №2(9). – С. 46-49.

75 Бейсембаев К.М., Векслер Ю.А., Жетесов С.С. и др. Исследование состояния горного массива при подвигании лавы // Горный журнал. – 2013. - №3. – С. 69-73.

76 Шманов М.Н., Бейсембаев К.М. К расчету разрушения кровли поперечными трещинами // Халық. ғыл.-техн. еңбек. «Ғылыми-техникалық прогресс - нарықтық экономиканы дамытудың негізі». – Қарағанды, 1997. - Б. 157-158.

77 Бейсембаев К.М. и др. Состояние районов залежей нефти и газа после отработки продуктивных пластов и современные методы их мониторинга // <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6328>. 10.11.2024.

- 78 Бейсембаев К.М. Проблемы расчёта аттрактора нестационарной системы // Актуальные проблемы современности. – 2010. - №7(57). – С. 11-16.
- 79 Бейсембаев К.М., Жетесов С.С., Шманов М.Н. Исследование особенностей состояния горных пород в недрах // Комплексное использование минерального сырья. – 2009. - №3. – С. 3-11.
- 80 Шманов М.Н., Бейсембаев К.М. Приоритетные направления развития крепей для короткозабойных технологий // Уголь. - 1992. - №8. - С. 37-39.
- 81 Бейсембаев К.М., Жетесов С.С., Исабеков М.У. и др. Техногенные катастрофы на шахтах: обобщённый подход // Актуальные проблемы современности. – 2008. - №13(30). – С. 4-10.
- 82 Абдугалиева Г.Б., Бейсембаев К.М., Жетесов С.С. и др. Совершенствование методических подходов к расчёту нагруженности крепей // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. - №7. – С. 5-11.
- 83 Носов Д.А., Фатыхов Т.Т., Елькин А.А. и др. Механизация горных работ на рудниках верхнекамского месторождения солей // Горный журнал. - 2021. - №4. - С. 11-16.
- 84 Song G. et al. A numerical modelling study of longwall face stability in mining thick coal seams in China // Int. J. of Mining and Mineral Engineering. - 2017. - Vol. 8. - P. 35-55.
- 85 Habib S.H., Belaidi I. Crack analysis in bimaterial interfaces using t-spline based XIGA // Journal of Theoretical and Applied Mechanics. - 2017. - Vol. 55, №1. P. 55-68.
- 86 Marasova D., Teplitsa K., Boksha P. et al. Sustainable quality of conveyor belts using an integrated knowledge system to support decision-making // Acta Montanistica Slovaca. - 2021. – Vol. 26. - P. 117-126.
- 87 Wang Sh. et al. Analysis and Experimental Study on Pressure Characteristics of Supporting Roller Group of Pipe Belt Conveyor // Hindawi Shock and Vibration. - 2019. – Vol. 2019. – P. 7061847-1-7061847-7.
- 88 Park J.Y., Kang H., Lee J.W. et al. A study on rock cutting efficiency and structural stability of a point attack pick cutter by lab-scale linear cutting machine testing and finite element analysis // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences - 2018. – Vol. 103. - P. 215-229.
- 89 Beysembayev K.M., Reshetnikova O.S., Asmagambet D.K. New technologies of mining stratal minerals and their computation // Procceed. IOP conf. Series: Materials Science and Engineering. – Tomsk, 2018. – P. 022012.
- 90 Dodagoudar G.R., Rao B.N., Sunitha N.V. A mesh free method for beams on elastic foundation // International Journal of Geotechnical Engineering. - 2015. - Vol. 9, №5. - P. 298-306.
- 91 Данияров А.Н., Малыбаев С.К. Опыт эксплуатации и перспективы применения специальных пластинчатых конвейеров. - Алма-Аты: КазНИИНТИ, 1987. – 58 с.
- 92 Асмагамбет Д.К., Жетесова Г.С., Бейсембаев К.М. и др. Разработка шарнирной системы поворотного конвейер // Вестник Евразийского Национального университета им. Л.Н. Гумилева. – 2021. - №4(137). – С. 48-57.

ҚОСЫМША А

Акт енгізу

Диссертационный совет
по специальностям
(образовательным программам)
8D07101 «Машиностроение»,
8D07102 «Транспорт, транспортная
техника и технологии», 6D071200
«Машиностроение» и 6D071300
«Транспорт, транспортная техника и
технологии» при НАО
«Карагандинский технический
университет имени Абылкаса
Сагинова»

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Мы, нижеподписавшаяся комиссия, в составе:

Ким В.Н. – директор по производству ТОО «KazTechPro»;

Жетесова Г.С. – д.т.н., профессор, профессор кафедры ТОМиС НАО
«Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»,

Бейсембаев К.М. – д.т.н. доцент кафедры ТОМиС НАО
«Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»,

Асмағамбет Д.К. – докторант кафедры ТОМиС НАО «Карагандинский
технический университет имени Абылкаса Сагинова» составили настоящий
акт о том, что основные положения диссертационной работы Д.К. Асмағамбет
на тему «Исследование и разработка конструкции поворотного конвейера на
основе обеспечения взаимодействия шарнирных соединений» докладывались
и получили одобрение на заседании научно-технического совета ТОО
«KazTechPro».

Проведенные научные исследования можно характеризовать как
научно-обоснованные разработки, которые имеют практическую ценность и
рекомендуется к внедрению и использованию при проведении научно-
исследовательских и опытно-промышленных работ.

Настоящим письмом подтверждаем положительные итоги внедрения
научно-практических результатов диссертации, которые планируются к
использованию в будущих проектах, реализуемых в ТОО «KazTechPro».

Данный акт внедрения не является основанием для предъявления каких-
либо финансовых претензий, а также требований, связанных с авторскими
правами.

Директор по производству



Ким В.Н.

«Бекітемін»
КеАК «Әбілқас Сағынов
атындағы ҚарТУ»
Басқарма мүшесі-
академиялық мәселелер
жөніндегі Проректор
А. Темербаева
» 20 ж.

Диссертациялық жұмыс нәтижесін оқу үдерісіне енгізу туралы
АКТ

Осы актімен Асмағамбет Диана Кенжебайқызының 8D07101 «Машина жасау» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алуға ұсынылған «Бұрылыс конвейерінің тартқыш органының борттары мен қырғыштарының жаңа топсалы қосылыстарының өзара әрекеттесуін қамтамасыз етудің конструкторлық-технологиялық шарттарын әзірлеу, зерттеу» диссертациясының нәтижелерін пайдаланғанын растаймын.

Диссертация материалдары «Технологиялық жабдықтар, машина жасау және стандарттау» кафедрасында 7M07109 «Технологиялық машиналар және жабдықтар» білім беру бағдарламасы бойынша магистранттарға «ЭЕМ арнайы курсы. Тау-кен жабдықтарын модельдеуге арналған қазіргі кездегі қолданбалы бағдарламалар» пәні бойынша оқу процесінде қолданылады.

Аталған жұмыс дәріс курсына енгізілді. Пән тау-кен жабдықтарын модельдеуге арналған заманауи қолданбалы бағдарламаларды зерттеуге бағытталған. Курс келесі бөлімдерді құрайды: бұрылмалы конвейердің сызықтық және сызықтық емес бағдарламалау әдістері; модельдеу үшін бағдарламалық пакеттерді пайдалану ерекшеліктері; топсаның жаңа түрлерін модельдеу; жобалау кезінде мәліметтер базасын пайдалану; C++, Delphi көмегімен объективті бағытталған тілдерді қолдану. Курсты зерттеу тау-кен жабдықтарын модельдеу кезінде қолданбалы бағдарламалармен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыруға бағытталған.

ТЖМЖС каф. меңгерушісі
PhD докторы

В.В. Юрченко

Ғылыми жетекші
т.ғ.д., ТЖМЖС кафедрасының
профессоры

Г.С. Жетесова

Докторант

Д.К. Асмағамбет

ҚОСЫМША Ә

Патенттер

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  **РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН**

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ
PATENT

№ 35873

ӨНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION



(21) 2021/0425.1

(22) 09.07.2021

(45) 30.09.2022

(54) Бұрыштық қырғыштық конвейер
Угловой скребковый конвейер
Angular scraper conveyor

(73) Бейсембаев Кәкім Манапович (KZ)
Beisembaev Kakim Manapovich (KZ)

(72) Ақизханова Жанар Темірбаевна (KZ)
Асмағамбет Диана Кенжебайқызы (KZ)
Жақенов Серікжан Амірджанович (KZ)
Жетесова Гүлнара Сантаевна (KZ)
Юрченко Василий Викторович (KZ)
Бейсембаев Кәкім Манапович (KZ)
Малыбаев Нұрлан Сәкенович (KZ)
Мендікенов Канат Кенжіғалиевич (KZ)
Никонова Татьяна Юрьевна (KZ)
Левшанов Руслан Владимирович (KZ)
Чиркин Олег Сергеевич (KZ)

Ақизханова Жанар Темірбаевна (KZ)
Asmagambet Diana Kenzhebaikyzy (KZ)
Zhakenov Serikzhan Amirdzhanovich (KZ)
Zhetessova Gulnara Santayevna (KZ)
Yurchenko Vassiliy Viktorovich (KZ)
Beisembaev Kakim Manapovich (KZ)
Malybaev Nurlan Sakenovich (KZ)
Mendikenov Kanat Kenzhigaliyevich (KZ)
Nikonova Tatyana Yurevna (KZ)
Levshchanov Ruslan Vladimirovich (KZ)
Chirkin Oleg Sergeevich (KZ)



ЭЦҚ қол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed with EDS

Е. Оспанов
Е. Оспанов
Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМҚ директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE

Патентті күшінде ұстау ақысы уақытылы төленген жағдайда патенттің күші
Қазақстан Республикасының бүкіл аумағында қолданылады.

Патентке өнертабыстың толық сипаттамасы www.kazpatent.kz ресми сайтында
«Қазақстан Республикасының өнертабыстарының мемлекеттік тізімі» бөлімінде қолжетімді.

* * *

Действие патента распространяется на всю территорию Республики Казахстан
при условии своевременной оплаты поддержания патента в силе.

Полное описание изобретения к патенту доступно на официальном сайте www.kazpatent.kz
в разделе «Государственный реестр изобретений Республики Казахстан».

* * *

Subject to timely payment for the maintenance of the patent in force
the patent shall be effective on the entire territory of the Republic of Kazakhstan.

Full description of the patent for invention are available on the official website www.kazpatent.kz
in the section «State Register of Inventions of the Republic of Kazakhstan».



Қазақстан Республикасы Әділет министрлігінің
«Ғылыми зияткерлік меншік институты» РМҚ
Астана қаласы, Мәңгілік Ел даңғылы, ғимарат 57А

РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Министерства юстиции Республики Казахстан
Город Астана, проспект Мангилік Ел, здание 57А

«National Institute of Intellectual Property» RSE,
Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan
Astana, 57A Mangilik El Avenue

Tel./Tel.: +7 (7172) 62-15-15
E-mail: kazpatent@kazpatent.kz
Website: www.kazpatent.kz

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 040616

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.06

(21) Номер заявки
202091969

(22) Дата подачи заявки
2020.08.17

(51) Int. Cl. E21C 27/22 (2006.01)
E21D 23/04 (2006.01)
E21F 13/08 (2006.01)
B65G 17/26 (2006.01)

(54) ВЫЕМОЧНЫЙ АГРЕГАТ

(43) 2022.02.28

(96) KZ2020/041 (KZ) 2020.08.17

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
КАРАГАНДИНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ;
БЕЙСЕМБАЕВ КАКИМ
МАНАПОВИЧ (KZ)

(72) Изобретатель:
Бейсембаев Каким Манасович,
Жетесова Гульнара Сантаевна,
Малыбаев Нурлан Саменович,
Мендикенов Канат Кенжигалиевич,
Нокшина Жаннел Нуртаевна,

Лапушкин Алексей Александрович,
Шманов Махамбет Нажметдинович,
Юрченко Василий Викторович,
Акижанова Жанар Темирбаевна,
Асмагамбет Диана Кенжебайкызы,
Абдрахманов Еркебулан
Маргуланулы, Жакенов Сериксан
Амрджанович, Таханов Борис
Шешенбаевич (KZ)

(56) SU-A1-973824
EA-B1-024900
EA-B1-034478
US-A-4339031
GB-A-2103559

(57) Выемочный агрегат, включающий проходческо-очистной комбайн с перегружателем, секции механизированной крепи, состоящие из центральной и боковых секций с механизмом смещения секций за счет четырехзвенников и рычажными распорными механизмами с гидростойками, угловой поворотный конвейер, прикрепленный в портале секции крепи, имеющий поворотные и поворотно-поступательные шарниры с обеих сторон решетаков конвейера. Поворотные шарниры из специальных проушин соединяют соседние секции, обеспечивая минимальный зазор между боковыми пластинами. С другой стороны решетаков прикреплены проушины поворотно-поступательного шарнира из серьги, закрепленной пальцами в проушинах с продольным пазом, обеспечивающим требуемое угловое смещение решетаков. Головной рештак углового конвейера шарнирно связан с основанием центральной секции крепи посредством домкрата связи с ходом, обеспечивающим маневрирование крепи и смещение конвейера при обходе нарушения, при этом рештаки углового конвейера входят в поступательную пару с направляющими бортов конвейера выработки до зоны, лежащей напротив устья камеры, так чтобы обеспечивался поворот става в пределах контура камеры с учетом расположения оборудования. Распорный механизм секций крепи выполнен в виде верхнего и нижнего шарнирно соединенных между собой рычагов, аналогичным образом соединенных с перекрытием и основанием и смещенных к боковым сторонам секций крепи, имеющей жесткие перемишки, связывающие рычаги, образующие портал для углового конвейера, причем один из рычагов связан шарнирно с гидростойкой, отнесенной в заднюю часть секций крепи, при этом порталы боковых секций односторонние.

040616 B1

040616 B1

Предлагаемое изобретение относится к горному делу, а именно к средствам автоматизированной выемки угля с применением угловых (поворотных) конвейеров.

Известен скребковый конвейер по евразийскому патенту № 024900, заявка № 201400240, дата подачи заявки 07 февраля 2014 г., заявитель Бейсембаев К.М., включающий шарнирно соединенные решетки, привод, цепной тяговый орган со скребками, имеющими криволинейные опоры, натяжные устройства и систему регулирования натяжения, группу решеток со средними листами, разделяющими полость на рабочее и холостое отделения, через один выполненными с прикрепленными к их нижней или верхней поверхности со стороны торцов упругими сегментами, заходящими под соседний лист в полости холостой ветви или заходящими на соседний лист в полости рабочей ветви так, что предотвращают просыпание груза из рабочей в холостую полость по внешней дуге упругого сегмента при повороте решеток на максимальный угол; раздвижные узлы натяжных устройств выполнены в виде гидроцилиндров, подача рабочей жидкости в рабочие полости которых пропорциональна смещению решеток друг от друга соответственно по осям ближней и дальней цепей. Решетки в группе соединены между собой проушинами с вертикальной осью вращения с возможностью силового регулирования угла их поворота относительно друг друга с помощью приводных или механических фиксаторов, шарнирно прикрепленных со стороны раскрывающихся бортов; приводной механизм, в частности, выполнен в виде гидроцилиндров с гидравлически запираемыми, штоковыми и поршневыми полостями, при этом запирающие осуществляется после фиксации группы решеток в заданном положении; боковины группы решеток могут иметь устанавливаемые упругие секторные отражатели для направления потока груза при повороте решеток. Данная конструкция обеспечивает возможность изменения расположения привода на шпуре. Удаётся разместить привод в шпуре на заданном удалении от сопряжения, выведя его из опасной зоны, а при необходимости и вообще отказаться от перегружателя, удлинив конвейер вплоть до длины выемочного столба. Кроме того, существенно улучшается режим проветривания лавы за счёт увеличения свободного сечения сопряжения. Система становится универсальной и может обеспечить разворот конвейера при размещении шпура под прямым углом к лаве. Позволит легко приспособить конвейер при частом изменении длины лавы, в конечном итоге повышает производительность работ. Кроме того, устройство может применяться и при камерной выемке, разворачиваясь на угол до 90° с выработки в камеру, следуя вслед за проходческо-очистным комбайном с помощью лебедки или своим ходом при установке конвейера на подвижные платформы по технологии (см. патент США № 4339031 от 13 июля 1982 г. на устройство конвейера, владелец Neal W. Densmore, Franklin, Pa, компания Joy Manufacturing, Pittsburgh, Pa; а также статью Андрейко С.С., Перминов К.М. Разработка технологии добычи калийной руды с применением изгибающегося конвейерного поезда // Известия вузов, Горный журнал. - 2013 г. - № 3. - С. 4-9) или при широкозахватной выемке в лаве (см. патент США № 8770667 В1 от 8 июля 2014 г. на способ добычи и устройства, владельцы Timothy J. Myers, Michael Cline, John Dickinson, компания Seneca Industries Inc).

Недостатком конструкции является то, что применение гидроцилиндров на каждом решётке конвейера усложняет конструкцию, требует сложной системы автоуправления, повышает стоимость оборудования и повышает длительность операций по вводу конвейера в камеру или лаву при других соответствующих технологиях работ (см. выше патенты США и ссылку на статью), а также снижает надёжность и производительность работы.

Известен угловой поворотный конвейер по евразийскому патенту № 034478, дата публикации и выдачи патента 2020.02.12, заявитель и патентовладелец: Карагандинский государственный технический университет; Бейсембаев К.М. (KZ), которым обеспечена схема транспортирования с упрощённой системой управления и конструкцией при обеспечении смыкания и размыкания шарниров соединения решеток для поворота и повышения надёжности работы углового скребкового конвейера. Это достигается тем, что угловой скребковый конвейер имеет натяжные устройства для обоих бортов. Каждое натяжное устройство выполнено в виде продольных прикрепленных к бортам кожухов с пропущенным через них тросом, закрепленным к головной секции, а на концевой - к натяжному устройству, например гидроцилиндрам, прикрепленным к кронштейну концевого решётки, а также пружина растяжения с каждой стороны бортов, шарнирно стягивающих решётки с возможностью растяжения на расчётную величину, а также устройством из вкалок, укрепленным в борта решёток с полостями со стержнями с пятами на концах, взаимодействующими с шаровыми гнездами вкалок. Длина стержней такова, что ограничивает поворот решётки заданной величиной смещения, предотвращая также превышение растягивающего усилия на пружине выше критического, а взаимодействие шаровых пята и гнезд обеспечивает плавный поворот решеток; величина хода натяжного устройства равна относительно суммарному смещению всех решеток в поворотной зоне, при этом со стороны борта ближнего к центру поворота борта прижаты к друг другу, а с дальней стороны смещены на заданную величину. Максимальное усилие натяжения троса существенно превосходит усилие растяжения пружин и обеспечивает силовое смыкание бортов при неравномерной нагрузке на решётках, когда под воздействием производственных факторов на некоторых из них возникают повышенные нагрузки. При этом взаимодействие обеих натяжных систем обеспечивает плавность, гибкость и работоспособность механизма смыкания и размыкания бортов конвейера, а по отдельности их работоспособность существенно снижается. В частности, наличие пружин и стержней с пятами ограничивает произвольное раскрытие решеток на больший угол, а также образование

резко неравномерных смещений бортов решетаков, а их отсутствие, при наличии только натяжного устройства с тросом, поставит систему в аварийный режим, не только способствуя просыпанию груза, но и приводя к резкому повышению опорных усилий между бортами решетаков и скребками, причем минимальная величина хода троса не менее суммарного смещения решетаков друг от друга при их последовательном повороте, замеренного по бортам решетаков с большим радиусом поворота при запланированном повороте направления транспортирования.

Недостатки: громоздкость и сложность конструкции, необходимость протяжки двух тросов через став конвейера в сочетании с работой пружины механизмов; сложность конструкции соединения решетаков конвейера обеспечивающих поворот решетаков и возможность их смещения; нерешенность вопроса о передвижении конвейера при применении его для камерной выемки.

Известна шагающая крепь для разработки мощных крутонаклонных угольных пластов, которая способна крепить выработки и имеет возможность использования в проходческих забоях и камерах (см. Институт угля Федерального Исследовательского Центра Угля и Углехимии СО РАН и его значение в научном обеспечении Кузбасса. В.И. Клишин, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. РАН, член АГН, директор ИУ ФИЦ УУХ СО РАН, источник: <https://mining-media.ru/ru/article/company/14126-institut-uglya-federalnogo-issledovatel'skogo-tsentra-uglya-i-uglekhimii-so-ran-i-ego-znachenie-v-nauchnom-obespechenii-kuzbassa>; фиг. 5). Она состоит из гидроопор, размещенных по бокам секции перекрытия с гидроуправляемыми козырьками, гидроцилиндров передвижения, размещенных в перекрытии таким образом, что они способны передвигать передний ряд гидроопор, а затем подтягивать перекрытие и задний ряд гидроопор. В пространстве между гидроопорами может располагаться проходческо-выемочный комбайн для разрушения минерала забоя. Принцип работы заключается в том, что секция крепи может перемещаться по выработке перемещением гидроопор, в том числе и за забоем, обрабатываемым проходческим комбайном.

К недостаткам предложения относятся возможность столкновения комбайна при его маневрировании с гидроопорами, которые по своим функциональным возможностям не способны выдерживать боковые нагрузки, небольшая раздвижность секции крепи, равная ходу штока, что при его увеличении за счет двойной телескопичности гидростоек приводит к неравномерному сопротивлению и снижению надежности их работы, большая длина секции и сложность ее поворота при необходимости выполнения маневров.

Наиболее близким по технической сути является выемочный агрегат по ссылке 6, 4635252/03, 12.01.89, 30.11.91, бюл. № 44, Химико-металлургический институт АН КазССР, Ж.П. Вареха, М.Н. Шманов и К.М. Бейсембаев, 622.232.72(088.8), авторское свидетельство СССР № 1234614, кл. E21C 27/02, 1984, "Выемочный агрегат".

На основании секции крепи установлены два исполнительных органа (ИО) для выемки пласта, через оси которых проходят передние гидростойки секций крепи. Основание механизированной крепи состоит из двух частей, соединенных между собой посредством Г-образных выступов, выполненных на каждой части основания со стороны соединяемых частей, и захватов погрузчика, установленного на основании. На каждой части основания расположена вдоль продольной оси выработки направляющая, на которой установлен привод с возможностью фиксации и перемещения, шарнирно связанный с ИО, выполненным в виде рукоятки отбойной головки, прикрепленной с возможностью перемещения в горизонтальной плоскости. Обе части основания имеют возможность перемещения одна относительно другой посредством гидродомкрата подачи (ГП). Одним концом ГП соединен с основанием, а другим с последующей секцией крепи минимум на величину отбойной головки. Принцип работы заключается в том, что обработка забоя ИО ведется в отстающих и опережающих на шаг выемки частях (уступах) забоя за счет возможности перемещения ИО по направляющим основания секции крепи. Имеется и возможность обработки обоих уступов одним ИО, что повышает надежность схемы выемки при аварии одного из них.

Недостатки: при работе ИО вибрации через основание будут передаваться на перекрытие секции крепи и на кровлю, что может вызвать ее разрушение; гидростойки секции также будут работать с вибрациями, что снизит их надежность; затруднено маневрирование секциями крепи; сложность конструкции при монтаже и демонтаже.

Цель: выемка участков твердых минералов в сложных горногеологических условиях.

Агрегат включает проходческо-выемочный комбайн, секции механизированной крепи с возможностью маневрирования и повышенным свободным пространством для размещения выемочного, управляющего оборудования и прицепного углового конвейера.

Таким образом, задачей изобретения является обеспечение выемки твердых минералов в сложных условиях, надежное крепление кровли в зоне выемки, передвижение углового (поворотного) конвейера с высокоманевренным оборудованием в камере секциями крепи, протягивающими за собой угловой (поворотный) конвейер для погрузки минерала на конвейер выработки и проходческо-выемочным комбайном. При этом

секции крепи соединены по основаниям домкратами передвижения с прикреплением цилиндров между секциями к центральной секции, а их штоков к основаниям секций, расположенным с краю;

угловой конвейер шарнирно соединен с домкратом связи, который аналогичным образом присоединен к основанию центральной секции;

распорный механизм секций крепи состоит из двух частей, разнесенных по бокам оснований секции крепи, и выполнен в виде шарнирно связанных плоских рычагов, сверху шарнирно прикрепленных к перекрытию и аналогично снизу к основанию;

гидростойка отнесена в завальную часть крепи, шарнирно присоединена к основанию и к одному из рычагов распорного механизма,

при этом два верхних рычага центральной секции жестко соединены между собой поперечиной на высоте, исключающей при просадке секции крепи их касание с погрузчиком комбайна;

созданное свободное пространство под крепью и у забоя выбрано из условия обеспечения эффективной выемки забоя при маневрировании комбайном и его разворота для совершения обратного хода в сторону выработки, а также постепенного обхода нарушенной зоны горного массива;

поворот центральной секции крепи осуществляется за счет выдвижения одного из домкратов центральной секции при меньшем выдвижении домкрата секции с противоположной стороны,

при этом угловой конвейер маневрирует за счет выдвижения штока гидродомкрата связи и поворота в шарнирах связи;

по мере подвигания забоя используется крепление в виде верхняков с разворачивающимися гидроопорами.

Угловой конвейер может иметь различные схемы по патентам № 024900, заявка № 201400240, дата подачи заявки: 07 февраля 2014 г., заявитель Бейсембаев К.М., № 034478, дата публикации и выдачи патента 2020.02.12, заявитель КарГТУ и Бейсембаев К.М., а также выполняться по упрощенной схеме с поворотными и поворотно-поступательными шарнирами из проушин и цилиндрической серьги с пазом, в котором размещены пальцы (оси), при креплении концевой решетки на направляющие конвейеры выработки с образованием поступательной связи, а при выемке камеры на полную длину концевой (приводной) решетки остается на выработке в поступательной связи с конвейером выработки, задавая положение конвейера в камере, начиная от которого все решетки повернуты на установленный угол, и по его положению можно определить положение става поворотного конвейера в камере. См формулы расчета в журнале № 6, Уголь, 2019, с. 28-34, Жетесова Г.С., Жакенов С.А., Бейсембаев К.М., Малыбаев Н.С., Нокина Ж.Н. При этом технический результат предлагаемого изобретения обеспечит следующее:

- 1) сокращение объемов применения дорогих гидроцилиндров и гидрооборудования;
- 2) упрощение системы управления и уменьшение высоты и габаритов конвейера за счет отсутствия привода и платформы для его самостоятельного движения;
- 3) возможность удлинить длину транспортирования для поворотных скребковых конвейеров, в частности, в лавах и камерах длиной 100 м и других криволинейных выработках;
- 4) более производительное и надежное транспортирование груза в различных условиях забоев и выработок;
- 5) возможность выполнить поворотную базу конвейера универсальной с возможностью размещения цепного скребкового тягового органа или ленточного несущего полотна;
- 6) разворот конвейера из выработки в выработку без применения специальных систем управления приспособлением его решеток к возникающим условиям;
- 7) крепление камеры с возможностями обхода геологических нарушений маневрированием комбайном, крепью и угловым конвейером.

Технический результат достигается тем, что угловой скребковый конвейер имеет поворотные и поворотно-поступательные шарниры с обеих сторон решеток конвейера. Их длина такова, что при развороте на заданный угол (15°) относительно соседних опережающего и отстающего решеток обеспечивается требуемый радиус поворота става конвейера исходя из ширины выработок и расположенного там оборудования. Поворотные шарниры из специальных проушин соединяют соседние секции, обеспечивая минимальный зазор между ними при повороте на максимально допускаемый угол (не более 8 мм при угле 15°), при этом с другой стороны решеток прикреплены проушины поворотно-поступательного шарнира из цилиндрической серьги, закрепленной пальцами в проушинах с продольным пазом. При повороте палец отстающего решетки удерживает серьгу, обеспечивая ее повороты, а палец опережающего решетки перемещается в пазу до цилиндрического упора. Ход пальца соответствует углу поворота. При развороте из основной выработки в камеру угловой конвейер за передний решетку протаскивается центральной секцией крепи, а последующие решетки протаскиваются и разворачиваются опережающими решетками, кроме последнего, который движется в направляющих, прикрепленных к конвейеру основной выработки, и задает направление остальным решеткам, обуславливая их положение в камере и на сопряжении камеры и выработки.

Описание содержит фиг. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. На всех фигурах применяются одинаковые номера позиций для одних и тех же узлов или деталей.

На фиг. 1 изображено положение конвейера при камерной выемке, где

- 1 - комбайн;
- 2 - погрузчик комбайна;
- 3 - центральная секция крепи (консольный козырек);
- 4 - головной решетчатый конвейер с гидравлическим натяжным устройством;

- 5 - поворотные шарниры;
- 6 - перегружатель комбайна;
- 7 - поворотно-поступательный шарнир;
- 8 - направляющая поступательной связи рештаков с конвейером выработки 10;
- 12 - поворотный рештак;
- R - средний радиус поворота по осевой линии углового конвейера.
- На фиг. 2 дан увеличенный вид соединения поворотных рештаков, где
- 37 - цепной скребковый тяговый орган.
- На фиг. 3 представлен вид сверху на поворотно-поступательный шарнир, соединяющий два соседних борта 14, где
- 13 - проушины;
- 15, 16 - соответственно паз и цилиндрическая серьга.
- На фиг. 4 показан вид поворотно-поступательного шарнира по стрелке А, где
- 34 - палец;
- 35 - цилиндрический упор.
- На фиг. 5 показан вид камерного забоя сбоку и сверху (номера позиций сохранены как на предыдущих фигурах), где
- 9 - рукоять ИО;
- 17 - верхний рычаг распорного устройства;
- 18 - поперечина;
- 19 - нижний рычаг;
- 20 - гидростойка;
- 21 - коромысло четырехзвенника;
- 22, 23 - соответственно верхний рычаг и нижний рычаг четырехзвенника;
- 24 - манипулятор для установки и снятия стационарно-переносной крепи для крепления камеры (СПК);
- 25 - (на виде сбоку стойки не показаны);
- 26 - угловой конвейер (натяжной рештак);
- 27 - основания секций, причем основания центральной и боковых секций могут быть одинаковыми по длине или боковые могут быть длиннее (см. позицию 27 на виде сбоку и виде снизу (показано штриховыми линиями)).
- На виде сверху перекрытие центральной и одной из боковых секций для удобства описания не показано. Само перекрытие состоит из верхняка 28 и шарнирно прикрепленного к нему консольного козырька 3, причем
- 31 - домкрат передвижения;
- 33 - домкрат связи, шарнирно закрепленный на основании центральной секции крепи аналогично с натяжным рештаком поворотного конвейера (для видимости домкрата связи 33 нижний рычаг четырехзвенника 23 обрзан);
- 36 - упор основания 38 центральной секции крепи 3.
- На фиг. 6 показан вид секций крепи сзади по стрелке Б, где
- 29 - поперечина, выполненная односторонней, т.к. боковые секции имеют односторонние рычаги, которая справа крепится к шарниру перекрытия 32 (для увеличения свободного сечения из-под крепи в камеру).
- На фиг. 7 показано сечение камеры и СПК, где
- 29 - механизм разворота и складывания крепи;
- 30 - стойка в сложенном состоянии.

Работа устройства протекает следующим образом. Комбайн 1 (фиг. 1) вынимает камеру в пласте. Уголь перегрущиком 6 подается на угловой конвейер 26 и далее на конвейер выработки 10. Поворот и протаскивание конвейера 26 производится центральной секцией крепи при ее передвижке и ограничении положения става конвейера направляющей 8, связанной с конвейером выработки 10, а также в необходимых случаях, например, при маневрировании камерой или неподвижке секции и коррекции положения поворотного конвейера за счет силы тяги домкрата связи 33 (фиг. 5). При протаскивании конвейера происходит его движение в сторону забоя одновременно с поворотом рештака на угол до 15°. Обычно далее поворачивается вторая секция, затем третья и т.д. Как показало моделирование в пакете Adams и на стендах усилие протаскивания конвейера с поворотом составляет не более 6 тс при длине конвейера 30-40 м, поэтому проблем при его подтягивании и особенно при наличии домкрата связи 33 не возникает, учитывая, что максимальное усилие, развиваемое домкратами передвижки центральной секции, составляет до 50 тс, а на передвижку секции затрачивается до 25 тс. При этом у устья камеры за счет тягового усилия перемещения конвейера за комбайном происходит угловое смещение рештаков со средним радиусом R при суммарном повороте става на 90°.

Работа поворотного и поворотно-поступательных шарниров показана на фиг. 2. Проушины поворотного шарнира 5 прикреплены к бортам конвейера, вращение происходит через палец. Поворотно-

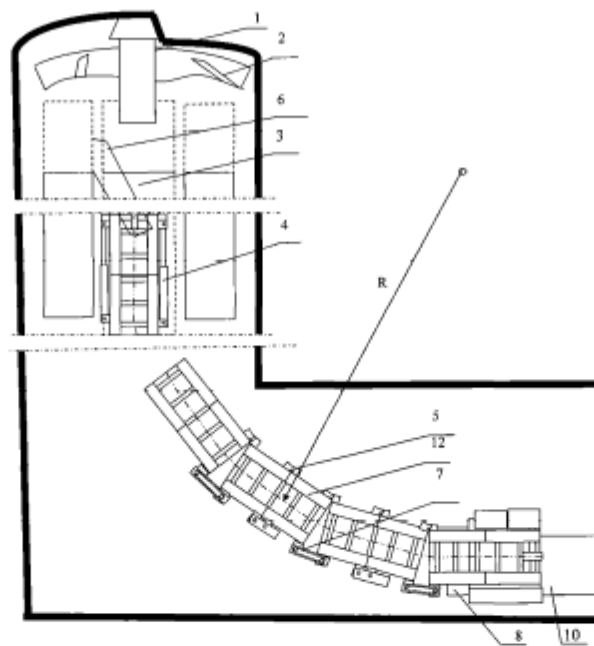
поступательный шарнир 7 работает за счет проушин 13, прикрепленных к бортам соседних рештаков 14, которые вначале сомкнуты (с нулевыми зазорами). Пропушины 14 соединены поступательной связью серьгой 16, имеющей паз 15, в котором расположены пальцы (оси) 34. При повороте одного из рештаков их борта 14 с проушинами 13 смещаются между собой на величину, соответствующую углу поворота бортов до 15°, при этом палец 34 упирается в цилиндрический упор серьги 35, реализуя ход t . После выемки минерала из забоя на заданную величину производится передвижка центральной секции крепи, для чего домкраты 31, соединенные цилиндрами с основанием упоров 36 и штоками с основаниями боковых секций, выдвигаются и перемещают секцию с усилием до 25 тс. За ней увлекается и поворотный конвейер 26. Предварительно центральная секция крепи снимается с распора сжатием на 2-4 см гидростойки распорного устройства типа 20. После передвижения секция вновь распирается. Передвижка конвейера - подтягивание - может производиться и за счет работы домкрата связи 33 при распорной центральной секции крепи, что повышает надежность передвижки. Манипуляции при передвижке углового поворотного конвейера описаны выше. Передвижка боковых секций производится подтягиванием домкратами передвижения 31 при распорной центральной секции.

При встрече с нарушением горного массива поворот центральной секции крепи 3 осуществляется за счет выдвигания одного из домкратов 31 центральной секции крепи 3, при меньшем выдвигании домкрата секции с противоположной стороны. После распора этой секции, боковые секции подтягиваются к ней, соответственно разворачиваясь за счет поступательных связей оснований секций между собой, при этом угловой конвейер маневрирует за счет выдвигания штока гидродомкрата связи и поворота в шарнирах связи.

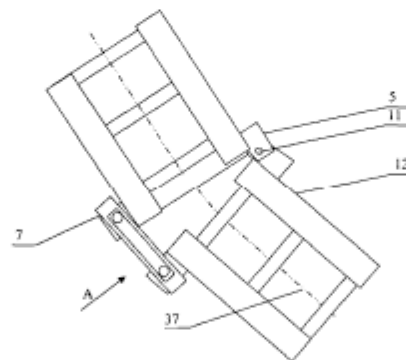
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Выемочный агрегат, включающий
 проходческо-очистной комбайн с перегружателем;
 секции механизированной крепи, состоящие из центральной и боковых секций с механизмом смещения секций за счет четырехзвенников и рычажными распорными механизмами с гидростойками;
 угловой поворотный конвейер, имеющий поворотные с одной стороны и поворотно-поступательные с другой стороны рештаков конвейера шарниры,
 причем поворотные шарниры состоят из проушин, прикрепленных к бортам рештаков и соединенных пальцами через отверстия проушин с аналогичными проушинами соседних рештаков,
 причем отверстия проушин и оси пальцев максимально смещены к бортам конвейера,
 при этом поворотно-поступательные шарниры состоят из
 проушин;
 бортов рештаков;
 пальцев проушин, входящих в паз серьги, укрепленной в проушинах соседних рештаков с длиной паза и зазором между пальцем опережающего рештака и цилиндрическим упором серьги, обеспечивающими требуемое угловое смещение соседних рештаков,
 причем головной рештак углового конвейера шарнирно связан с основанием центральной секции крепи домкратом связи с ходом, обеспечивающим смещение конвейера относительно секций крепи при обходе нарушения с возможностью передвижки конвейера при распорном положении центральной секции крепи или за счет передвижения этой секции;
 причем рештаки углового поворотного конвейера образуют поступательную пару с направляющими конвейера выработки до зоны напротив устья камеры, так чтобы обеспечивался поворот става в пределах контура камеры с учетом расположения оборудования, установленного в выработке,
 отличающийся тем, что распорный механизм секции крепи выполнен в виде верхнего и нижнего шарнирно соединенных между собой рычагов, аналогичным образом соединенных с перекрытием и основанием и смещенных к боковым сторонам секций крепи, имеющей жесткие перемычки, связывающие рычаги, образующие портал центральной секции крепи для размещения углового поворотного конвейера,
 причем один из рычагов связан шарнирно с гидростойкой в задней части секций крепи,
 при этом порталы боковых секций односторонние.

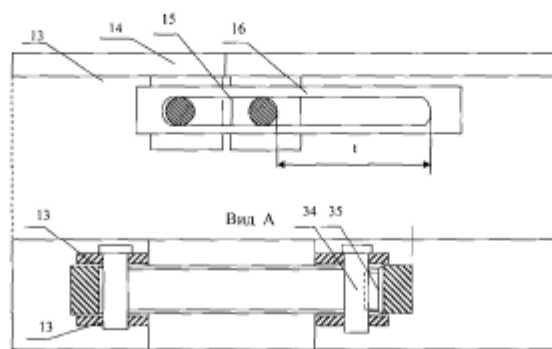
040616



Фиг. 1

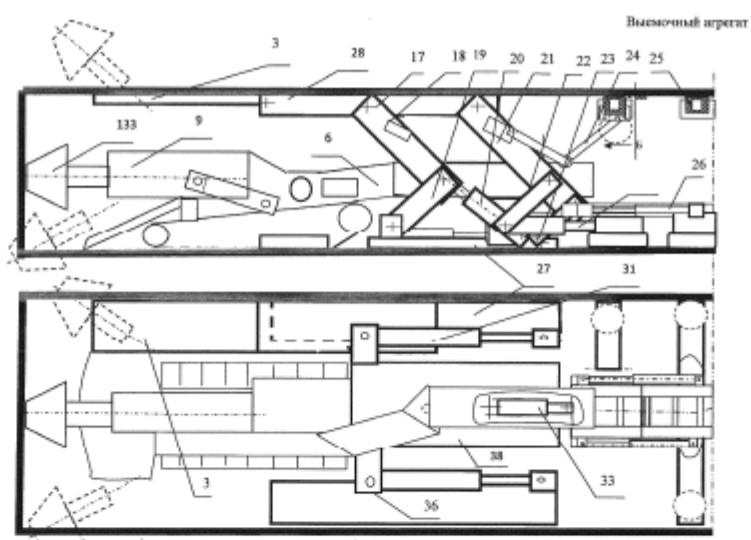


Фиг. 2

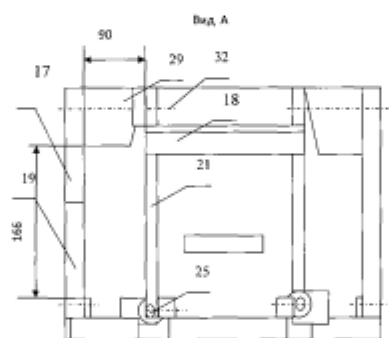


Фиг. 3, 4

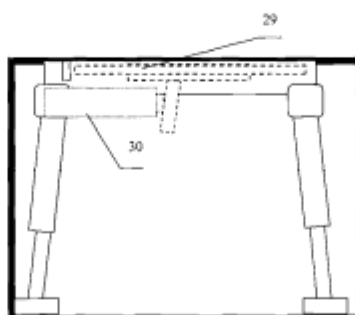
040616



Фиг. 5



Фиг. 6



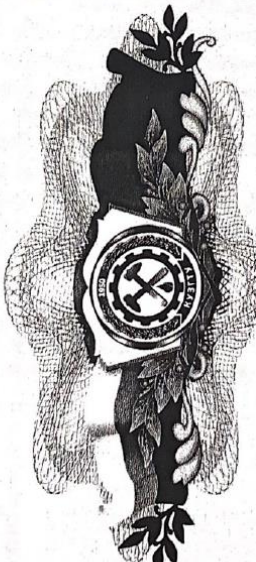
Фиг. 7



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2

ҚОСЫМША Б

Куәлік

Удостоверение является документом установленного образца о повышении квалификации  Серия ААА № 1042080009526  Регистрационный номер 0009526	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА» ИНСТИТУТ КОРПОРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ УДОСТОВЕРЕНИЕ О ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ Настоящее удостоверение свидетельствует о том, что Асмагамбет Диана Кенжебайқызы с 28 марта по 15 апреля 2022 года прошел (а) обучение в Институте корпоративного обучения по программе повышения квалификации в форме стажировки «Исследование и разработка конструкций новых шарнирных соединений поворотного конвейера» в объеме 72 часа  Ректор (подпись) Т.Г. Королева Секретарь Е.Е. Кульпина Город Кемерово год 2022
---	--