

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

ӘОЖ 665.622.43.046.6-52 (043)

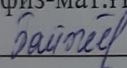
Қолжазба құқығында

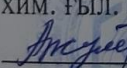
Шаратбеков Танат Төлеуұлы

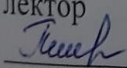
Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған


### МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын  
конвейерлердің қозғалыс динамикасын зерттеу  
Дайындау бағыты 6М072200 – Полиграфия

Ғылыми жетекші,  
физ-мат. ғыл. канд., қауым. профессор  
 Байтимбетова Б.А.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

Пікір беруші,  
хим. ғыл. канд., доцент  
 Джумекеева А.И.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

Норма бақылаушы,  
лектор  
 Толыбаева Ж.Ж.  
« 31 » 05 2019 ж.

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
Көлік техникасы  
кафедра меңгерушісі  
техн. ғыл. д-ры, профессор  
 С.А. Машеков  
« 31 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

«Көлік техникасы» кафедрасы

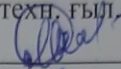
6M072200 – Полиграфия

**БЕКІТЕМІН**

Көлік техникасы

кафедра меңгерушісі

техн. ғыл.-д-ры, профессор

 Машеков С.А.

« 03 » 10 2018 ж.

**Магистрлік диссертация орындауға  
ТАПСЫРМА**

Магистрант Шаратбеков Танат Толеуұлы

Тақырыбы: Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің қозғалыс динамикасын зерттеу

Университет Ректорының 2017 жылғы «30» қазан №1596-м бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «28» маусым

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері:

полиграфия өндірісіндегі конвейерлер, қозғалыс динамикасы

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Полиграфиялық өндірісте кеңінен қолданылатын конвейер механизмінің динамикалық параметрлерін зерттеу

б) Төртбуынды бастапқы кинематикалық тізбектің (БКТ) синтез есебін шешу үшін заманауи математикалық алгоритмдерді программалау әдістерін қолданылып, осы әдіс негізінде алтыбуынды конвейер механизмінің динамикалық өлшемдерін анықтау

в) Жаңа синтез әдісін қолданып конвейердің III класты механизмін кинематикалық, динамикалық параметрлерін нақтылау

г) Инженерлік жобалаудың заманауи үлгісі MSC ADAMS программасында зерттей отырып динамикалық өлшемдеріне талдау жасау

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): \_\_\_ слайдта диссертация презентациясы

**Ўсынылатын негізгі әдебиет:**

1 Джолдасбеков У. А. Графо-аналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов // Алма-Ата: Наука, 1983. – С. 250-256.

2 Чебышев П.Л. О преобразовании вращательного движения в движение по некоторым линиям при помощи сочлененных систем // Полн.собр.соч. - М.: Изд-во АН СССР, 1948. - Т. 4. - С. 161-167.

3 Чебышев П.Л. О простейшей суставчатой системе, доставляющей движения, симметрические около одной оси // Полн.собр. соч. - М.: Изд-во АН СССР, 1948. - Т. 4. - С. 167-212.

Магистрлік диссертация дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Әдебиеттік шолу	15 мамыр 2018 жыл	
Тәжірибелік бөлім	15 қаңтар 2019 жыл	
Нәтижелер және оларды талқылау	20 сәуір 2019 жыл	

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Әдебиеттік шолу	физ-мат. ғыл. канд., қауым. профессор Байтимбетова Б. А.	11.03.19	<i>Байт</i>
Тәжірибелік бөлім	физ-мат. ғыл. канд., қауым. профессор Байтимбетова Б. А.	15.04.19	<i>Байт</i>
Нәтижелер және оларды талқылау	физ-мат. ғыл. канд., қауым. профессор Байтимбетова Б. А.	14.05.19	<i>Байт</i>
Норма бақылаушы	лектор, Толыбаева Ж.Ж.	31.05.19	<i>Толыбаева</i>

Ғылыми жетекші

*Байт*

Байтимбетова Б.А.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

*Шаратбеков*

Шаратбеков Т.Т.

Күні

« 18 » сәуіріс 2018 ж.

## АҢДАТПА

Диссертациялық жұмыста – полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің қозғалыс динамикасын зерттеу қарастырылған.

Диссертациялық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

- полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің даму кезеңдері мен қолдану аймағы;
- полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің жұмыс атқару принципі;
- конвейердің кинематикалық және динамикалық анализі;
- конвейерді MSC ADAMS SOFTWARE программасымен жобалау.

Полиграфия саласындағы конвейерлер, соның ішінде негізінен көп қолданылатын ленталы конвейерлердің жүк қозғалысын арттыру мақсатындағы қондырғылар қарастырылды.

Бірқалыпты қозғалыс заңдылығымен жұмыс істеп тұрған конвейер горизонталь орнатылған наушаның тиімділігін арттыру жолдары қарастырылып, науаша бетімен жүктің екі түрлі үлгідегі жүктемеленген (горизонталь немесе вертикаль) барыстары жеке-жеке зерттеліп, екі түрдегі салыстырмалы қозғалыс жылдамдығының шамалары алынған.

Конвейердің моделін жасаудың инженерлік әдісі ретінде MSC ADAMS Software программасында жобалау ұсынылып, сол арқылы уақыттың өте аз фракциясының сызықты динамикасында жұмыс істейтін қондырғыны модельдеу арқылы дәлдігін қамтамасыз етіп. Сонымен қатар тұрақты және тұрақсыз күштермен жүктемелер әсерінен операциялық орталарда толық спектрінің өзгеріп отыруын қадағалап, орын ауыстыру, жылдамдық, үдеулерімен қатар қуатымен кинетикалық энергия өзгерістерінің нақтылы шамаларын зерттеу қарастырылған. Жазық иінтіректі механизмдерді кинематикалық және динамикалық синтездеудің және анализдің жалпы әдістері жасалған.

## АННОТАЦИЯ

В диссертации рассматривается - исследование динамики движения конвейеров, применяемых в полиграфическом производстве.

Диссертация состоит из следующих разделов:

- этапы и масштабы разработки конвейеров, используемых в полиграфическом производстве;
- принцип работы конвейеров, используемых в полиграфическом производстве;
- кинематический и динамический анализ конвейера;
- проектирование конвейера с программным обеспечением MSC ADAMS SOFTWARE.

В области полиграфии рассматривалось оборудование с целью увеличения грузопотока наиболее используемых ленточных конвейеров.

Я рассматривал способы повышения эффективности лотка, загруженного горизонтально работающей конвейерной лентой с равномерным законом движения и загруженного двумя различными типами нагрузки (горизонтальной или вертикальной) на поверхности трима, и двумя относительными скоростями движения.

Как инженерный метод моделирования конвейера, программное обеспечение MSC ADAMS разработано для обеспечения точной точности путем моделирования малой доли линейной динамики времени. Он также предусматривает полный спектр изменений в рабочей среде под воздействием постоянных и неустойчивых сил нагрузки, а также изучение реальных значений изменений кинетической энергии, наряду с движением, скоростью, ускорением. Разработаны общие методы кинематического и динамического синтеза и анализа плоскопараллельных механизмов.

## ANNOTATION

In the thesis is considered - investigation of dynamics of the movement of conveyors used in printing industry.

The thesis consists of the following sections:

- the stages and scope of the development of conveyors used in the printing industry;
- the principle of operation of the conveyors used in the printing industry;
- kinematic and dynamic analysis of the conveyor;
- pipeline design with MSC ADAMS SOFTWARE software.

In the field of printing equipment was considered to increase the traffic flow of the most used conveyor belts.

I considered ways to increase the efficiency of a tray loaded with a horizontally operating conveyor belt with a uniform law of movement and loaded with two different types of load (horizontal or vertical) on the trim surface and two relative speeds of movement.

As an engineering method for modeling a pipeline, the MSC ADAMS software is designed to provide accurate accuracy by simulating a small fraction of the linear time dynamics. It also provides for a full range of changes in the working environment under the influence of constant and unstable load forces, as well as the study of real values of changes in kinetic energy, along with movement, speed, acceleration. The general methods of kinematic and dynamic synthesis and analysis of plane-parallel mechanisms have been developed.

## НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі стандарттарға сәйкес сілтемелер қолданылған:

МЕМСТ 9567-75 (2). Ыстық күйінде қалыпталған болаттан жасалған труба. Сұрыптама.

МЕМСТ 8733-74 (3). Ыстық күйінде қалыпталған болаттан жасалған труба. Сұрыптама.

МЕМСТ 8240-89. Ыстық күйінде қалыпталған болаттан жасалған труба. Сұрыптама.

ТРУБА 48×2.5 МЕМСТ 9567-75 (2). Ыстық күйінде қалыпталған болаттан жасалған труба. Сұрыптама.

ТРУБА 48×3.5 МЕМСТ 9567-75 (МЕМСТ 8733-74) (2). Ыстық күйінде қалыпталған болаттан жасалған труба. Сұрыптама.

ТРУБА 42×2.5 МЕМСТ 9567-75 (2). Ыстық күйінде қалыпталған болаттан жасалған труба. Сұрыптама.

ТРУБА 28×2.5 МЕМСТ 9567-75 (2). Ыстық күйінде қалыпталған болаттан жасалған труба. Сұрыптама.



## АНЫҚТАМАЛАР

Бұл диссертациялық жұмыста келесі анықтамаларына сәйкес терминдер қолданылған:

**Машина** - адамдардың қол және ой еңбегін жеңілдету мақсатында механикалық қозғалыс арқылы энергияны, материалды және информацияны бір түрден басқа түрге түрлендіретін жабдық.

**Механизм** - бір немесе бірнеше қатты денелердің берілген қозғалысын басқа қатты денелердің қажетті қозғалысына айналдырушы кинематикалық тізбек.

**Буын** – механизмдердің құрамына енетін бір немесе бірнеше өзара салыстырмалы қозғалыста болмайтын қатаң қосылған қатты денелер жүйесі.

**Жетекші буын** – механизм буындарына түсірілген сыртқы күштің элементар жұмысы оң таңбалы болатын буын.

**Жетектегі буын** – механизм буындарына түсірілген сыртқы күштің элементар жұмысы теріс таңбалы немесе нөлге тең болатын буын.

**Кіріс буыны** – берілген қозғалысты атқаратын буын.

**Шығыс буыны** – қажетті қозғалысты атқаратын буын.

**Кинематикалық жұп** – өз ара салыстырмалы қозғалыста болатын, екі немесе одан да көп звенолар қосылысы.

**Төменгі жұп** – элемсенттері өзара бет арқылы жанасатын кинематикалық жұптар.

**Кинематикалық тізбек** – өзара кинематикалық жұп арқылы байланысқан звенолар жүйесі.

**Жазық механизм** – звенолары қозғалмайтын жазықтыққа қарағанда параллель қозғалыс жасайтын механизм.

**Иінтіректі механизм** – звенолары өзара иінтірек құрайтын механизм.

**Ассур тобы** - еркіндік дәрежесі нольге тең және еркіндік дәрежесі нольге тең қарапайым кинематикалық тізбектерге одан әрі бөлінбейтін кинематикалық тізбек.

**Жазық параллел қозғалыс** – егер қатты дененің барлық нүктелері қандайда бір қозғалмайтын жазықтыққа параллел қозғалатын болса, онда дененің мұндай қозғалысын жазық параллел қозғалыс деп атайды.

**Механизмдердің структуралық синтезі** - механизмнің тіреуішін, қозғалмалы буындарын, кинематикалық жұптары мен олардың өзара орналасуын көрсететін структуралық схемасын жобалауды айтамыз.

## БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

МЕМСТ – мемлекеттік салалық стандарт;

Кг – килограмм

м – метр

мм – миллиметр

см – сантиметр

с – секунд

Па – кернеу өлшем бірлігі

Н – күш өлшем бірлігі

Н\*мм – Момент өлшем бірлігі

БКТ – бастапқы кинематикалық тізбек;

СКЖ - сфералық кинематикалық жұптарымен

ЖКМ – жоғарғы класты механизм;

ЭЕМ – электронды есептеуіш машина;

п.э.к.– пайдалы әсер коэффициенті;

кл – класс;

$dA$  - элементар жұмыс, Дж;

$F$  – күш, Н;

$Ds$  – өсімше;

$\omega$  - бұрыштық жылдамдық, рад\*с<sup>-1</sup>;

$l$  - буын ұзындығы, М;

$R_{ij}$   $i$  және  $j$  буындарын қосатын кинематикалық жұптардағы реакциялар;

$X_A, Y_A$  -  $A$  нүктесінің координатасы;

$x_B, y_B$  -  $B$  нүктесінің координатасы;

$x'_C, y'_C$  -  $C$  нүктесінің координатасы;

$X_D, Y_D$  -  $D$  нүктесінің координатасы;

$Q$  - қозғалмайтын жазықтық;

$Q_1$  -  $A$  нүктесіне қатысты  $X_A, Y_A$  координатасымен  $\varphi$  айналу бұрышымен анықталатын айналмалы қозғалыс жасайтын жазықтық;

$Q_2$  -  $D$  нүктесінің  $X_D, Y_D$  координаталарымен және  $\psi$  айналу бұрышымен анықталатын жазық параллельді қозғалыс жасайтын жазықтық;

$\psi_i, \theta_{li}, \varphi_i$  – Эйлер бұрыштары;

$R$  – тұрақты шама;

$a, b, c$  - түзу теңдеуінің коэффициенттері;

$\Delta_{q_i}$  - өлшемді айырма;

$S$  - қосынды;

$M$  – қолданылатын тізбек саны;

$N$  – шектеулі берілген қозғалыс орындарының саны.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	11
1 Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің даму кезеңдері мен қолдану аймағы	13
1.1 Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің даму кезеңдері	13
1.2 Өндірістерде қолданылатын конвейерлердің түрлері	14
2 Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің жұмыс атқару принципі	24
2.1 Горизонталь орнатылған науамен бірқалыпты қозғалыс заңдылығымен жұмыс істеп тұрған конвейердің тиімділігін арттыру	24
2.2 Горизонталь орнатылған науашаның тербелісін есептеу	31
2.3 Горизонталь орнатылған науашаның тұрақтылығын есептеу	33
2.4 Горизонталь орнатылған науаның бірқалыпты қозғалысының динамикалық теңдеулерін құру	34
3 Конвейердің кинематикалық және динамикалық анализі	39
3.1 Конвейерлердің кинематикалық анализі	39
3.2 Конвейерлердің буындарындағы қозғалысының дифференциалдық теңдеуі	48
3.3 Конвейерлердің дифференциалдық теңдеуін жуықтап есептеу әдісімен шешу	50
3.4 Конвейерлердің салыстырмалы қозғалысын оңтайландыру.	57
3.5 Конвейерлердің серпімді базасының зерттеуге қосқан үлесі	60
4 Конвейерді MSC ADAMS SOFTWARE программасымен жобалау	65
4.1 Конвейер механизмді MSC ADAMS Software программасында инженерлік жобалау	65
4.2 MSC ADAMS Software программасымен динамикалық өлшемдерінің сандық мәндерін алу	73
Қорытынды	80
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	81

## КІРІСПЕ

**Жұмыстың жалпы сипаттамасы.** Ауыр және жеңіл, химиялық агрессивті жүктерді, полиграфиялық және азық-түлік өнімдерін, тасымалдау кезінде толық қауіпсіздігін сақтай отырып жүктемелеу үшін қолданылатын, сонымен қатар эмульсияға, майға және ыстық топыраққа батырылған метал жоңқаларын тасымалдау үшін құйма формаларынан соғылған ұсақ құймалар мен құйма шихталары т.б. әртүрлі өнеркәсіп салаларында конвейерлер кеңінен қолданыс тапқан.

Конвейер таспаның қозғалыс режимінің және жүктің қозғалыс сипаттамасына қарай инерциялы (таспада жүк айнымалы және тұрақты) болады. Жүк күш инерциясының әсерінен таспада сырғанайды. Тербеліс әсерінен жүк таспадан көтеріледі және микросекірістермен таспа бойында орын ауыстырады. Жүктеу мен тасымалдауға арналған осы тектес қондырғылардың маңызы зор. Өндіріс орындарында қолданылу ерекшеліктеріне қарай сұраныс күннен-күнге артуда, сондықтанда соңғы кездері конвейерлер кеңінен қолданылуда. Диссертациялық жұмыс III класты иінтіректі конвейерді синтездеу бойынша динамикалық өлшемдерін нақтылауға арналған.

**Жұмыстың өзектілігі.** Қазіргі кездегі автоматтандырудың қарқынды дамуында машина мен механизмдерді тиімді күш берілісі бойынша жобалау зерттеуін автоматтандыру қажеттілігіне байланысты машина механикасында жаңа есептер пайда болуда. Бұл есептеу механикасының қазіргі таңдағы әдістерінің негізінде тиімді күш берілісі бойынша көпбуынды механизмдердің анализ және синтез есептерін кешенді шешу үшін заманауи математикалық әдістерді жасауды, сонымен қатар бұл есептерді шешуді автоматтандыру үшін заманауи программалық қамтамасыз етуді қажет етеді. Тиімді күш берілісі бойынша жазық иінтіректі механизмдердің синтез есептерін шешу үшін кез-келген жазық иінтіректі механизмдерді, сонымен қатар кіріс және шығыс буындарының қозғалыс заңдылықтары берілген көп буынды механизмдерді жобалау барысында пайда болатын төртбуынды бастапқы кинематикалық тізбектер мен олардың модификацияларының кинематикалық синтез есебін шешу қажет. Бастапқы кинематикалық тізбектер модификациялары арқылы конвейердің және жұмыс атқарушы буынның одан да күрделі қозғалыс заңдылығындағы механизмдерді синтездеуге болады.

Кіріс және шығыс буындарының қозғалыс заңдылықтары берілген механизмдерді, жоғарғы класты механизмдерді зерттеу және жобалау күрделі болып келеді, әрі көп еңбекті қажет етеді. Қолданылып жүрген механизмдердің тиімді күш берілісі критеріі бойынша синтез алгоритмдері мен программалары мұндай механизмдердің барлық зерттеу кезеңдерін қамтымайды.

Осыған байланысты иінтіректі механизмдерді оптималды күш берілісі критеріі бойынша синтез әдістері мен программаларын жасау өзекті мәселе болып табылады. Бұл ғылыми мәселені шешудің ғылыми-техникалық маңызы бар.

**Зерттеу мақсаты.** Ауыр және жеңіл өнеркәсіпте кеңінен қолданылатын конвейер механизмінің динамикалық параметрлерін нақтылау. Техника

саласында машина мен механизмдерді оптималды күш берілісі критеріі бойынша жобалауды зерттеуде автоматтандыру қажеттілігіне байланысты жаңа есептер пайда болуда. Бұл есептерді шешу оптималды күш берілісі критеріі бойынша төрт және көпбуынды механизмдердің анализ және синтез есептерін кешенді шешу үшін заманауи алгоритмдерді құрып программалауды қажет етеді. Жазық иінтіректі механизмдердің оптималды күш берілісі критеріі бойынша синтез есептерін шешу үшін кез-келген жазық иінтіректі механизмдерді, сонымен қатар берілген кіріс және шығыс буындарының қозғалыс заңдылығын атқаратын көп буынды жоғарғы класты механизмдерді жобалау барысында пайда болатын төртбуынды бастапқы кинематикалық тізбектер (БКТ) мен олардың модификацияларының кинематикалық синтез есебін шешу әдістері ұсынылған. Содан кейін жаңа синтез әдісін алты буынды жазық иінтіректі механизмнің динамикалық параметрлерін нақтылауға қолдана отырып, механизмнің кинематикалық және динамикалық анализ есебін шешу методикасы келтірілген. Берілген кіріс және шығыс буындарының қозғалыс заңдылығын атқаратын көп буынды механизмдерді, сондай-ақ жоғарғы класты механизмдерді зерттеу және жобалау көп еңбекті қажет ететін күрделі мәселе болып келеді.

#### **Зерттеудің ғылыми жаңалығы.**

1) Көп буынды жоғарғы класты механизмдерді жобалау барысында пайда болатын төртбуынды бастапқы кинематикалық тізбектер (БКТ) мен олардың модификацияларының кинематикалық синтез есебін шешу әдістері ұсынылды.

2) Төртбуынды бастапқы кинематикалық тізбектің (БКТ) синтез есебін шешу үшін заманауи математикалық алгоритмдерді программалау әдістері қолданылып, осы әдіс негізінде алтыбуынды конвейер механизмнің динамикалық өлшемдерін анықтау.

3) Жаңа синтез әдісін қолданып тербеліс атқарушы ІІІ класты механизмін кинематикалық, динамикалық параметрлерін нақтылау.

4) Инженерлік жобалаудың заманауи үлгісі MSC ADAMS программасында зерттей отырып динамикалық өлшемдеріне талдау жасау.

Жазық иінтіректі механизмдерді кинематикалық синтездеудің және динамикалық анализдің жалпы әдістері жасалған. Осы әдістерді өндіріске қажетті нақты механизмдер жобалауға пайдалануға болатындығы көрсетілген.

**Ғылыми – тәжірибелік маңыздылығы.** Зерттеу жұмыстарының нәтижелері жоғары оқу орындарында, ғылыми-зерттеу институттарында өндірістік жобалауда қолданылуда. Мұндай қондырғылар полиграфия, тамақ өнеркәсібінде, химиялық өнеркәсіпте, құю өндірісі, ауыл шаруашылық индустриясында, материалдарды тасымалдау өнеркәсібінде, индустриялық жүк тасымалдарында, аэроғарыштық жұмыс алаңдарында кеңінен қолданылатындықтан, тәжірибелік зерттеу құндылығы жоғары өзекті мәселе болып саналады [1].

# **1 Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің даму кезеңдері мен қолдану аймағы**

## **1.1 Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің даму кезеңдері**

Конвейерлердің дамуы сонау 17-18 ғасырлардан бастау алады. Полиграфия саласын дамыту қазіргі заман талаптарына сай келетін жаңа инновациялық технологияларды енгізудің басты салаларының бірі болып табылады. Жаңа машиналар мен қондырғыларды жасау үшін олардың жобалау әдістерін жетілдіру керек. Қазіргі заманның талабына сай конвейерлер полиграфия өндірісінде, тамақ өнеркәсібінде, химиялық өнеркәсіпте, құю өндірісі, ауыл шаруашылық индустриясында, материалдарды тасымалдау өнеркәсібінде, индустриялық жүк тасымалдарында, аэроғарыштық жұмыс алаңдарында кеңінен қолданылады. Бұл конвейерлер әр түрлі салмақтағы жүкті кез-келген жерге ыңғайлы уақытта тасымалдау, жайғастыру сияқты көптеген операцияларды орындау барысында зор мүмкіншілікке ие.

Полиграфия саласындағы конвейерлер, соның ішінде негізінен көп қолданылатын ленталы конвейерлердің жүк қозғалысын арттыру мақсатындағы қондырғылар қарастырылады. Ауыр және жеңіл өнеркәсіп саласында конвейерлерді өндірумен көш бастап тұрған әлемдік көптеген фирмалар, соның ішінде Ресейлік фирма ARCON, Американдық фирмалар KINERGY, CARRIER, CARMAN, URBAR және 1876 жылы құрылған WEBSTER, Англиялық VECOPLAN, Индиялық KAMPAN, Австралиялық RENOLD, Азиялық фирмалардан SINFONIA (Сингапур, Тайланд, Индонезия, Шаңхай, Ганконг) қатарлылар полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлерді сатумен, жалға берумен, сервисті қызмет етумен шұғылданады. Тап осы фирмалардың ұсынып отырған ленталы қондырғыларының ұзындықтары 8-100 метрге дейін жетеді, ені 300-2000 мм аралықтарында болады. Жалпы жүк көтерімділігі 1-5 тоннаға дейін жетеді. Аккумулятор немесе дизель қозғалытқышпен жұмыс істейтін қондырғыларды ұсынады. Көптеген технологиялық процесстерде, әсіресе құю өндірісінде және азық-түлік өндіру орындарында бір орыннан екінші орынға тасымалдау жұмыстарында механикаландырылған ленталы қондырғыларға мұқтаждық үлкен. Маркетингтік анализ көрсеткендей, біздің отандық нарықта ленталы қондырғы механизмдерді шығаратын өз өндірушілеріміз жоқ, ал қолданылатын осы типті қондырғылар шетелдерде шығарылады. Ленталы қондырғы механизм бойынша отандық және шетелдік патенттік анализ жүргізілді, интернет көздеріне шолу жасалды, дәстүрлі механизмдердің кемшіліктері анықталды [2].

Алайда ленталы қондырғы механизмдердің конструкцияларының қатаңдығы төмен болғандықтан өте қауіпті, шығындармен қатар адамдарға қауіп төндіруі мүмкін. Сондықтан бұндай ленталы қондырғы механизмді жобалағанда (салмағы: 123.77 кг, ұзындығы: 1.7 метр, ені: 250 мм) шағын, өте жылдам қозғалатын жұмыс өнімділігі жоғары, бір орыннан екінші орынға жылжытуға ыңғайлы етіп және азық-түлік өнімдеріне қолдануға ұсынып

отырмаз. Ленталы қондырғы механизмге кәлбеу орнатылған труба материалдарды ұсыну арқылы төменгі транспорттық жиналған күйінде механизмнің сингуляр күйден аулақ болуын қамтамасыз еттік. Осының нәтижесінде кинематикалық жұптардағы реакция күштері өте төмен, ал теңгеруші күштің мәні де төмен болды. Мысалы кейбір конструкцияларда теңгеруші күш пайдалы салмақпен салыстырғанда 16 есе жоғары екенін көруге болады. Сондықтан ленталы қондырғы механизмнің кемшілігі құрылымының күрделілігі мен жүк көтергіштігінің аздығы. Осы кемшіліктерге байланысты ленталы қондырғы механизмді жобалауда серпімді базасын тиімді етіп жобалау әдістерін жасау керек. Жүк тасымалдауы жоғары, теңгеруші күштің шамасы көп және салмағы жеңіл, жұмыс өнімділігі жоғары, бағасы арзан механизм түрін жасау өзекті мәселе болып табылады [3].

## **1.2 Өндірістерде қолданылатын конвейерлердің түрлері**

Ленталы (таспалы) конвейерлер өзінің жоғары қолдану сапаларына байланысты өнеркәсіптің барлық салаларында кең қолданыс алды:

- жоғары өнімділік;
- конструкцияның оңайлығы;
- жүк көтергіш бетте жүкті орын ауыстыру;
- толық автоматтандырылған және тағы басқалар.

Ленталы конвейерлерді шартты түрде үш топқа бөлуге болады:

1) Жалпы тағайындалған, көбінесе заводтың ішінде көлік ретінде пайдаланады;

2) Үлкен қуатты, завод сыртында, өте алыс қашықтыққа жүкті тасымалдауға (көмір, қазып алынатын кендер, руда) қолданылады;

3) Арнайы конвейерлер, жер астында және ашық тау-кен жұмыстары үшін қолайлы конвейерлер түрі.

Ленталы конвейерлер әр түрлі конструктивтік және технологиялық белгілері бойынша бөлінеді:

Жетек саны бойынша:

- бір жетекті;
- көп жетекті;

Жетекті құрылғының түрі бойынша:

- бір барабанды;
- екі барабанды;
- арнайы қысатын құрылымы бар бір барабанды және тағы басқалар;

Жүк түсіруіне сәйкес:

- шеткі жақтан жүк түсірумен,
- аралық жүк түсірумен;

Таспаларының түріне сәйкес:

- тегіс бельтингтік;
- резеңкетросты;
- бұдыр бельтингтік;
- арнайы;

Трассаны қою түріне байланысты:

- көлденең;
- көлденең-көлбеу;
- көлбеу;
- көлденең;

Жұмыс тармағының орналастырылуына сәйкес:

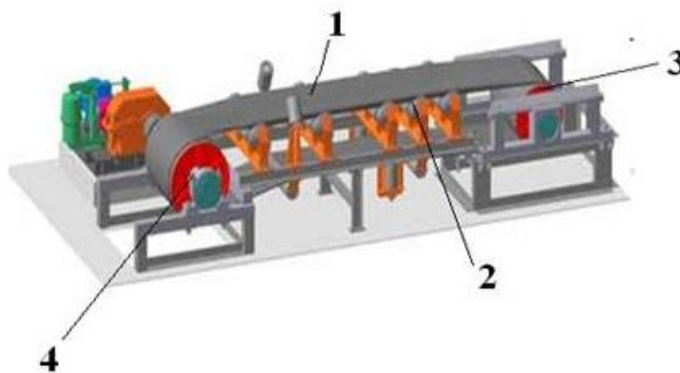
- жоғарғы жұмыс тармақты;
- төменгі жұмыс тармақты;
- екі жұмыс тармақты;

Таспаның тармақтарының көлденең қима формасына сәйкес:

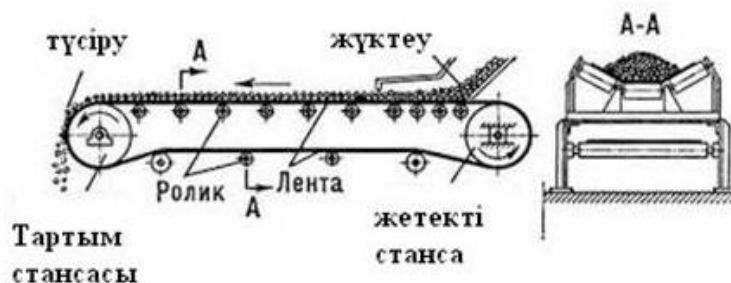
- жазық таспалы;
- науа таспалы және т.б. болып бөлінеді.

Таспалы конвейер келесідей бөліктерден тұрады (1 сурет) :

- резеңкеленген лента – 1 және тарту органы – 3;
- лента қолданатын шығыршық тіреулер – 2;
- жіберуші станция – 4 (2 сурет);



1 Сурет – Таспалы конвейердің құрылымы



2 Сурет – Таспалы конвейердің сұлбасы

Конвейердің лентасы (0,2-03 мм) өзара нәзік (сквидж) резеңкенің жұқа қабаты сабақтас кездемелердің бірнеше жіктен құралған тарту қаңқасынан



тұрады. Дарымаушы қаңқасы лентаның шалағай беріктігінің жоғарылатылуы үшін қорғайтын (брекер) кездемелермен жабады (3 сурет).



3 Сурет – Қорғау кездемелері

Қуатты конвейерлерге резеңке-тросты ленталарды қолданады. Резеңке-тросты ленталардың артықшылығы - өте беріктігі, аз ұзаруы, ұзақ қызмет көрсету мерзімі 4 суретте келтірілген. Лента тросиктерінің диаметрі 2,1-11,6 мм.



4 Сурет – Лента құрамы

Жұмыс және бос жүріс кезінде конвейер лентасы шығыршық тіреулерге сүйенеді. Шығыршық тіреулер қатардағы және арнайы болып жіктеледі.

Қатардағы шығыршық тіреулер таспаның қажетті тартылып тұруын, оған лентаның сүйемелдеуі үшін арналған.

Арнайы шығыршық тіреулер бұдан басқа, лентаны ортаға келтіру, амортизация, тазарту, форманың тартылу өзгерісі үшін қызмет етеді.

Таспалы конвейерлерді тартқыштық күштің берілу әдісі бойынша кәдімгі және арнайыға жіктейді.

Кәдімгі еріксіз келтіру мен тартқыштық күш лентаға жетекші барабан айналатын үйкеліспен керіліс есебінен беріледі.

Арнайы еріксіз келтірулер тартқыштық күштердің көмегімен қосымша қысатын құрылымдар (қысатын роликтер, ленталар, т.с.с) арқылы беріледі.

Таспалы конвейерлерге керіп кигізілген құрылымдар:

- қатты керіп кигізілген құрылымдарында жылжымайтын созушы барабан жұмыс істейтін конвейердің тәртібінің өзгерісінде болып қалады; лента қалдық сығынды артынан әлсіретуі бойынша шара мерзімді тартылады;

- барабанның автоматты керіп кигізілген керу құрылғыларында жұмыс істейтін конвейердің тәртібінің өзгерісінде жылысады;

- құрамалы керіп кигізілген құрылымдар сияқты жіберуді мерзімге қатты жұмыс істейді - жіберуді мерзімге созушы барабан орнында қалады. Құрылымның жіберуді мерзімінің аяқтауларынан кейін автоматты сияқты жұмыс істейді.

Жонатын тазалағыштар таспалы конвейерлерде кең қолдану конструкциясының оңайлығының арқасында алды және негізінде ептеген дымқылдығы бар материалдардан ленталарды тазарту үшін қолданылады.

Көлік құралдарының жұмыс беттерін жабысқақ, дымқыл, кейде және қатып қалатын материалдарды тазарту үшін кеңінен таралған құрылымдар тұрақты немесе айналмалы щеткалар болып табылады (5 сурет).



5 Сурет – Тұрақты және айналмалы щеткалар

Таспалы конвейерді есептеу төмендегілерден тұрады:

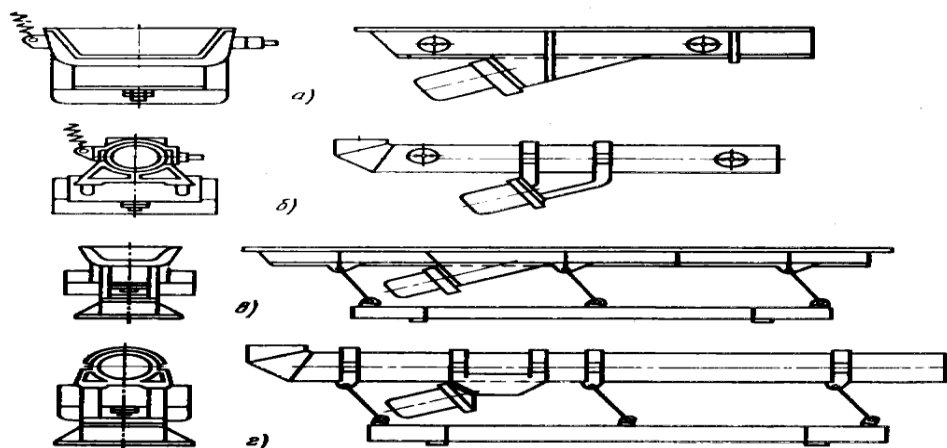
- оның негізгі көрсеткіштерін анықтау;
- есептеу және жұмыс органының таңдау;
- қуаттар және қозғаушы түрін анықтау;
- берілу элементтерін таңдау;
- тежеуіштер тежегіш моменттің анықтауы және таңдау.

Таспалы конвейерлердің негізгі көрсеткіштері болып табылады:

- өнімділік (жаппай  $Q$  т/сағ көлемді  $V$  мөлшері) ;
- ұзындық –  $L$ , бір жағынан жіберуді трассаның көрсеткіштері, көлденең проекция -  $L$  ұзындығы, жүкті көтерудің биіктігі -  $H$ ; көлбеу бұрышы-град; Машинаның -  $m$  массасы, ( $\tau$ ) кг.

Науашалы немесе түтікшелі конвейерлердің ілінетін құрлымы (6 сурет) амортизаторлар мен тіректі бағанаға бос ілінеді. Бағытталған тербеліс орталық жетектен жоғарғы немесе төменгі жағына орналасады. Жүкті берілген бағытта тасмалдау үшін жетекті  $\beta = 20-30^\circ$  бұрышпен қондырғы өсіне бекітеді. Тербеліс шығаратын құрылымның күш жұмсағыш сызығы серпінді жүйенің центрінен

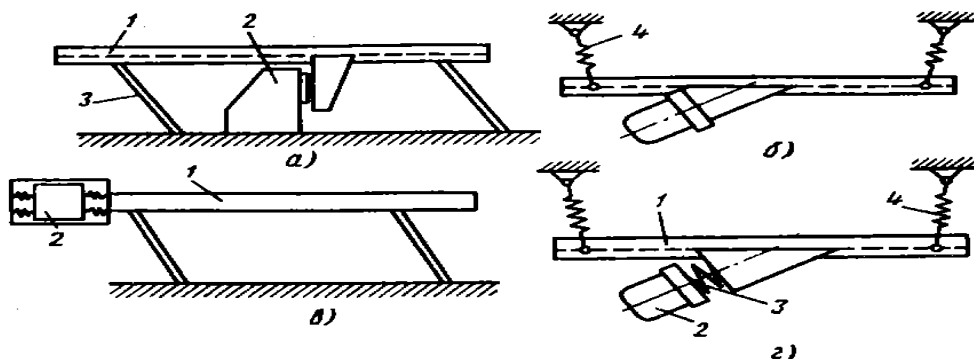
өту керек, себебі бұл жүйе үшін арнайы айнымалы тербеліс қажет, бұл тербелістер жүкті тасымалдау процесіне кері әсер тигізеді. Жетек пен науаша арасындағы түйіндердің беріктігі тербелісті дұрыс атқарып түтіктің бұзылуына жол бермейді. Жүкті тасмалдығыш элементтің габаритін арттыру кезінде салмағыда артады, бірақ тербеліс амплитудасы кемігендіктен тербелмелі қондырғылардың құрылымының ұзындығы 6-8 м ден артпайды.



а-науашалы, аспалы конструкциялы; б-түтікшелі, аспалы; в-науашалы, тіректі; г-түтікшелі, топсалы конструкциялы

### 6 Сурет – Конструктивті конвейердің сұлбасы

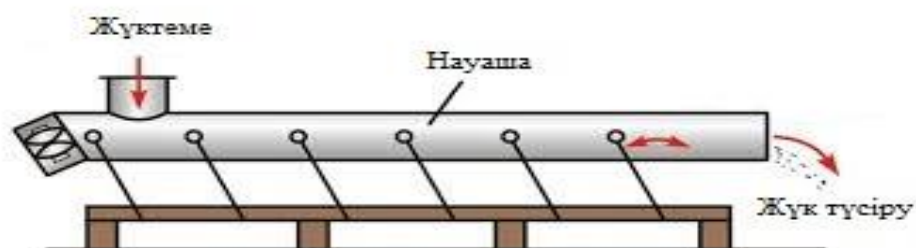
Конвейердің құрылымының ерекшелігі болып: қарапайымдылығы, жеңіл массалы, уақыт аралық жүктеу мүмкіндігі мен жеңілдетілуі, тірекке аз динамикалық қысым жасау. Кемшіліктерін айтатын болсақ қондырғы ұзындығының қысқаруы мен тербеліс амплитудасы. Жүктеуді арттыру барысында амплитуданың кемиді.



1-бір массалы жұмыс істейтін науа; 2-қосымша тербеліткіш; 3-серіппелі байланысқан массалы; 4-серіппелі-амортизаторлы

### 7 Сурет – Бір және қосмассалы тербеліс атқарушы қондырғының сұлбасы

Тербеліс атқарушы қондырғылар 2 түрге бөлінеді: тербеліс жиілігі үлкен қондырғылар (тербелмелі), минутына 3000 айналым жасайтындар және тербеліс жиілігі аз қондырғылар, 50-500 айн/мин. Тербелмелі қондырғылар (6-7 сурет) жұмыс бөлігінен тұрады: 1-түтікше немес науаша, 2-қосымша тербеліткіш, 3-серіппелі байланысқан массалы, 4-серпінді байланыс пен амортизаторлы элементтерден [4].



8 Сурет – Конвейердің сұлбасы

Жетектің жұмыс элементіне түтік арқылы қайта оралудағы қозғалысынның ең үлкен тербелісі 600-3000 айн/мин, амплитудасы 0,5-15 мм. Қозғалмалы жүк аққыштық қасиетін қабылдап, берілген бағытта қозғалады. Сепкіш жүктің ұсақ бөлшектері арқылы жүзеге асады (8 сурет). Бұл ұшқыш микро бөлшектердің ұшу бағыты түтік бойымен артқан кезде, еркін құлауы артады.



9 Сурет – Науашадағы ұсақ бөлшектердің қозғалуы

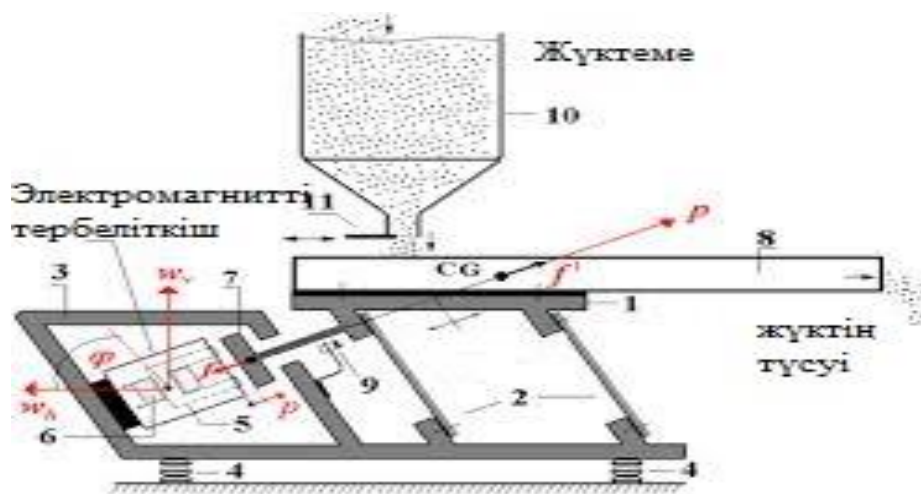
Жұмыс бөлігін қозғалысқа келтіру үшін әртүрлі жетек түрлері қолданылады (электромагнитті, механика-экстрентивті, орталықтандырылған, гидравликалық және пневматикалық). Тербелмелі машиналар қазіргі кезден кенінен қолданысқа енді, ауыл шаруашылығында көбінесе бөлшекті сепкіш жүктерді тасымалдау үшін. Тербелмелі қондырғылар химиялық өндірісте жаңғыш жүкті тасымалдау үшін қолданылады (апатитолы концентрат, фосфарлф ұн, сода, көмір шаңы, цемент), зиянды жүктер (мышьяқты, кремне тористі натрий), ыстық (обесворен фосфаты) тербелмелі қондырғы химиялық жүкті тасымалдау үшін санитарлы жағдайы еңбекке қолайлы және өндіріске лайық. Көп жағдайлар сепкіш жүкті (руда, көмір, құм) қызметкерлер үшін зиянсыз таспалы конвейерлер арқылы тасмалданатын болса, бұл жағдайларда

тербелмелі қондырғылардың ішінде қиғаш қондырғыларды көп қолданбайды, себебі олар таспалы конвейрлерге карағанда қымбат және ауыр. Тербелмелі қондырғыларда жабысқақ жүктемелерді тасмалдауға тиым салынған (мысалы: ылғалды құм). Тербелмелі қондырғылар көліктегі жүкпен әртүрлі технологиялық операцияларды қолданылуға мүмкіндік береді (кептіру, суыту, араластыру). Тербелмелі қондырғылардың ең негізгі ерекшелігі болып жұмыс бөлігінде түтік аз қолданылатын абразивті емес жүкті тасмалдау кезіндегі көліктің төзімділігі.

Электромагнитті жетекті тербелмелі қондырғылар.

Электромагнитті тербелмелі қондырғылар келесі басты бөліктерден тұрады: 1 тербелмелі жүк көтергіш жетек, 2 электромагнитті тербелісті қоздыру көзі, 3 электр қорабы: бұл элементтердің стандартты құрылымы болат табақша болып табылады. Соңғы тәжірибе композиттік материалдардан (шыны) панельдерден жасалған икемді элементтерін пайдалану болып табылады. Бұл элементтер базасына қатты бекітілген, 4 резеңке тіреуіштер, 5 серпімділік тетігін арттыратын магнитті өткізгіш, 6 электр катушка, 7 арматура, 8 науаша, 9 индукциялы сенсор, 10 мөлшерленген материалды жеткізу (9 сурет).

Электромагнитті катушкалы орамадан 4 өткен кезде ауыспалы ток 1 құбырмен қатты түрде қосылған 7, ол магнит осімен тербеліс жасайды, және рессорлы пакеттен тербеліс шақырады 3, тұрқы 2 және электромагнитті мен тасмалдау құбыры 7. Электромагнитті жетектің амплитудасы 1-2 мм, жиілігі 3000 терб/мин. Жоғары жиілік кезінде тербестегі жүк ілінген күйде тұрады, ал ол қозғалған кезде құбырда су көтеріледі.

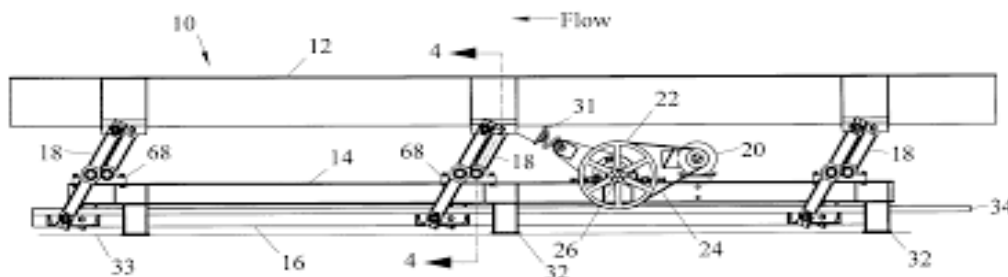


10 Сурет – Электромагнитті жетекті тербелмелі конвейерлер

Электротербелістер құбырда 2-2,5 м, көлбеу бұрышы 20-21° болып орналасады. Электротербелістердің тұрқын серіппелі аспамен ғимараттың жабынына немесе метелоконструкциямен іледі. Электромагнитті жетектегі құбырлар төмен және жоғары орналасады.

Механикалық жетекті тербелмелі қондырғылар.

Механикалық жетек кезінде электрқозғалтқыш қондырғылардың құрылымына байланысты тербеліс қозғалысын түтік арқылы және қос иінмен эксцентрика арқылы анықтама береді. Кейбір құрылымдағы қондырғылар тербеліс қозғалысын екі қарама қарсы айналатын эксцентрикалық күштен алады. Тербелмелі қондырғыларды ғимарат алаңына орналастыру кезінде қондырғы тербелісті бермеу керек. Бұл келтірілген анықтамаларға құрылымы динамикалық орнатылған жүйелер келеді, мысалы екі түтікті динамикалық тербелмелі қондырғылар 11 суретте көрсетілген.



11 Сурет – Механикалық жетекті конвейер

Екі түтікті эксцентривті жүйелі қондырғы үстіңгі 4 және астыңғы көлікті түтіктен 6 тұрады. Олар бір бірінің үстіне орналасқан. Түтіктер өзара жалпақ рессормен жалғанған 3. Олар өзара топсамен және қос иінмен жалғанып, рамаға бекітілген 7. Қондырғы жетегі 2 екі электродинамикалық қозғалтқыштан тұрады. Олар айналып эксцентривті білікке беріледі 1. Эксцентривті жетектің білігіне шатундар орналасқан. 5 жүктелі және 8 азайту келте құбыры орналасқан. Динамикалық тербелмелі конвейерлер үшін жұмсалатын электроэнергия өте аз. ВНИИПТМНАШ есебімен жұмсалатын энергия тасмалдап отырған горизонталь конвейерлерде бір тонна жүкке бір сағат ішінде бір метрге қозғалса, екі түтікті тербелмелі конвейерлер 10-50 м ұзындыққа жылжиды және де өндірістігі 50-150 т сағатына 0,0002-0,01 квт. Ал тасмалдау оң градус бұрышымен жүрсе, жұмсалатын энергия екі есе артады. Шетел өндірістік компанияда тербелмелі қондырғылардың әртүрлі құрылымдық қозғалыстарда қолданады. Ұшқыш күл мен шлакты арнайы пештерден тазарту үшін бір түтікшелі қондырғы қолданылады. Жиналған күл қондырғыға арнайы түтіктер арқылы жетеді. Түтіктер өзара қиғаш түтіктермен байланыстырлған. Қолданыс кезінде тербелмелі қондығылар ішінде екі түтікті қондырғы көп тараған. Жүк қозғалысы екі түтіктегі жүзеге асады. Қондырғы жұмысы екі электроқозғалтқыштан басталады. Тербеліс екі түтікке де бір уақытта беріледі. Тербелмелі қондырғыларда түтік диаметрі Биндер құрылымы бойынша 166-450 мм, өндірістігі 15-140 м<sup>3</sup>/ сағ. Өндірістің басқа салаларында қолданылатын конвейер түрлері 12-16 суреттерде көрсетілген.

Тербелмелі қондырғылар:



12 Сурет – Құю өндірісінде қолданылатын қондырғылар



13 Сурет – Орман өнімдері өнеркәсібінде қолданылатын қондырғылар



14 Сурет – Резеңке өнеркәсібінде қолданылатын қондырғылар





15 Сурет – Химиялық өнеркәсіпте қолданылатын қондырғылар



16 Сурет – Азық-түлік өнеркәсібінде қолданылатын қондырғылар



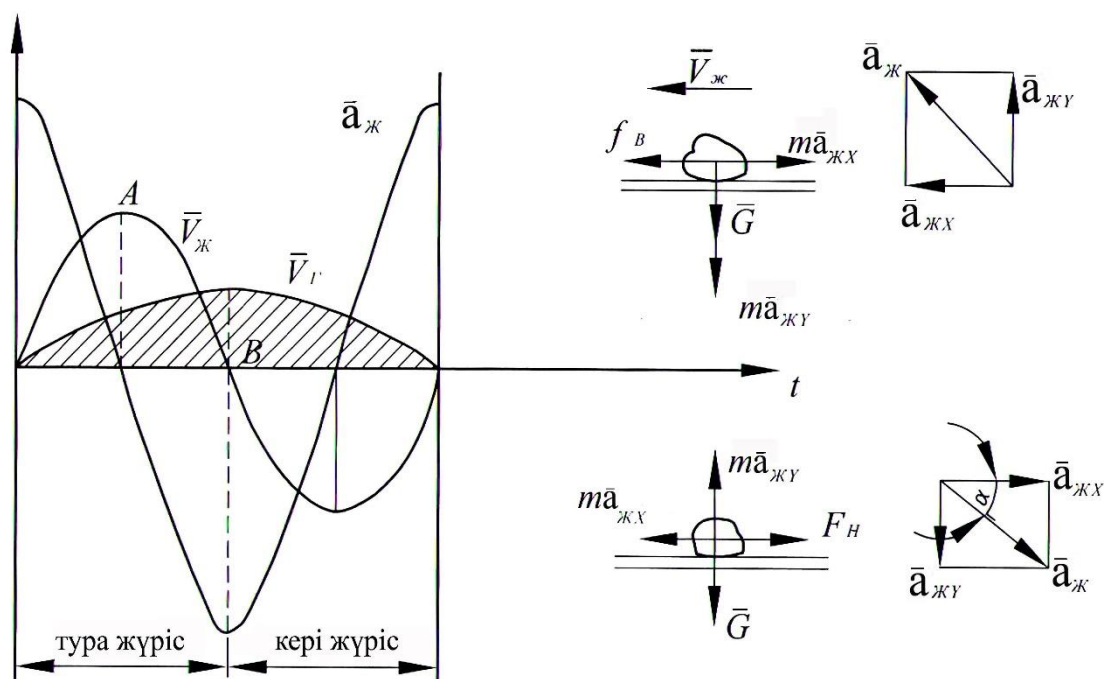
## 2 Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің жұмыс атқару принципі

### 2.1 Горизонталь орнатылған науамен бірқалыпты қозғалыс заңдылығымен жұмыс істеп тұрған конвейердің тиімділігін арттыру

Айналшақты механизмнің әсерінен тірек тіреуіштері көлбеу орналасқандықтан жүгі бар науаша ілгерлемелі қозғалыс жасағанда аздап көтеріледі, ал қайтымды қозғалыс жасағанда төмен түседі. Айналшақтың радиусы бұлғақ пен тіреу сырықтарының ұзындықтарына қарағанда қысқа болып алынады, бұдан науаша жылдамдығының  $\bar{v}_ж$  өзгеру заңдылығы синусоидаға жақын болады. Ал науашаның өзінің қозғалысы тіреу сырықтарына бағытталған нормал бойымен түзу сызықты болады.

Науашаның үдеуін  $\bar{a}_ж$  көлденең  $\bar{a}_{жX}$  және тігінен  $\bar{a}_{жY}$  құраушыларының геометриялық қосындысы түрінде аламыз. Науашаның ілгерлемелі жүрісінде үдеу құраушылары жоғары бағытталған, сондықтан салмағы  $\bar{G}$  жүктің бөлшегі тігінен  $m \cdot \bar{a}_{жX}$  және көлденең  $m \cdot \bar{a}_{жY}$  күші инерциялық құраушылар науаша бойымен оның қозғалысы жағына бағытталған үйкеліс күші әсер етеді [5].

Науашаның түзу жүрісі кезінде жүктің бөлшегі алға жылыжу үшін (AB аралығы графикте науашаның жылдамдығының өзгеруі) үйкеліс күші инерция күшінің көлденең құраушыларынан үлкен болуы керек (17 сурет).



17 Сурет – Науаша жылдамдығының өзгерісін келтіру

мұндағы,  $f$  - үйкеліс коэффициенті (2.1), (2.2) формулада келтірілген.

$$f[m(g + a_{жY})] > ma_{жX} \quad (2.1)$$

$$a_{ж\cdot x} = a_{ж} \cdot \cos \alpha \text{ және } a_{ж\cdot y} = a_{ж} \cdot \sin \alpha \quad (2.2)$$

Жүктің науашадан бөлек орын ауыстырушы болғандықтан қамтамасыз ету шарты мына (2.3) түрде болады.

$$a_{ж} > \frac{f \cdot g}{\cos \alpha - f \sin \alpha} \quad (2.3)$$

Науашаның кері жүрісі кезінде, оны төмен түсіргенде жүктің науашаға қысымы мен жүктің науаша арасындағы үйкеліс күшін  $F_H$  төмендетіп инерция күшінің тігінен құраушылары жоғары бағытталады. Науашаның кері жүрісі кезінде де түйір өзінің қозғалысын жалғастыру үшін инерция күшінің көлденең құрамалары кері жүріс кезінде үйкеліс күшінен үлкен болуы керек. Яғни (2.4) формуламен келтірілген.

$$m \cdot a_{ж\cdot x} > f \cdot m \cdot (g - a_{ж\cdot y}) \quad (2.4)$$

Жүктің науашадағы қозғалысы науашаның қозғалыс кезеңдерінде науашамен жүк арасында үзіліс болмауы керек. Ол үшін жүктің науашаға түсіретін қысымы нөлден үлкен болуы керек. Яғни (2.5) формуламен келтірілген.

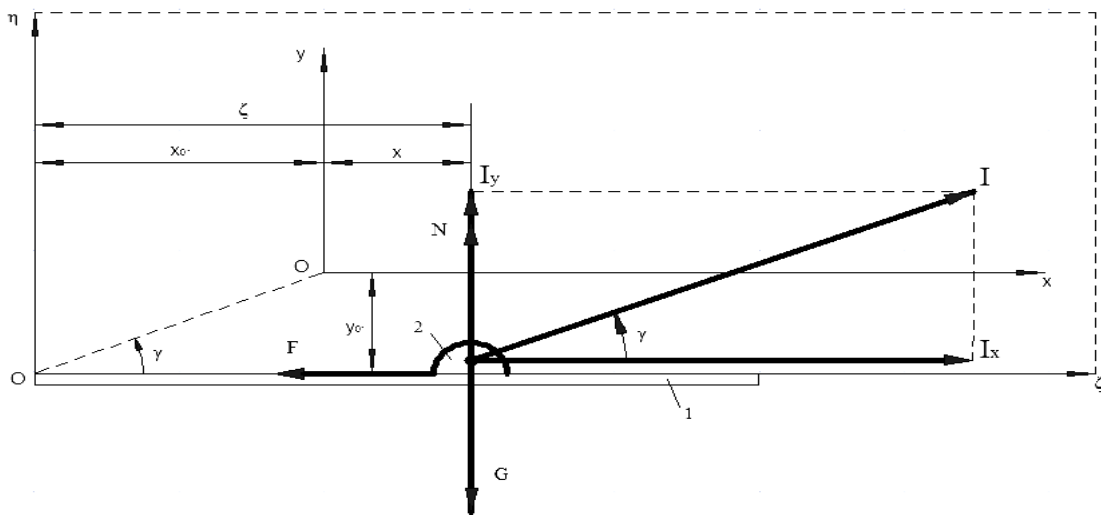
$$m \cdot (g - a_{ж\cdot y}) > 0 \text{ және } a_{ж\cdot y} < g \quad (2.5)$$

Науашаның үдеуінің тік құраушылары әрқашан ауырлық күшінің үдеуінен аз болуы керек.

Мұнда науашаға жүктелетін материалдық қозғалыс заңдылығы қарастырылған, жүк пен науаның өзара қатынас моделі немесе тұтқырлық үйкелісін ескеріп, бір бөлшегі үшін қосымша қосылғыш енгізіп теңдеу құру қиындық тудырды.

Сондықтан тербелмелі тасымал үшін параметрлерін таңдау жолы келесі талаптарды қанағаттандыруы қажет: науа материалындағы кернеуі салыстырмалы аз амплитудалы мәнге ие бола отырып жүктің жоғары жылдамдыққа және науаның үдеуі жүктің жетектегі буынына түскен күшіне тәуелді жүктің жоғары жылдамдыққа жетуі.

Жұмыс үрдісіндегі қондырғының оптималданған бұл әдісі жүктің басқада орын ауыстырылу жағдайында да қарастыруға келеді. Мысалы, науа көлбеу орналасқан жағдайда, нормаль жылдамдықтың орнығу коэффициенті нөлден өзгеше болуы, науаның қозғалыс заңдылығы гормоналды болмаған жағдайда, сол сияқты тұтқырлы үйкелістің қарсыласуын ескерген жағдайы [6].



18 Сурет – Науамен салыстырғандағы жүктің алға қарай сырғуы

*Горизонталь берілген жағдайдағы жүктің орын ауыстыруы.* 18 суретте 1 горизонталь орналасқан науа және 2 жүк көрсетілген.  $x$ ,  $y$  координата жүйесі қозғалмайды, ал  $\xi$ ,  $\eta$  координата жүйесі науамен байланысты қозғалмалы және горизонтальмен заңдылықпен горизонталь өспен  $\gamma$  бұрыш жасай бірігіп ілгерлемелі қозғалыс жасайды.  $I = -m \cdot \omega$  жүктің инерция күші, мұндағы  $m$  және  $\omega$  – сәйкесінше жүктің массасы мен үдеуі. Жүкке келесі күштер әсер етеді:  $G = mg$  салмағы,  $N$  науаның нормаль реакциясы және  $F = f \cdot N$  құрғақ үйкеліс күші ( $f$  -сырғанау үйкеліс коэффициенті).

Науаның орын ауыстыруының қозғалмайтын координата өстеріне түсірілген проекциялары мына формулалар арқылы анықталады.

$$x_{01} = -A \cdot \cos \gamma \cos \omega t, \quad y_{01} = -A \cdot \sin \gamma \cos \omega t$$

мұндағы  $A$  - науа тербелісінің амплитудасы,  $t$  - уақыт;  $\omega$  - бұрыштық жиілік.

Науамен салыстырғандағы жүктің алға қарай сырғанауын қарыстырайық (18-сурет). Жүктің абсолютті координаталарын мына (2.6) формуладағы тәуелділікпен өрнектеуге болады.

$$x = x_{01} + \xi, \quad y = y_{01} \quad (2.6)$$

Күштер мен инерция күштерінің координата өстеріне қатысты проекцияларының қосындысын ескере отырып (2.7), (2.8) формуламен нөлге теңестірсек

$$I_x - F = 0 \quad (2.7)$$

$$N + J_y - G = 0 \quad (2.8)$$

Егер (2.6) формуладағы өрнекті  $x$  және  $y$  шамаларын уақыт бойынша екі рет дифференциалдасақ, содан соң  $x''$  және  $y''$  таңбаларын ескере отырып жүк массасына көбейтсек, онда (2.9), (2.10) формуламен инерция күшінің координата өстеріндегі проекцияларын табамыз.

$$I_x = -\frac{G}{g}(A\omega^2 \cos \gamma \cos \omega t + \xi'') \quad (2.9)$$

$$I_y = -\frac{G}{g}(A\omega^2 \sin \gamma \cos \omega t) \quad (2.10)$$

$I_y$  мәнін (2.8) формулаға қойып, нормаль қысым күшін анықтауға болады. Содан соң  $f$  коэффициентке көбейтіп үйкеліс күшін табуға болады.

$$F = f \frac{G}{g}(g + A\omega^2 \sin \gamma \cos \omega t) \quad (2.11)$$

(2.9) және (2.11) тәуелділіктерінен  $I_x$  және  $F$  мәндерін (2.7) формулаға қойып, ықшамдаған соң жүктің салыстырмалы үдеуін анықтаймыз.

$$\xi'' = -A\omega^2 \cos \gamma \cos \omega t - f(g + A\omega^2 \sin \gamma \cos \omega t)$$

Бұл өрнекті уақыт бойынша интегралдап жүктің салыстырмалы жылдамдық формуласын анықтаймыз.

$$\xi' = -A\omega \cos \gamma (\sin \omega t - \sin \omega t_1) - f[g(t - t_1) + A\omega \sin \gamma (\sin \omega t - \sin \omega t_1)] + \xi'_0$$

мұндағы  $\xi'_0$  – жүктің бастапқы жылдамдығы.  $\varphi = \omega \cdot t$ , алмастыруын жасап, содан соң жүктің салыстырмалы өлшемсіз жылдамдығының  $u = \frac{\xi'}{A\omega}$  алға сырғанау өрнегін жазамыз,

$$u = -\cos \gamma \sin \varphi + \left[ \cos \gamma \sin \varphi_1 - \frac{fg}{A\omega^2}(\varphi - \varphi_1) - f \sin \gamma (\sin \varphi - \sin \varphi_1) + u_0 \right], \quad (2.12)$$

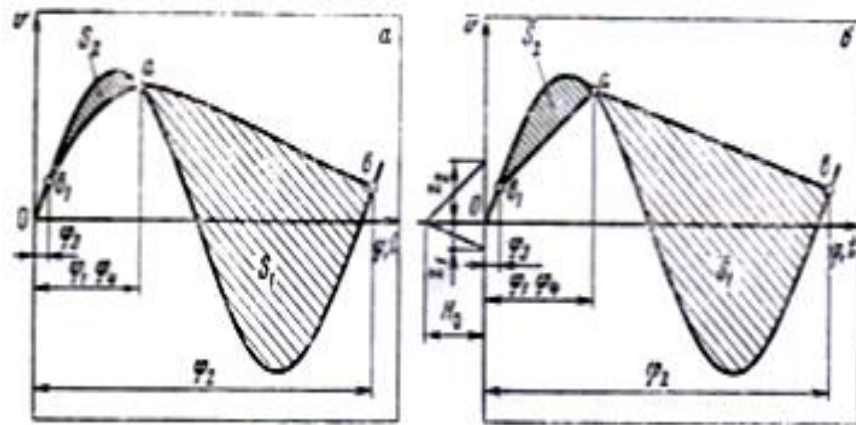
мұндағы  $\varphi_1$  – алға сырғанаудың бастапқы бұрышы;  $u_0$  – жүктің бастапқы алға сырғанаудың өлшемсіз салыстырмалы жылдамдығы.

Тура осындай тәуелділікті жүктің кейін (артқа) сырғанау жағдайында да алуға болады. Онда 13 суретпен салыстырғандағы схема, науамен байланысты жылжымалы координата жүйесінің орны  $x$ ,  $y$  – ке қарағанда төменрек және сол жағында орналасады. Сол сияқты, жүктің инерция күші солға және төмен, ал үйкеліс күші – оңға қарай бағытталады.

Жүктің салыстырмалы өлшемсіз кері сырғанау жылдамдығы мына түрде жазылады.

$$u = \cos \gamma \sin \varphi - \left[ \cos \gamma \sin \varphi_3 + \frac{fg}{A\omega^2} (\varphi - \varphi_3) + f \sin \gamma (\sin \varphi - \sin \varphi_3) - u_0 \right] \quad (2.13)$$

Жүктің салыстырмалы сырғанау жылдамдығын қортып шығарған кезде, мыналар ескерілді;  $t_1$  – алға сырғанаудың бастапқы кездегі уақыты,  $t_2$  - алға сырғанаудың тоқтаған кездегі уақыты,  $t_3$  - кері сырғанаудың бастапқы кездегі уақыты және  $t_4$  - кері сырғанау кезіндегі уақыты. (2.12) және (2.13) формулалардағы үзіліссіз режимдегі  $u_0$  шамасы нөлге тең, ол лақтырып істелінетін режимге қолдануға келмейді.



19 Сурет – Сырғанаған режимдегі тасымалданған жүктің нақты диаграммасын шартты диаграммамен ауыстырылуы

(2.12) және (2.13) формулалармен горизонталь бағытталған науаның және жүктің жылдамдықтарының графигін салуға болады (19 сурет). Ол үшін  $f$  үйкеліс коэффициенті,  $\gamma$  бағытталған тербелістің бұрышы және науа қозғалысының қарқындылық коэффициенті беріледі [7].

$$\delta = A\omega^2 / g \quad (2.14)$$

Мұнда және келешекте тасымалданудың орнықты режимі қарастырылады. (19 сурет) диаграммасында абсцисса өсіне  $\varphi$  фазалық бұрышпен қатар  $t$  уақыт салынады.  $s_1$ , науамен алға және  $s_2$ , кері қарай жылжыған жүктің жүріп өткен жолдары (19 сурет). көрсетілгендей сәйкес масштабпен алынған.

Тасымалдау коэффициентін  $T = (s_1 - s_2) / s$  енгізсек, мұндағы  $s$  – науаның жүру жолының ұзындығы, ол екі еселенген амплитудаға тең.

Науаның бір минутта екі рет жүріп өткен  $n$  саны  $n = 30\omega / \pi$  ға тәуелді тербелістің бұрыштық жиілігіне байланысты. (2.14) өрнегіндегі  $\omega$  мәнін қойып алатынымыз:

$$n = 30\sqrt{g\delta / A} / \pi \quad (2.15)$$

Жүктің тасымалдануының  $\vartheta$  орташа жылдамдығымына тәуелділікке сәйкес келеді.

$$\vartheta = Tsn/60 \quad (2.16)$$

$s = 2A$  екендігін ескеріп, және (2.16) формуласына  $n$  мәнін қойып (2.15) формуладан,  $\vartheta = T\sqrt{gA\delta}/\pi$  ді аламыз.

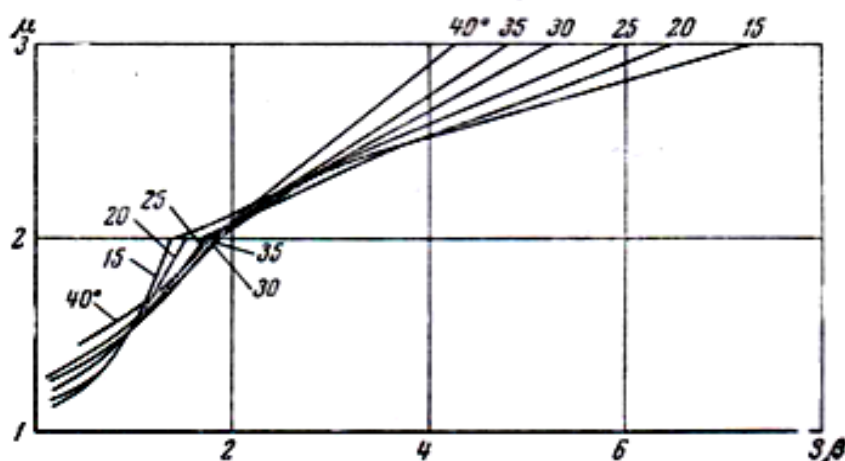
Қондырғының әртүрлі режимдегі жұмысын салыстыру үшін жылдамдыққа пропорционал көбейтіндіні қолданған тиімді [8].

$$T\sqrt{\delta} = \beta \quad (2.17)$$

Қондырғының әрбір жұмыс режимін үйлесетін екі параметр ретінде алуға болады. Оның біреуі тасымалданушы жүктің жылдамдығына, ал екіншісі науада туындайтын ең үлкен кернеуіне пропорционал ретінде алуға болады.

Егерде, науа немесе оның қарастырылатын бөлігі инерция күшімен жүктің және науаның салмағымен жүктелген екі тіректі арқалық деп есептесек, онда иілген және сығылған кездегі ең үлкен нормаль кернеуі  $\mu = 1 + \delta \sin \gamma$  шамасына пропорционал болады.

Әртүрлі  $\gamma$  бұрыштық шамалармен қондырғы үшін (2.17) формуламен анықталатын  $\mu$  кернеу параметрі мен  $\beta$  жылдамдық параметрі арасындағы қисық байланыстар келтірілген. Әрбір қисықтың анықталған  $\gamma$  шамасы үшін салынған, ал қисықтың жеке нүктелері  $\delta$  берілген параметрінің шамасымен сәйкес келеді. Белгілі  $\gamma$  бұрышы үшін, жоғары шамалы  $\beta/\mu$  қатынастағы өлшемді және салыстырмалы  $\delta$  аз шамаларын ала алатындай, қондырғының жұмыс режимін таңдау дұрыс (20 сурет).



20 Сурет – Қондырғының жұмыс режимін  $\mu$  және  $\beta$  параметрлерінің критерилері көмегімен зерттеу

Үздіксіз режим,  $\mu = 2$  болғандағы горизонталь түзудің төменгі жағында орналасқан аумағында жатады.  $\beta$  және  $\mu$  параметрлерінің мәні үйкеліс коэффициенті  $f = 0.4$  болғанда есептелінген.

*Вертикаль тасталған режимдегі жүктің орын ауыстыруы.* Науа мен жүктің алға қарай сырғанаған кездегі координата өстеріндегі орынының схемасы 20 суретте көрсетілген. Егерде лақтырған жүк ауыр болса, онда оның  $\eta$  координатасы нөлден өзгеше болады. Онда  $x = x_{01} + \xi$ ,  $y = y_{01} + \eta$ ,  $x$  және  $y$  шамаларын уақыт бойынша екі рет дифференциалдап алатынымыз:

$$x'' = x_{01}'' + \xi'', \quad y'' = y_{01}'' + \eta'' \quad (2.18)$$

Мұнда  $x'' = 0$ ,  $y'' = -g$  ге тең  $x_{01}''$ ,  $y_{01}''$ ,  $x''$  және  $y''$  шамаларын (2.18) теңдеуге қойсақ, онда жүктің салыстырмалы үдеуін мына түрде аламыз:

$$\xi'' = -A\omega^2 \cos \gamma \cos \omega t, \quad (2.19)$$

$$\eta'' = -g - A\omega^2 \sin \gamma \cos \omega t. \quad (2.20)$$

Ұшы көтеріле бастаған науаның орнын  $d$  арқылы белгілейміз. (2.18) теңдеуді уақыт бойынша интегралдап және бастапқы шарттарды қойсақ,  $t = t_d$ ,  $\xi' = \xi'_d$ , сонан соң екі жағында  $A\omega$  ға бөлсек және  $u_d = \xi'_d / A\omega$  тең екендігін ескеріп, горизонталь бағыттағы ұшқан жүктің өлшемсіз салыстырмалы жылдамдық формуласын аламыз:

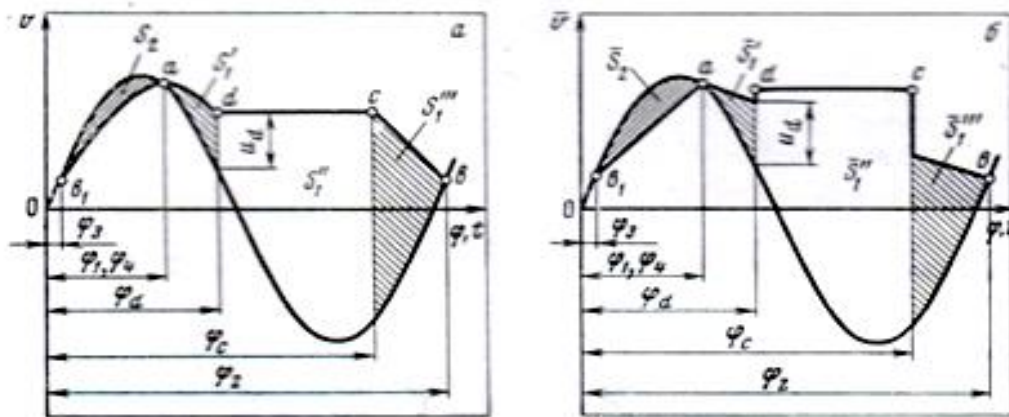
$$u = -\cos \gamma \sin \varphi + \cos \gamma \sin \varphi_d + u_d \quad (2.21)$$

Жүктің науадан бөлініп шығу мезеті, вертикаль құраушы  $I_y$  инерция күшінің бағыты жоғары бағыттталып және жүктің салмағына тең болады. (3.10) формула бойынша салмақты  $I_y$  теңдеп содан соң ықшамдап  $\cos \varphi_d = -1/\delta \sin \gamma$  тәуелділігін аламыз.

Жүктің ұшу мезетіндегі  $\theta$  бұрышы танымал тәуелділігіндегі  $\varphi_d$  бұрышына байланысты.

$$\operatorname{tg} \varphi_d = -\left[ \frac{\theta^2}{2} - (1 - \cos \theta) \right] / (\theta - \sin \theta)$$

Көтеріп тасталған режимде  $\theta$  шамасына мән беріп және сол арқылы  $\varphi_d$  шамасын анықтап отырған ыңғайлы. (2.21) формула арқылы ұшқан бөлшектің аралығы үшін, солсықты (2.12) және (2.13) формулалардан сырғанау аралығы үшін науа және жүктің горизонталь бағыттағы (20 сурет) жылдамдықтарының диаграммасын саламыз:



21 сурет – Көтеріп-тастаған режимдегі жылдамдықтың нақты диаграммасынан шартты диаграммаға ауысуы

Жүктің салыстырмалы ілгерлемелі қозғалысының  $s_1$  жүрген жолы  $s_1'$ ,  $s_1''$ , және  $s_1'''$  алаңшалардан тұрады [9].

## 2.2 Горизонталь орнатылған науашаның тербелісін есептеу

Декарттық координатты изотроптық табақшаның тербеліс теңдеуі;

$$D\nabla\nabla\lambda + \rho h \frac{\partial^2 \lambda}{\partial t^2} = P \quad (2.22)$$

мұндағы,  $D$  – цилиндрлік қаттылық  $D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}$ ;

$\nabla$  – Лаплас операторы,  $\nabla = \frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2}$ ;

$\lambda$  – табақшаның иілуі,

$\rho$  – жадығат тығыздығы,

$h$  – табақша қалыңдығы,

$P(x_1, x_2, t)$  – көлденең жүктеменің қарқыны.

Шеттері бос қондырылған табақшаның еркін тербелісінің теңдеуі;

(2.22)-формуладағы  $P = 0$  десек, онда;

$$\omega = \pi^2 \left( \frac{m_1^2}{g_1^2} + \frac{m_2^2}{g_2^2} \right) \cdot \left( \frac{D}{\rho h} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.23)$$

Шеттері қатты бекітпелі табақшаға еркін тербелістің жиілігін аналитикалық жолмен табу қазірге мүмкін емес, сондықтан жуықтау рэлея-ритцтің тәсілін қолданамыз.



$$\omega = \pi^2 \left[ \frac{D}{\rho h} \left( \frac{A^4 m}{g_1^4} + \frac{A_n^4}{g_2^4} + 2 \frac{BmBn}{g_1^2 g_2^2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.24)$$

мұндағы,

$$A_m = \begin{cases} 1,506 & (m=1) \\ m+0,5 & (m \geq 2) \end{cases} \\ B_m = \begin{cases} 1,248 & (m=1) \\ A_m(A_m - \frac{2}{\pi}) & (m \geq 2) \end{cases} \quad (2.25)$$

Шеттері бос қондырылған табақшаға рэлея-ритцтің жиілікті табатын бірінші жуықтау формуласы мынадай түрде болады;

$$\omega = \pi^2 \left( \frac{D}{\rho h} \left\{ \frac{A^4 m_1}{g_1^4} + \frac{A^4 m_2}{g_2^4} + \frac{2}{g_1^2 g_2^2} \cdot [\mu Bm_1 Bm_2 + (1-\mu) Cm_1 Cm_2] \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.26)$$

мұндағы;

$$Am = \begin{cases} 0 & (m=0) \\ 1,506 & (m=1) \\ m+0,5 & (m \geq 2) \end{cases} \\ Bm = \begin{cases} 0 & (m=0) \\ 1,24B & (m=1) \\ Am(Am - \frac{2}{\pi}) & (m \geq 2) \end{cases} \quad (2.27) \\ Cm = \begin{cases} \frac{12}{\pi^2} & (m=0) \\ 5,017 & (m=1) \\ Am(Am + \frac{l}{\pi}) & (m \geq 2) \end{cases}$$

Жиектері қатты бекітілген квадратты табақшаға негізгі жиіліктің формуласы.

$$\omega = \frac{36}{l^2} \sqrt{\frac{D}{\mu}} \quad (2.28)$$

әр түрлі пішінді және шеттерінде әр қандай бекітпелері бар табақшаларға еркін тербеліс жиілігін табу арнаулы кітаптарда беріледі [10-11].

### 2.3 Горизонталь орнатылған наушаның тұрақтылығын есептеу

Конвейер құрамына кірген табақшаның ортаңғы жазықтығы сығылатын не ығысатын кернеулердің әсерлеріне жұмыс істейді. Кернеудің үлкен мәндерінде табақша өзінің тұрақтылығын жоғалтады. Табақшаның серпімді қалпының дифференциалдық теңдеуінің түрі.

$$\frac{D}{\delta} \nabla^4 \omega = \delta_x \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \delta_y \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + 2\tau_{xy} \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} \quad (2.29)$$

мұндағы  $\omega$  – ортаңғы жазықтықтың иілуінің функциясы. Осы теңдеуді шектелген айырмашылық тәсілімен шешудің жолын қарастырамыз. Тәсілдің толық түсіндірілуі құрылыс механика пәнінің екінші бөлігінде берілген. Егерде табақшаның торларының арақашықтықтары  $\Delta x, \Delta y$  бірдей болса, онда жуықтап ортаңғы айырмашылықтарының туындысына арнап;

$$\begin{aligned} \frac{\partial \omega_{i,k}}{\partial x} &\approx \frac{\omega_{i+1,k} - \omega_{i-1,k}}{2\Delta x}; \\ \frac{\partial \omega_{i,k}}{\partial y} &\approx \frac{\omega_{i,k+1} - \omega_{i,k-1}}{2\Delta y}; \\ \frac{\partial^2 \omega_{i,k}}{\partial x^2} &\approx \frac{\omega_{i+1,k} - 2\omega_{i,k} + \omega_{i-1,k}}{\Delta x^2}; \\ \frac{\partial^2 \omega_{i,k}}{\partial y^2} &\approx \frac{\omega_{i,k+1} - 2\omega_{i,k} + \omega_{i,k-1}}{\Delta y^2}; \\ \frac{\partial^2 \omega_{i,k}}{\partial x \partial y} &\approx \frac{\omega_{i+1,k+1} + \omega_{i-1,k-1} - \omega_{i+1,k-1} - \omega_{i-1,k+1}}{4\Delta x \Delta y}; \end{aligned} \quad (2.30)$$

Теңдеудегі белгілердің геометриялық түсіндірмесі суретте көрсетілген. Осы теңдіктерді дифференциалды (2.29) теңдеуге қойып әр буынға айырмашылық теңдеуін құрамыз  $\Delta x = \Delta y$ .

$$\begin{aligned} \omega_{i+2,k} + 2\omega_{i+1,k+1} + 2\omega_{i+1,k-1} - 8\omega_{i+1,k} - 8\omega_{i-1,k} + \omega_{i-2,k} + 20\omega_{i,k} + \omega_{i,k+2} + 2\omega_{i-1,k+1} + 2\omega_{i-1,k-1} - \\ - 8\omega_{i,k+1} - 8\omega_{i,k-1} + \omega_{i,k-2} = -\frac{\Delta x^2 \delta}{D} \left[ \delta_x (\omega_{i+1,k} - 2\omega_{i,k} + \omega_{i-1,k}) + \frac{1}{2} \tau_{xy} (\omega_{i+1,k+1} + \omega_{i-1,k-1} - \right. \\ \left. - \omega_{i+1,k-1} - \omega_{i-1,k+1}) + \delta_y (\omega_{i,k+1} - 2\omega_{i,k} + \omega_{i,k-1}) \right] \end{aligned} \quad (2.31)$$

Осы шекті айырмашылық теңдеуін оператор түрінде жазсақ; (2.31) теңдеудің саны ішкі буындардың санына тең. Осы теңдеуге  $\omega_{i,k}(x, y)$  табақшаның шеттеріндегі және сырттарындағы буындардың мәндері кіреді. Табақшаның

қырындағы буындарда  $\omega_{i,k}(x, y)$  мәндер сол шеттердегі нүктедегі функцияның  $\omega(x, y)$  мәніне тең. Табақшаның сыртындағы буындардағы мәндер тең:

$$\text{Шеттері қатты бекітілген } \omega_{i-1,k} = \omega_{i+1,k}$$

$$\text{Шеттері бос бекітілген } \omega_{i-1,k} = -\omega_{i+1,k}$$

Ішкі буындарға осылайша түзу сызықты, біртекті алгебралық теңдеуді құрамыз, бүгілуге қатынасты  $\omega_{i,k}(x, y)$ .

Шекті айырмашылық теңдеулерге алмағайып кернеудің өлшемсіз параметрі  $K$  кіреді.

$$\text{Осы параметр, егерде кернеу түрінде берілсе } \delta_x = \alpha\delta, \delta_y = \beta\delta, \tau_{xy} = \gamma\delta$$

Онда былай жазылуы да ықтимал.

$$K = \varphi \frac{n^2}{\pi} \sigma \delta \quad (2.32)$$

мұндағы  $\varphi = \frac{(\Delta x^2)}{D}$ , құрастырылған теңдеудің тривиалсыз шешімі  $K$  параметрін табуға мүмкіндік береді. Ең кіші мәні  $K$  параметрінің кернеудің алмағайып мәнін береді, оны мынадай түрде жазған ыңғайлы [12].

$$\delta_{al} = k \frac{\pi^2 D}{l^2 \delta} \quad (2.33)$$

не болмаса

$$\delta_{al} = k \frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2) l} \left(\frac{\delta}{l}\right)^2 \quad (2.34)$$

Есепті жеңілдету үшін табақшаның жандарының қатынастарына  $\nu=a/b$ . Қарап  $k_0$  Коэффициентін кесте түрінде анықтауға болады.

1 Кесте – Қондырғыға бекітілген табақшаға

$\nu$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$K_0$	3,83	1,037	0,47	0,27	0,18	0,13

## 2.4 Горизонталь орнатылған науаның бірқалыпты қозғалысының динамикалық теңдеулерін құру

1) Рамаға бір жағы бекітілген тербелмелі науаның қозғалысы толығымен мнаналарды білу арқылы сипатталады:

2) В нүктесінің қозғалысы  $\overline{B_0 B_1} = \overline{f}$  рамаға бекітілген тербелмелі науашаның соңына дейін қиманың орталығында орналасқан деп саналады.

3)  $O_1z_1$  тік ось айналасында рамамен бірге қондырғы қимасының айналуы.

В бөлімінде сызықтық және бұрыштық жылжу  $O_3x_3y_3z_3$  жүйесіне қатысты бірінші есептеледі. Содан кейін, үйлестіру жүйесін қосу үшін матрицалық қарым-қатынастарды ескере отырып,  $O_2x_2y_2z_2$  координаттар жүйесі беріледі.  $O_2x_2y_2z_2$  жүйесіне қатысты В бөлімінің сызықтық және бұрыштық жылжуы келесі матрица арқылы есептеледі.

$$\begin{bmatrix} f_{x2} \\ f_{y2} \\ f_{z2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \cos \beta_0 & -\sin \beta_0 \\ 0 & -\sin \beta_0 & -\cos \beta_0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -2r_s \sin^2 \frac{\theta}{2} \\ r_s \sin \theta \\ z \end{bmatrix} \quad (2.35)$$

$$\begin{bmatrix} u_{x2} \\ u_{y2} \\ u_{z2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\theta \sin \beta_0 \\ -\theta \cos \beta_0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2.36)$$

мұндағы  $f_x, f_y, f_z, u_x, u_y, u_z$  қозғалысты анықтайтын тербелмелі науашаға тусірілген моменттер мен күштер, тербелмелі науашадағы жүктеу мен деформацияға қатысты есептелген. Олар қатынастармен берілген. Белгілер 22 суретте көрсетілген.

$$\begin{cases} P_x = f_x \cdot \frac{EA_t}{l} \\ M_x = u_x \cdot \frac{GI_t}{l} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_y = f_y \cdot \frac{12EI_z}{l^3} + u_z \cdot \frac{6EI_z}{l^2} \\ M_y = -f_z \cdot \frac{6EI_y}{l^2} + u_y \cdot \frac{4EI_y}{l} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_z = f_z \cdot \frac{12EI_y}{l^3} - u_y \cdot \frac{6EI_y}{l^2} \\ M_z = f_y \cdot \frac{6EI_z}{l^2} + u_z \cdot \frac{4EI_z}{l} \end{cases} \quad (2.37)$$

Мұндағы  $E$  және  $G$  тербелмелі науаша материалының бойлық және көлденең серпімділік модульдері болып табылады;

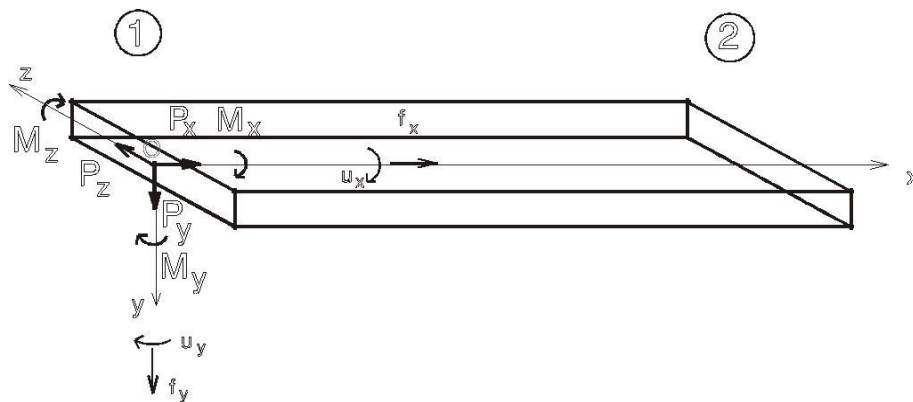
$I_y$  және  $I_z$  тиісінше тербелмелі науаша осьтерінің көлденең қимасының инерция моменті;

$I_T$  тербелмелі науашаның көлденең қимасының бұраушы инерция моменті;

$A_t$  көлденең қимасының ауданы болып табылады. (2.35), (2.36) және (2.37) қатынастарын пайдалана отырып, тербелетін науаның реакция күштері және моменттері  $O_2x_2y_2z_2$  жүйесіне байланысты мына түрде болады:

$$\begin{bmatrix} P_{x2} \\ P_{y2} \\ P_{z2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{EA_t}{l}(r_s \cos \beta_0 \sin \theta - z \sin \beta_0) \\ \frac{12EI_z}{l^3}(r_s \sin \beta_0 \sin \theta + z \cos \beta_0) \\ -\frac{24EI_y}{l^3}r_s \sin^2 \frac{\theta}{2} - \frac{6EI_y}{l^2}\theta \cos \beta_0 \end{bmatrix} \quad (2.38)$$

$$\begin{bmatrix} M_{x2} \\ M_{y2} \\ M_{z2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{GI_t}{l}\theta \sin \beta_0 \\ \frac{12EI_y}{l^2}r_s \sin^2 \frac{\theta}{2} + \frac{4EI_y}{l}\theta \cos \beta_0 \\ \frac{6EI_z}{l^2}(r_s \sin \beta_0 \sin \theta + z \cos \beta_0) \end{bmatrix} \quad (2.39)$$



22 Сурет – Тербелмелі науашадағы жүктеулермен деформациялар

(2.38) және (2.39) қатынастары  $O_3x_3y_3z_3$  координат жүйесіне көшіріледі.  $O_3x_3y_3z_3$  координат жүйесіне қатысты  $B_1$  нүктесіне әсер ететін реакция күштері және актив момент былай белгіленеді  $P_{x3}, P_{y3}, P_{z3}, M_{x3}, M_{y3}, M_{z3}$ .

Осыларды пайдалана отырып механикалық жүйенің динамикалық теңдеулері:

$$\begin{aligned} m\ddot{z} &= -3F_0 \cos \beta_0 (1 + \cos 2\omega t) - mg + 3 \cdot P_{z3} \\ J\ddot{\theta} &= -3F_0 r_s \sin \beta_0 (1 + \cos 2\omega t) + 3 \cdot M_{z3} + 3 \cdot P_{y3} \cdot r_s \end{aligned} \quad (2.40)$$

Оларды азайтқаннан кейін мынандай түрге келеді:

$$m\ddot{z} = -3F_0 \cos \beta_0 (1 + \cos 2\omega t) - mg + \frac{3E}{l} \left( \frac{A_t}{2} - \frac{6I_z}{l^2} \right) r_s \sin 2\beta_0 \sin \theta -$$

$$-\frac{3E}{l} \left( A_t \sin^2 \beta_0 + \frac{12I_z}{l^2} \cos^2 \beta_0 \right) z \quad (2.41)$$

$$\begin{aligned} J\ddot{\theta} = & -3F_0 r_s \sin \beta_0 (1 + \cos 2\omega t) - \frac{36EI_y}{l^2} r_s \cos \beta_0 \sin^2 \frac{\theta}{2} - \\ & - \frac{3}{l} (GI_t \sin^2 \beta_0 + 4EI_y \cos^2 \beta_0) \theta - \frac{3E}{l} \left( A_t \cos^2 \beta_0 + \frac{12I_z}{l^2} \sin^2 \beta_0 \right) r_s^2 \sin \theta + \\ & + \frac{3E}{2l} \left( A_t - \frac{12I_z}{l^2} \right) r_s (\sin 2\beta_0) z \end{aligned} \quad (2.42)$$

Осыдан жүйеде өте кішкентай діріл пайда болып мынадай жақындату жүзеге асырылатын болады:

$$\sin \theta \approx \theta; \quad \sin^2 \frac{\theta}{2} \approx 0 \quad (2.43)$$

Дифференциалдық теңдеулер жүйесі болып:

$$\begin{aligned} m\ddot{z} + C_1 \cdot z + C_2 \cdot \theta &= -3F_0 \cos \beta_0 (1 + \cos 2\omega t) - mg \\ J\ddot{\theta} + C_2 \cdot z + C_3 \cdot \theta &= -3F_0 r_s \sin \beta_0 (1 + \cos 2\omega t) \end{aligned} \quad (2.44)$$

мынадай белгілеу қабылданды, онда:

$$C_1 = \frac{3E}{l} \left( A_t \sin^2 \beta_0 + \frac{12I_z}{l^2} \cos^2 \beta_0 \right) \quad (2.45)$$

$$C_2 = -\frac{3E}{l} \left( \frac{A_t}{2} - \frac{6I_z}{l^2} \right) r_s \sin 2\beta_0 \quad (2.46)$$

$$C_3 = \frac{3}{l} \left[ GI_t \sin^2 \beta_0 + 4EI_y \cos^2 \beta_0 + EA_t r_s^2 \cos^2 \beta_0 + \frac{12EI_z}{l^2} r_s^2 \sin^2 \beta_0 \right] \quad (2.47)$$

Дифференциалдық теңдеулер жүйесі (2.44) ең жоғары мәні  $F_0$  және гармоникалық жиілік  $2\omega$  бар электромагниттік қозғалыс күшінің әсерінен тербелмелі қозғалыстағы науашаны сипаттайды [13]. Науаша тұрақты күйде тербелу үшін, (2.44) шешімді келесі түрде жазамыз:

$$z = a_1 \cos 2\omega t + b_1 \quad (2.48)$$

$$\theta = a_2 \cos 2\omega t + b_2 \quad (2.49)$$

мұндағы  $a_1, a_2, b_1, b_2$  тұрақты. Олар (2.44) теңдеулердегі қатынастарды (2.48) және (2.49) теңдеулерге алмастырушы және бірнеше қарапайым манипуляция орындау арқылы есептеледі. Сонымен төмендегі есептеу нәтижелері беріледі:

$$z = \frac{3F_0 [(C_3 - 4J\omega^2) \cos \beta_0 - C_2 r_s \sin \beta_0]}{C_2^2 - (C_1 - 4m\omega^2)(C_3 - 4J\omega^2)} \cdot \cos 2\omega t + \frac{3F_0 (C_3 \cos \beta_0 - C_2 r_s \sin \beta_0) + mgC_3}{C_2^2 - C_1 C_3} \quad (2.50)$$

$$\theta = \frac{3F_0 [(C_1 - 4m\omega^2) r_s \sin \beta_0 - C_2 \cos \beta_0]}{C_2^2 - (C_1 - 4m\omega^2)(C_3 - 4J\omega^2)} \cdot \cos 2\omega t - \frac{3F_0 (C_2 \cos \beta_0 - C_1 r_s \sin \beta_0) + mgC_2}{C_2^2 - C_1 C_3} \quad (2.51)$$

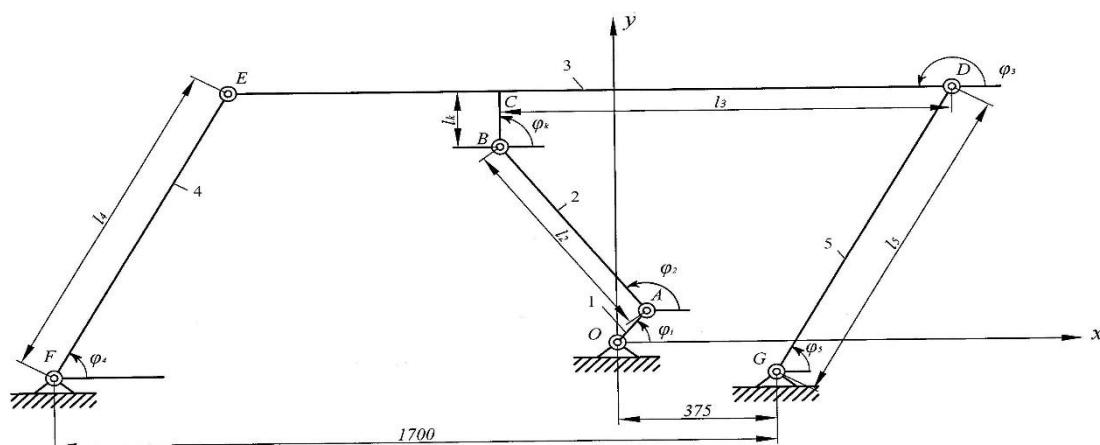
Қатынастар (2.50) және (2.51) қоректендіргіштің діріл стационарлық жұмыс режимі кезінде науа қозғалысы үшін жақсы нәтиже береді [14].

### 3 Конвейерлердің кинематикалық және динамикалық анализі

#### 3.1 Конвейерлердің кинематикалық анализі

Жүк көтергіш платформа түзу сызықты ілгерлемелі қозғалатын жазық иінтіректі механизм ұсынылып, осы механизм үшін Соболев-Статинковтың көп критерилі оптималдау әдісінің негізінде синтездеу жүргізілді. Бұл маселенің жалпы түрдегі шешімі қазіргі кездегі «Машиналар динамикасы мен беріктігі» теориясында белгісіз болғандықтан өзекті мәселе болып табылады.

Қағаз басып шығару өндірісіндегі басу машиналарының әр түрлі дайындамасы алматы полиграфкомбинатында жасалып, мөлшерлеу үшін, жүктеуді жобалаудағы конвейердің кинематикалық сұлбасы көрсетілген (23 сурет). Бұл III класты жазық иінтіректі механизм, жетекші буын-негізгі буын. Бұдан жетек FE, AB, GD тарайды. АО-жетекші буын. құю өндірісінде балқытатын пештерді дайындаманы жүктеу мөлшеріне арналған [15-16].



23 Сурет – Қарастырылған механизмнің жазық түрдегі кескіні

2 Кесте – Механизм келесі сипаттамаларға ие

№	Буындар				
	1	2	3	4	5
Салмағы, кг	$m_1 = 30$	$m_2 = 65$	$m_3 = 1160$	$m_4 = 59$	$m_5 = 59$
Буын ұзындығы, мм	$l_1 = 60$	$l_2 = 430$	$l_3 = 1100$	$l_4 = 440$	$l_5 = 440$

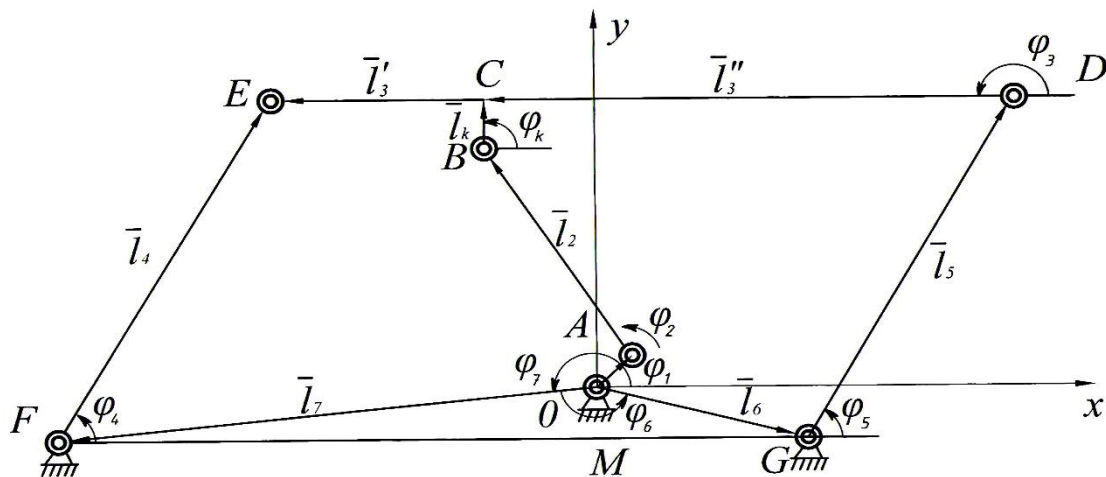
Бұл механизмнің еркіндік дәрежесі 1-ге тең болғандықтан, жетектегі буынның орын ауыстыруы, жылдамдығы және үдеулері механизм нүктелері жетекші буынның орын ауыстыруы, жылдамдығы және үдеу функциялары болып табылады. Сондықтан жетекші буын мен жетектегі буын арасындағы орын ауыстыру, жылдамдықтарының аналитикалық тәуелділіктерін анықтайық.

Жетекші буын айналмалы жұпқа тіреумен кіретіндіктен, келесі функцияны аламыз:  $\varphi_1 = \varphi_1(t)$



Мұндағы  $\varphi_1$  - тіреумен бекітілге ХОУ жылжымайтын координаттар жүйесіне қатысты жетекші буынның бұралу бұрышы, ал  $t$ -уақыт.

Енді жетектегі буынның орын ауыстыруы мен жылдамдығын анықтау үшін зинovieв әдісін яғни векторлардың тұйықталған контуры әдісін қолданамыз (24-сурет).



24 Сурет – Векторлардың тұйықталған контурлы әдісіне арналған сұлба

Бірінші контур OABCEFO және екінші контур OABCDGO. Бұл тұйықталған контурларды вектор түрінде жазамыз және X , Y өстеріне проекциялаймыз:

Бірінші контур:  $l_1 + l_2 + l_k + l'_3 = l_7 + l_4$

Екінші контур:  $l_1 + l_2 + l_k = l_6 + l_5 + l''_3$

$$\begin{aligned} l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + l'_3 \cos \varphi_3 &= l_7 \cos \varphi_7 + l_4 \cos \varphi_4 \\ l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_k + l'_3 \sin \varphi_3 &= l_7 \sin \varphi_7 + l_4 \sin \varphi_4 \end{aligned} \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned} l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 &= l_6 \cos \varphi_6 + l_5 \cos \varphi_5 + l''_3 \cos \varphi_3 \\ l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + l_k &= l_6 \sin \varphi_6 + l_5 \sin \varphi_5 + l''_3 \sin \varphi_3 \end{aligned} \quad (3.2)$$

ЕД буын үнемі көлденең қозғалыс жасайды, Бірақ  $\varphi_3 = 180^\circ$  бұрышы өзгерссіз қалады. Шарты бойынша  $l_4 = l_5$  , Сондықтан  $\varphi_4 = \varphi_5$  ,  $\varphi_k = 90^\circ$  ,

Сондықтан кейбір жеңілдетулер енгізейік:

$$\begin{aligned} l_2 \cos \varphi_2 - l_4 \cos \varphi_4 &= l_7 \cos \varphi_7 - l_1 \cos \varphi_1 + l'_3 \\ l_2 \sin \varphi_2 - l_4 \sin \varphi_4 &= l_7 \sin \varphi_7 - l_1 \sin \varphi_1 - l_k \end{aligned} \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} l_2 \cos \varphi_2 - l_4 \cos \varphi_4 &= l_6 \cos \varphi_6 - l_1 \cos \varphi_1 - l''_3 \\ l_2 \sin \varphi_2 - l_4 \sin \varphi_4 &= l_6 \sin \varphi_6 - l_1 \sin \varphi_1 - l_k \end{aligned} \quad (3.4)$$

(3.3) және (3.4) теңдеулерін салыстырсақ, бұл теңдеулердің сол жақтары өзара тең. Тепе-теңдікті дәлелдейік:

$$\begin{aligned} l_7 \cos \varphi_7 - l_1 \cos \varphi_1 + l_3' &= l_6 \cos \varphi_6 - l_1 \cos \varphi_1 - l_3'' \\ l_7 \sin \varphi_7 - l_1 \sin \varphi_1 - l_k &= l_6 \sin \varphi_6 - l_1 \sin \varphi_1 - l_k \end{aligned} \quad (3.5)$$

$l_1 \sin \varphi_1$  және  $l_k$ ,  $l_1 \cos \varphi_1$  қысқартқаннан кейін, келесіні аламыз:

$$\begin{aligned} l_7 \cos \varphi_7 + l_3' &= l_6 \cos \varphi_6 - l_3'' \\ l_7 \sin \varphi_7 &= l_6 \sin \varphi_6 \end{aligned} \quad (3.6)$$

$\varphi_7$  бұрышын табу үшін  $l_7, l_6, l_3', l_3''$  буындарының ұзындықтарын және  $\varphi_6, \varphi_7$  анықтаймыз,  $\Delta MFO$  ны қарастырайық:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{OM}{FM} = \frac{40}{1325} = 0,030 \\ \alpha &= 1^\circ 40' \end{aligned} \quad (3.7)$$

Сонда бұрыш  $\varphi_7 = 180^\circ + 1^\circ 40' = 181^\circ 40'$ ,  $\varphi_6$  бұрышын  $\Delta MGO$  анықтаймыз:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{MO}{MG} = \frac{40}{375} = 0,1066 \\ \beta &= \operatorname{arctg} 0,1066 = 6^\circ \end{aligned} \quad (3.8)$$

Егер  $\beta = 6^\circ$  болса  $\varphi_6 = 360^\circ - 6^\circ = 354^\circ$  да,  $\varphi_6 = 354^\circ$  және  $\varphi_7 = 181^\circ 40'$ . Бұрыштарын анықтадық. Ал  $l_6, l_7, l_3', l_3''$  буын ұзындықтарын сызбадан анықтаймыз, сызба бойынша олар мынаған тең:

$$l_7 = 1325,6, \quad l_6 = 377,1, \quad l_3' = 642, \quad l_3'' = 1058$$

Барлық табылған ұзындықтарды (3.5) жүйеге қоямыз:

$$\begin{aligned} l_7 \cos \varphi_7 + l_3' &= l_6 \cos \varphi_6 - l_3'' \\ l_7 \sin \varphi_7 &= l_6 \sin \varphi_6 \\ 1325,6 \cdot (-\cos 1^\circ 40') + 642 &= 377,1 \cdot \cos 6^\circ - 1058 = -683,1 \approx -683 \\ l_7 \sin \varphi_7 &= l_6 \sin \varphi_6 \\ 1325,6 \cdot (-0,03) &= 377,1 \cdot (-\sin 6^\circ) = -39 \approx -39 \end{aligned} \quad (3.9)$$

Тепе-теңдік аламыз, яғни біз (3.3) және (3.4) жүйелеріміз өзара тең екенін дәлелдедік, бұдан төрт теңдеудің орнына екі теңдеуді қарастыруға болатынын байқаймыз [17].

$$\begin{aligned} l_2 \cos \varphi_2 - l_4 \cos \varphi_4 &= l_7 \cos \varphi_7 - l_1 \cos \varphi_1 + l'_3 \\ l_2 \sin \varphi_2 - l_4 \sin \varphi_4 &= l_7 \sin \varphi_7 - l_1 \sin \varphi_1 - l_k \end{aligned} \quad (3.10)$$

теңдеулерді шешу (3.6) арқылы  $\varphi_1$  бұрышына қатысты  $\varphi_2$  және  $\varphi_4$  бұрыштарын анықтаймыз. Ол үшін (3.6) теңдеулер жүйесінің оң жағына А және В енгізулерін енгіземіз. А және В шамалары бізге белгілі (25 сурет):

$$\begin{aligned} A &= l_7 \cos \varphi_7 - l_1 \cos \varphi_1 + l'_3 \\ B &= l_7 \sin \varphi_7 - l_1 \sin \varphi_1 - l_k \end{aligned} \quad (3.11)$$

Бұдан екі белгісізі бар екі теңдеу шығады.

$$\begin{aligned} l_2 \cos \varphi_2 - l_4 \cos \varphi_4 &= A \\ l_2 \sin \varphi_2 - l_4 \sin \varphi_4 &= B \end{aligned} \quad (3.12)$$

мұндағы А және В,  $A(\varphi_1)$  және  $B(\varphi_1)$  ға тәуелді. Сонымен, екінші теңдеуден  $\sin \varphi_2$  табамыз:

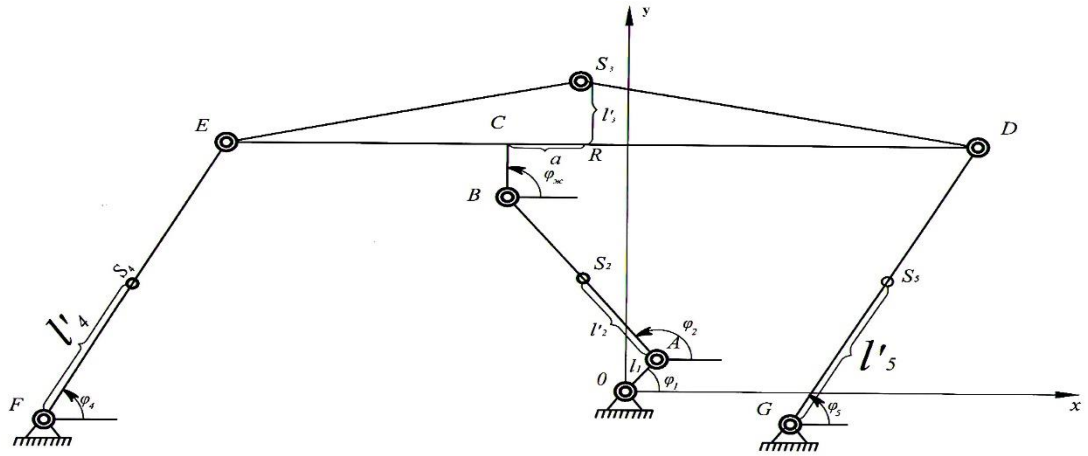
$$\sin \varphi_2 = \frac{B + l_4 \sin \varphi_4}{l_2} \quad (3.13)$$

$\sin \varphi_2$  келесі түрде анықтаймыз:  $\sin \varphi_2 = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_2}$ , мұны (3.8) теңдеуіне қоямыз

$$\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_2} = \frac{B + l_4 \sin \varphi_4}{l_2} \quad (3.14)$$

(3.9) теңдеудің екі жағында квадраттаймыз:

$$1 - \cos^2 \varphi_2 = \left( \frac{B + l_4 \sin \varphi_4}{l_2} \right)^2 \quad (3.15)$$



25 Сурет – Векторлардың тұйықталған контурлы әдісіне арналған сұлба

Бұдан  $\cos \varphi_2$  анықтаймыз:

$$\cos^2 \varphi_2 = 1 - \frac{(B + l_4 \sin \varphi_4)^2}{l_2^2} = \frac{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2}{l_2^2} \quad (3.16)$$

$$\cos \varphi_2 = \sqrt{\frac{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2}{l_2^2}}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{\sqrt{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2}}{l_2}$$

енді  $\cos \varphi_2$  (3.7) теңдеуге қоямыз.

$$l_2 \sqrt{\frac{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2}{l_2^2}} - l_4 \cos \varphi_4 = A(\varphi_1) \quad (3.17)$$

$$\cos \varphi_4 = \frac{\sqrt{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2} - A}{l_4}$$

$$\cos \varphi_4 = \sqrt{1 - \sin^2 \varphi_4}$$

$$\sqrt{1 - \sin^2 \varphi_4} = \frac{\sqrt{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2} - A}{l_4}$$

теңдеудің екі жағында квадраттаймыз:

$$1 - \sin^2 \varphi_4 = \frac{1}{l_4^2} [l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2 - 2A\sqrt{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2} + A^2] \quad (3.18)$$

$$1 - \sin^2 \varphi_4 = \frac{l_2^2}{l_4^2} - \frac{B^2}{l_4^2} - \frac{2Bl_4}{l_4^2} \cdot \sin \varphi_4 - \frac{l_4^2 \sin^2 \varphi_4}{l_4^2} - \frac{2A}{l_4^2} \cdot \sqrt{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2} + \frac{A}{l_4^2}.$$

$$\frac{2A}{l_4^2} \sqrt{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2} = \frac{l_2^2}{l_4^2} - \frac{B^2}{l_4^2} - \frac{2B}{l_4} \sin \varphi_4 + \frac{A^2}{l_4^2} - 1,$$

Енді теңдеудің екі бөлігінде  $\frac{l_4^2}{A}$  көбейту арқылы келесіні аламыз:

$$\sqrt{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2} = \frac{l_2^2}{2A} - \frac{B^2}{2A} - \frac{B}{A} \cdot l_4 \sin \varphi_4 + \frac{A}{2} - \frac{l_4^2}{2A}$$

C арқылы келесі шамаларды белгілейміз:

$$C = \frac{l_2^2}{2A} - \frac{B^2}{2A} + \frac{A}{2} - \frac{l_4^2}{2A} \quad (3.19)$$

C шамасы да  $\varphi_1$  ден тәуелді, яғни  $C = C(\varphi_1)$ , ондан [18]

$$\sqrt{l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2} = C - \frac{B}{A} l_4 \sin \varphi_4 \quad (3.20)$$

теңдеудің екі жағында квадраттаймыз:

$$l_2^2 - (B + l_4 \sin \varphi_4)^2 = (C - \frac{B}{A} l_4 \sin \varphi_4)^2$$

$$l_2^2 - B^2 - 2Bl_4 \sin \varphi_4 - l_4^2 \sin^2 \varphi_4 - C^2 + 2\frac{B}{A} Cl_4 \sin \varphi_4 - \frac{B^2}{A^2} l_4^2 \sin^2 \varphi_4 = 0 \quad (3.21)$$

Жақша сыртына  $\sin^2 \varphi_4$  мен  $\sin \varphi_4$  шығарамыз:

$$(l_4^2 + \frac{B^2 l_4^2}{A^2}) \sin^2 \varphi_4 + (2Bl_4 - \frac{2BCl_4}{A}) \sin \varphi_4 + C^2 + B^2 - l_2^2 = 0 \quad (3.22)$$

Кейбір шамаларды енгізейік:

$$M = l_4^2 (1 + \frac{B^2}{A^2}), \quad N = 2Bl_4 (1 - \frac{C}{A}), \quad P = B^2 + C^2 - l_2^2$$

Алынған шамаларды (3.20) теңдеуіне қойып, келесіні аламыз:.

$$M \sin^2 \varphi_4 + N \sin \varphi_4 + P = 0 \quad (3.23)$$

Бұдан  $\sin \varphi_4$  анықтаймыз:

$$\sin \varphi_4 = \frac{-N \pm \sqrt{N^2 - 4MP}}{2M} = W \quad (3.24)$$

$$W = W(\varphi_1)$$

$$\varphi_4 = \arcsin W + 2\pi n, \quad \varphi_4 = f(\varphi_1)$$

Енді (3.12) теңдеулер жүйесіне оралайық.  $\sin \varphi_4$  орнына  $\sin \varphi_4 = W$  қояйық,

$$l_2 \sin \varphi_2 - l_4 \sin \varphi_4 = B \quad (3.25)$$

$$l_2 \sin \varphi_2 - l_4 \cdot W = B$$

Бұл теңдеуден  $\varphi_2$  анықтаймыз:

$$\sin \varphi_2 = \frac{(B + l_4 \cdot W)}{l_2}$$

$$\varphi_2 = \arcsin\left[\frac{(B + l_4 \cdot W)}{l_2} + 2\pi m\right] \quad (3.26)$$

$$\varphi_2 = f(\varphi_1)$$

(3.3) теңдеулер жүйесін қарастырайық:

$$l_2 \cos \varphi_2 - l_4 \cos \varphi_4 = l_7 \cos \varphi_7 - l_1 \cos \varphi_1 + l'_3$$

$$l_2 \sin \varphi_2 - l_4 \sin \varphi_4 = l_7 \sin \varphi_7 - l_1 \sin \varphi_1 - l_k \quad (3.27)$$

$\varphi_1$  бұралу бұрышына байланысты (3.3) теңдеулер жүйесін дифференциалдау арқылы келесі теңдеулерді аламыз:

$$l_2 \sin \varphi_2 \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} - l_4 \sin \varphi_4 \frac{d\varphi_4}{d\varphi_1} = -l_1 \sin \varphi_1$$

$$l_2 \cos \varphi_2 \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} - l_4 \cos \varphi_4 \frac{d\varphi_4}{d\varphi_1} = -l_1 \cos \varphi_1 \quad (3.28)$$

$\varphi_7$ , және  $l_7$ ,  $l'_3$ ,  $l_k$  шаралары тұрақты болғандықтан, олардың туындылары нөлге тең болады [19]. Келесі тәуелділіктерді қарастырайық:

$$\frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} = \frac{\frac{d\varphi_2}{dt}}{\frac{d\varphi_1}{dt}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = u_{21}$$

$$\frac{d\varphi_4}{d\varphi_1} = \frac{\frac{d\varphi_4}{dt}}{\frac{d\varphi_1}{dt}} = \frac{\omega_4}{\omega_1} = u_{41} \quad (3.29)$$

Бұларды ескеріп келесіні аламыз:

$$\begin{aligned} l_2 \sin \varphi_2 \cdot u_{21} - l_4 \sin \varphi_4 \cdot u_{41} &= -l_1 \sin \varphi_1 \\ l_2 \cos \varphi_2 \cdot u_{21} - l_4 \cos \varphi_4 \cdot u_{41} &= -l_1 \cos \varphi_1 \end{aligned} \quad (3.30)$$

(3.30) теңдеуінің екі жағында  $\cos \varphi_2$  көбейтеміз, теңдеудің екі жағын  $\sin \varphi_2$  көбейтеміз.

$$\begin{aligned} l_2 \sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_2 \cdot u_{21} - l_4 \sin \varphi_4 \cdot \cos \varphi_2 \cdot u_{41} &= -l_1 \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \\ l_2 \cos \varphi_2 \cdot \sin \varphi_2 \cdot u_{21} - l_4 \sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_4 \cdot u_{41} &= -l_1 \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 \end{aligned} \quad (3.31)$$

Бірінші теңдеуден екінші теңдеуді азайтамыз, сонда:

$$(l_4 \cos \varphi_4 \cdot \sin \varphi_2 - l_4 \sin \varphi_4 \cdot \cos \varphi_2) \cdot u_{41} = l_1 (\cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2) \quad (3.32)$$

Бұдан  $i_{41}$  беріліс қатынасын анықтаймыз:

$$\begin{aligned} u_{41} &= \frac{l_1 (\cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2)}{l_4 (\cos \varphi_4 \cdot \sin \varphi_2 - \sin \varphi_4 \cdot \cos \varphi_2)} \\ u_{41} &= \frac{l_1 \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{l_4 \sin(\varphi_2 - \varphi_4)} \end{aligned} \quad (3.33)$$

$u_{21}$  беріліс қатынасын анықтау үшін (3.30) және (3.31) теңдеулер жүйесіне оралайық, мұнда бірінші теңдеуді  $\cos \varphi_4$ , ал екінші теңдеуді  $\sin \varphi_4$  көбейтеміз.

$$\begin{aligned} l_2 \sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_4 \cdot u_{21} - l_4 \sin \varphi_4 \cdot \cos \varphi_4 \cdot u_{41} &= -l_1 \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_4 \\ l_2 \cos \varphi_2 \cdot \sin \varphi_4 \cdot u_{21} - l_4 \cos \varphi_4 \cdot \sin \varphi_4 \cdot u_{41} &= -l_1 \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_4 \end{aligned} \quad (3.34)$$

Бірінші теңдеуден екінші теңдеуді азайту арқылы, келесіні аламыз:

$$l_2 (\sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_4 - \cos \varphi_2 \cdot \sin \varphi_4) \cdot u_{21} = l_1 (\cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_4 - \sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_4) \quad (3.35)$$

Бұрыштық жылдамдықтар арасындағы байланыстарды жазайық:

$$\begin{aligned} \frac{\omega_3}{\omega_1} = u_{31}, \quad \omega_3 &= \frac{d\varphi_3}{dt} = \frac{d\varphi_3}{d\varphi_1} \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = u_{31} \cdot \omega_1 \\ \frac{\omega_2}{\omega_1} = u_{21}, \quad \omega_2 &= \frac{d\varphi_2}{dt} = \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = u_{21} \cdot \omega_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{\omega_2}{\omega_1} &= u_{21}, \quad \omega_2 = \frac{d\varphi_2}{dt} = \frac{d\varphi_2}{d\varphi_1} \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = u_{21} \cdot \omega_1 \\ \frac{\omega_5}{\omega_1} &= u_{51}, \quad \omega_5 = \frac{d\varphi_5}{dt} = \frac{d\varphi_5}{d\varphi_1} \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = u_{51} \cdot \omega_1\end{aligned}\quad (3.36)$$

5 және 4 буындардың бұрыштық жылдамдықтары  $\omega_4 = \omega_5$  тең, өйткені есеп шарты бойынша  $\varphi_4 = \varphi_5$ , сондықтан  $u_{41} = u_{51}$ ,

Механизмнің барлық буындарының ауырлық центрін анықтаймыз [20].  
3 буынның ауырлық центрі Эллиптика заңы бойынша өзгеруін ескерейік.

$$\begin{aligned}RC &= a_o + a \sin \omega_5 t \\ RS_o &= b_o + b \cos \omega_5 t\end{aligned}\quad (3.37)$$

Енді осы буынның салмағының өзгеруі бойынша  $\mathcal{G}_{S2}\varphi_1$ ,  $\mathcal{G}_{S3}\varphi_1$  анықтаймыз.

$$\begin{aligned}\mathcal{G}_{S2}\varphi_1 &= \sqrt{\dot{X}_{S2}^2 + \dot{Y}_{S2}^2} \\ \mathcal{G}_{S3}\varphi_1 &= \sqrt{\dot{X}_{S3}^2 + \dot{Y}_{S3}^2}\end{aligned}\quad (3.38)$$

Механизм сұлбасынан келесіні анықтаймыз (27 сурет):

$$\begin{aligned}X_{S2} &= -l_1 \cos \varphi_1 - l'_2 \cos \varphi_2 \\ Y_{S2} &= l_1 \sin \varphi_1 + l'_2 \sin \varphi_2\end{aligned}\quad (3.39)$$

$t$ -бойынша дифференциалдау арқылы:

$$\begin{aligned}\dot{X}_{S2} &= l_1 \sin \varphi_1 \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} + l'_2 \sin \varphi_2 \cdot \frac{d\varphi_2}{dt} = l_1 \sin \varphi_1 \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} + l'_2 \sin \varphi_2 \cdot \frac{d\varphi_2}{dt} \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = \\ &= l_1 \sin \varphi_1 + l'_2 \sin \varphi_2 \cdot u_{21}) \cdot \omega_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{Y}_{S2} &= l_1 \cos \varphi_1 \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} + l'_2 \cos \varphi_2 \cdot \frac{d\varphi_2}{dt} = l_1 \cos \varphi_1 \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} + l'_2 \cos \varphi_2 \cdot \frac{d\varphi_2}{dt} \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = \\ &= l_1 \cos \varphi_1 + l'_2 \cos \varphi_2 \cdot u_{21}) \cdot \omega_1\end{aligned}$$

$$\mathcal{G}_{S2} = \sqrt{\dot{X}_{S2}^2 + \dot{Y}_{S2}^2} = \sqrt{(l_1 \sin \varphi_1 + l'_2 \sin \varphi_2 \cdot u_{21})^2 + (l_1 \cos \varphi_1 + l'_2 \cos \varphi_2 \cdot u_{21})^2} \cdot \omega_1 \quad (3.40)$$

Механизм сұлбасынан келесіні анықтаймыз:

$$\begin{aligned}X_{S3} &= l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + RC \\ Y_{S3} &= l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 + RS_3\end{aligned}\quad (3.41)$$

Бұрыштық жылдамдықтардың аналогтарын  $u'_{21}$  және  $u'_{41}$  анықтаймыз.



$$u_{21} = \frac{l_1 (\cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_4 - \cos \varphi_4 \cdot \sin \varphi_1)}{l_2 (\sin \varphi_2 \cdot \cos \varphi_4 - \cos \varphi_2 \cdot \sin \varphi_4)} \quad (3.42)$$

$$u_{41} = \frac{l_1 (\cos \varphi_1 \sin \varphi_2 - \sin \varphi_1 \cos \varphi_2)}{l_4 (\cos \varphi_4 \sin \varphi_2 - \sin \varphi_4 \cos \varphi_2)} \quad (3.43)$$

### 3.2 Конвейерлердің буындарындағы қозғалысының дифференциалдық теңдеуі

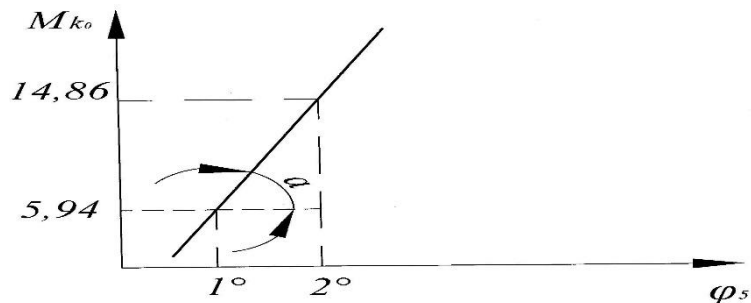
Бір төмен сатылы механизмнің қозғалысын есептегенде, біз машиналық Агрегаттық механизм қозғалуының теңдеуін қолданамыз:

$$I_k(\varphi_1) \frac{d\omega_1}{dt} = \frac{\omega_1^2}{2} \frac{dI_k(\varphi_1)}{d\varphi_1} = M_k - M_k \quad (3.44)$$

Бізге  $M_k(\omega)$  және  $M_k(\varphi_1)$  тәуелділіктері белгілі. E, D, F, G шарнирларында жұмыс жасайтын кедергі күш моменттерінің қуаттарының қосындысы мен кедергі күш моменттерінің теңдігімен келтірілген күш моментінің қуаты  $M_k(\varphi_1)$  - ді анықтаймыз [21].

$$\begin{aligned} M_k \omega_1 &= M_E^{кед} \omega_4 + M_D^{кед} \omega_5 + M_F^{кед} \omega_4 + M_G^{кед} \omega_5 \\ M_k &= M_E^{кед} \frac{\omega_4}{\omega_1} + M_D^{кед} \frac{\omega_5}{\omega_1} + M_F^{кед} \frac{\omega_4}{\omega_1} + M_G^{кед} \frac{\omega_5}{\omega_1} = \\ &= M_E^{кед} u_{41} + M_D^{кед} u_{51} + M_F^{кед} u_{41} + M_G^{кед} u_{51} = 4 \cdot u_{41} M_k \end{aligned} \quad (3.45)$$

$M_{k_o}$  - кедергі күш моменттерінің графигі 3 кестеде көрсетілген:



26 Сурет – Кедергі күш моменттерінің графигі

$M_{k_o}$  - келтірілген кедергі күшінің моментін мына түрде көрсетуге болады:

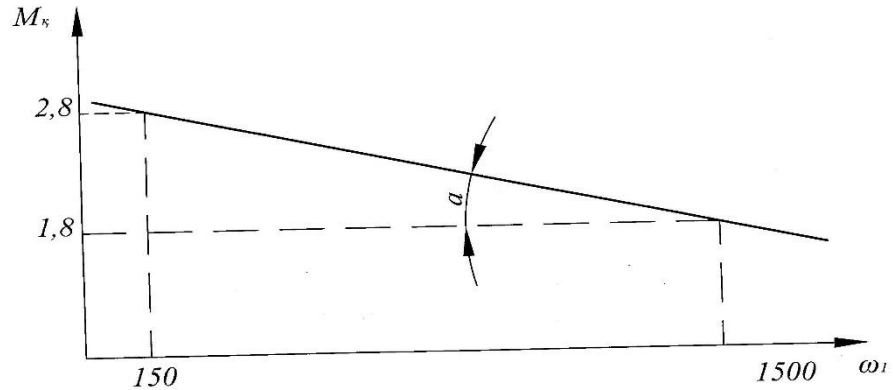
$$M_{k_o} = M'_{k_o} + K\varphi_5 \quad (3.46)$$

$$\text{мұндағы: } K = \operatorname{tg} \alpha = \frac{14,86 - 5,94}{2^\circ - 1^\circ} = \frac{8,92}{0,017453} = 511,84$$

яғни,  $\varphi_5 = \varphi_5(\varphi_1)$ , болғанда,  $M_{k_o} = M_{k_o}(\varphi_1)$ ;  $M_{k_o} = -2,98 + 511,87 \cdot \varphi_5$

Енді қозғалыс күш моментін қарастырамыз:

$$M_K = M_{k_o} - \alpha_0 \cdot \omega_1 \quad (3.47)$$



27 Сурет – Қозғаушы күш моменттерінің графигі

$$\text{мұндағы: } \alpha_0 = \operatorname{tg} \alpha = \frac{2,8 - 1,8}{1500 - 150} = \frac{1}{1350} = 0,00074$$

Қолдана отырып,

$$\begin{aligned} \frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1} &= \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \\ \frac{Y - 2,8}{1,8 - 2,8} &= \frac{X - 150}{1500 - 150} \end{aligned} \quad (3.48)$$

$X = 0$ , Болғанда,  $Y = 2,92$  болады. Онда 27 суреттен  $M_{k_o} = 2,92$  табамыз.

$$M_K = 2,92 - 0,00074 \cdot \omega_1$$

Келтірілген инерцияның маментін  $I_k(\varphi_1)$

$$I_k(\varphi_1) = I_{S1} + m_2 \varrho_{S2\varphi_1}^2 + I_{S2} u_{22}^2 + m_3 \varrho_{S3\varphi_1}^2 + (I_{4F} + I_{5G}) \cdot l_{41}^2 \quad (3.49)$$

Бірінші, екінші, төртінші және бесінші буындардың инерция маментін анықтаймыз [22].

$$I_{S1} = m_1 \cdot \frac{l_1^2}{2}$$

$$I_{S2} = m_2 \cdot \frac{l_2^2}{2}$$

$$\begin{aligned}
I_{4F} &= I_{S4} + m_4 \cdot l_4' = m_4 \cdot \frac{l_4^2}{2} + m_4 \cdot \frac{l_4^2}{4} \\
I_{5G} &= I_{S5} + m_5 \cdot l_5' = m_5 \cdot \frac{l_5^2}{2} + m_5 \cdot \frac{l_5^2}{4}
\end{aligned} \tag{3.50}$$

$\varphi_1$  - бойынша инерцияның келтірілген моментін дифференциалдаймыз.  
Механизмнің келтірілген қозғалыс теңдеуі келесі түрде болады:

$$\begin{aligned}
&I_{S1} + m_2 \cdot \omega_1^2 \left\{ \left[ (l_1 \sin \varphi_1 + l_2' \sin \varphi_2 \cdot u_{21})^2 + (l_1 \cos \varphi_1 + l_2' \cos \varphi_2 \cdot u_{21})^2 \right] + I_{S2} \frac{l_1^2 \sin^2(\varphi_4 - \varphi_1)}{l_2^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)} + \right. \\
&+ m_3 \cdot \omega_1^2 \left[ (-l_1 \sin \varphi_1 - l_2 \sin \varphi_2 \cdot u_{21} + a \cdot u_{51} \cdot \cos \omega_5 t)^2 \right] + \left. \left[ (l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 \cdot u_{21} - b \cdot u_{51} \cdot \sin \omega_5 t)^2 \right] + \right. \\
&+ (I_{4F} + I_{5G}) \frac{l_1^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)}{l_4^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)} \left. \right\} \cdot \frac{d\omega_1}{dt} + \frac{\omega_1^2}{2} \left\{ 2 \cdot m_2 \cdot \omega_1^2 \left[ (l_1 \sin \varphi_1 + l_2' \sin \varphi_2 \cdot u_{21}) \cdot (l_1 \cos \varphi_1 \cdot u_{21}^2 + l_2' \sin \varphi_2 \frac{du_{21}}{d\varphi_1}) + \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + (l_1 \cos \varphi_1 + l_2' \cos \varphi_2 \cdot u_{21}) (-l_1 \sin \varphi_1 - l_2' \sin \varphi_2 \cdot u_{21}^2 + l_2' \cos \varphi_2 \frac{du_{21}}{d\varphi_1}) \right] + \right. \\
&+ 2 \cdot I_{S2} \frac{l_1^2}{l_2^2} \left[ \frac{(\cos(\varphi_1 + \varphi_4) - \cos(\varphi_1 - \varphi_4)) \sin(\varphi_1 - \varphi_4)}{\sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)} \right] + 2m_3 \omega_1^2 \left[ (-l_1 \sin \varphi_1 - l_2 \sin \varphi_2 \cdot u_{21} + \right. \\
&\quad \left. + a \cdot u_{51} \cos \omega_5 t) \left( -l_1 \cos \varphi_1 - l_2 \cos \varphi_2 u_{21}^2 - l_1 \sin \varphi_2 \frac{du_{21}}{d\varphi_1} + a \cos \omega_5 t \frac{du_{51}}{d\varphi_1} \right) + \right. \\
&\quad \left. + (l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 \cdot u_{21} - b \cdot u_{51} \sin \omega_5 t) \cdot \left( -l_1 \sin \varphi_1 + l_2 \sin \varphi_2 \cdot u_{21}^2 + l_2 \cos \varphi_2 \frac{du_{21}}{d\varphi_1} - b \sin \omega_5 t \frac{du_{51}}{d\varphi_1} \right) \right] + \\
&\quad \left. + (I_{4F} + I_{5G}) \left[ 2 \frac{l_1^2}{l_2^2} \cdot \frac{[\cos(\varphi_1 + \varphi_2) - \cos(\varphi_1 - \varphi_2)] \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{\sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)} \right] \right\} = \\
&= M_{k_0} - \alpha \cdot \omega_1 - 4u_{41} (M_k' + K_0 \varphi_5)
\end{aligned} \tag{3.51}$$

### 3.3 Конвейерлердің дифференциалдық теңдеуін жуықтап есептеу әдісімен шешу

Қозғалыстың жақындату шешімін (3.51)  $t \in [0, T]$  болігінде құрастыру үшін келесі түрде жазамыз:

$$R(t) \frac{d\omega_1}{dt} + Q(t) \cdot \omega^2(t) = W(t) \tag{3.52}$$

мұндағы  $R(t) = I_{S1} + (m_2 A(t) + m_3 H(t) \omega_1^2 + B(t) + D(t)) \tag{3.53}$

$$u_{41} = u_{51} = \frac{l_1 \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{l_4 \sin(\varphi_2 - \varphi_4)} \quad (3.54)$$

$$u_{21} = \frac{l_1 \sin(\varphi_4 - \varphi_1)}{l_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_4)}$$

$$B(t) = I_{S_2} \frac{l_1^2 \sin^2(\varphi_4 - \varphi_1)}{l_2^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)} \quad (3.55)$$

$$D(t) = (I_{4F} + I_{5G}) \frac{l_1^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)}{l_4^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)} \quad (3.56)$$

$$Q(t) = (m_2 E(t) + m_3 F(t)) \cdot 2\omega_1^2 + 2I_{S_2} \frac{l_1^2}{l_2^2} N(t) + M(t) \quad (3.57)$$

$$N(t) = \frac{(\cos(\varphi_1 + \varphi_4) - \cos(\varphi_1 - \varphi_4)) \sin(\varphi_1 - \varphi_4)}{\sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)} \quad (3.58)$$

$$M(t) = (I_{4F} + I_{5G}) \left[ 2 \frac{l_1^2}{l_2^2} \frac{(\cos(\varphi_1 + \varphi_2) - \cos(\varphi_1 - \varphi_2)) \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{\sin^2(\varphi_2 - \varphi_4)} \right] \quad (3.59)$$

$$W(t) = M_{D_o} - \alpha \cdot \omega_1 - 4 \cdot u_{41} (M'_{K_o} + K_o \varphi_5) \quad (3.60)$$

(3.52) теңдеуін, бастапқы шартпен есептейміз.  $\omega(0) = 0$ , сияқты келесі бейнемен кіргіземіз.  $[0, T]$  қимасын  $h = \frac{1}{N}$  қадамымен  $N$ -ге бөлеміз [23].

$$t_k = n \cdot h, (k = 0, 1, \dots, N); \quad \omega(t_k) = \omega_k, \quad \omega(0) = \omega_o = 0$$

$[t_k, t_{k+1}]$  қимасындағы туындыны айрмалық қатынаспен аппроксимациялаймыз.

$$\frac{\omega_{k+1} - \omega_k}{h}; \quad \frac{d\omega}{dt}_{t=t_k} = \frac{\omega_{k+1} - \omega_k}{h} + 0(h) \quad (3.61)$$

$h$  -тың аз аумағы  $0(h)$ ,  $0(h) \rightarrow 0$  болады  $h \rightarrow 0$  жағдайында. Бұдан әрі дифференциалдық (3.52) теңдеуді айырмалық теңдеуімен аппроксимациялаймыз.

$$R_k \frac{\omega_{k+1} - \omega_k}{h} + Q_k \omega_k^2(t) = W_k; \quad \omega(0) = 0, (k = 0, 1, \dots, N-1) \quad (3.62)$$

онда

$$R_k = R_k(t); Q_k = Q_k(t); W_k = W_k(t) \quad (3.63)$$

Айырманы (3.62) теңдеуін бастапқы дифференциалдық (3.52) теңдеуінің тәртібімен аппроксимациялаймыз. 32 суретте бөлшектер сұлбасы көрсетілген.

Енді (3.62)-(3.63) есептерінің алгоритмдік шешімдерін табамыз. Ол үшін (3.62) теңдеуін  $\omega_{k+1}$  салыстырмалы етіп жазамыз.

$$\omega_{k+1} = \omega_k + h \left( \frac{W_k}{R_k} - \frac{Q_k}{R_k} \omega_k^2 \right); \quad (k = 0, 1, \dots, N-1) \quad (3.64)$$

Күштің  $\omega_0 = 0$  бастапқы шартын пайдалана, (3.65) арақатынастарын дәйекті түрде атқаратын қызметімнің барлық мағыналарын табамыз

$$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N.$$

$\varphi_1(t)$  басты звеноның айналмалы бұрышын табу үшін, (3.46) – (3.47) шешімдерін табамыз. (3.62) сияқты  $\frac{d\varphi_1}{dt}$  туындысын айырмалық арақатынаспен аппроксимациялау.  $\frac{\varphi_{k+1} - \varphi_k}{h}$ , онда  $\varphi_k = \varphi(t_k)$  рекурентті қатынасқа келеміз [24].

$$\varphi_{k+1} = \varphi_k + h \cdot \omega_k \quad (k = 0, 1, \dots, N-1) \quad (3.65)$$

Күштің (3.46) бастапқы шарты,  $\varphi_0 = \varphi(0) = 60^\circ$  рекурентті (3.65) арақатынастың дәйекті түрде айналмалы бұрышының барлық мағыналарын табамыз:  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_N$

Көрсетілген қозғалыс теңдеу алгоритм шешімін блок-схема көмегімен ЭЕМ-да жеңіл жүзеге асыруға болады. Кинематикалық есептеуден кейінгі сандық шешімдер мен нәтижелерін талдау: (3.52) теңдеуі (3.64) және (3.65) алгоритмдерін қолданып айырмашылық әдісімен шешілді, онда  $h$  мәні:  $h = 0,01$

Конвейердің қарсыласу және қозғалыстың күш моменттерінің мәндері теңдеу бойынша шешілді:

$$\text{Нұсқа 1: } M_k = M_{k_0} + \alpha \cdot \omega_1, \quad M'_{k_0}$$

$$\text{мұндағы } M_{k_0} = 2,92, \quad \alpha_0 = 0,00074, \quad M'_{k_0} = -2,98$$

Жетекші буын бұрышының өзгеру графигі және кестелер 3-кесте, 28-суретте қосымшада көрсетілген [25].

Нұсқа 2: қозғалыс моментін өсіреміз  $M_{k_0} = 3,3$ , қалған мәндерін еш өзгерссіз қалдырамыз. 4-кесте, 29-суретте график және кесте көрсетілген.

Нұсқа 3: керісінше қозғалыс моментінің  $M_k = 2,5$  мәніне келтіреміз, сонымен қатар қалған мәндерді өзгертпейміз. 5-кесте, 30-суретте График және кесте көрсетілген.

Нұсқа 4: еселік коэффициенттерін өзгертеміз, 6-кесте, 31-суретте көрсетілген.  $\alpha_o = 0,0008$

Нұсқа 5: бастапқы қарсыласу күш моментін өсіреміз  $M_{C_o} = -3,25$ , Қалған шамаларды өзгертпейміз 7-кесте.

3 Кесте –  $M_{K_o} = 2,92$ ,  $\alpha_o = 0,00074$ ,  $M'_{K_o} = -2,98$  болғандағы шамалар

5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
4	4,5	4,5	4,7	5,1	5,5	6,2	6,1	6,2	6,1	5,9	6

4 Кесте –  $M_{K_o} = 3,3$ , болғандағы мәндер

5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
4,5	5	5	5,2	5,8	6	6,8	7,5	8	8,5	7	8,3

5 Кесте –  $M_K = 2,5$ , болғандағы мәндер

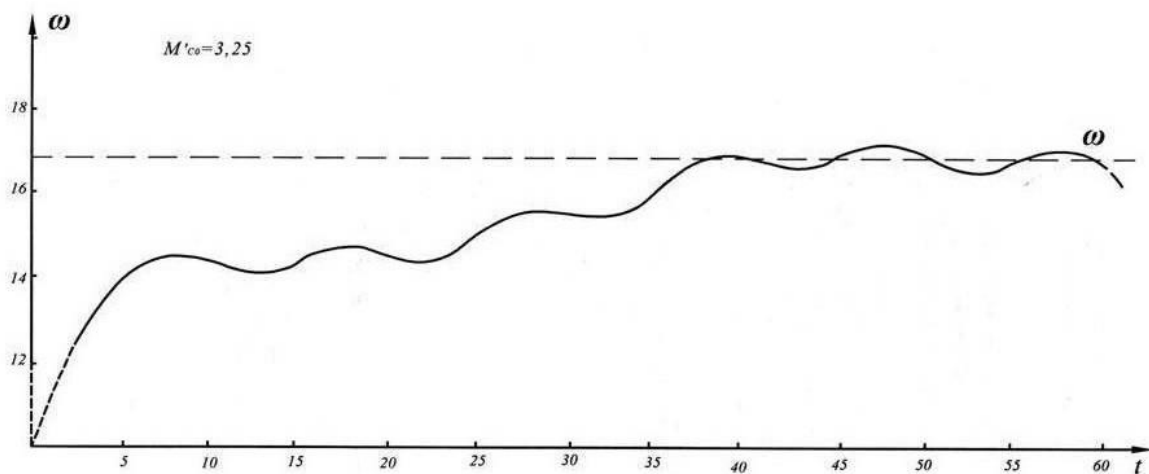
	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
3,4	3,8	3,8	4	4,3	4,6	5,1	5,3	5,9	5	4,9	5

6 Кесте –  $\alpha_o = 0,0008$ , болғандағы мәндер

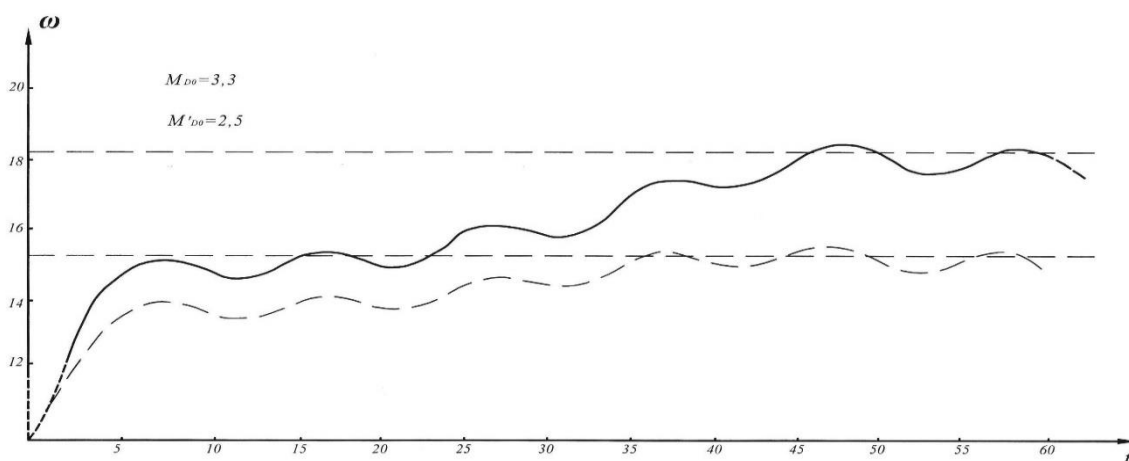
5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
4	4,5	4,5	4,7	5	5,4	6,1	6,4	6,3	6,4	6,3	6,5

7 Кесте –  $M_{C_o} = -3,25$ , болғандағы мәндер

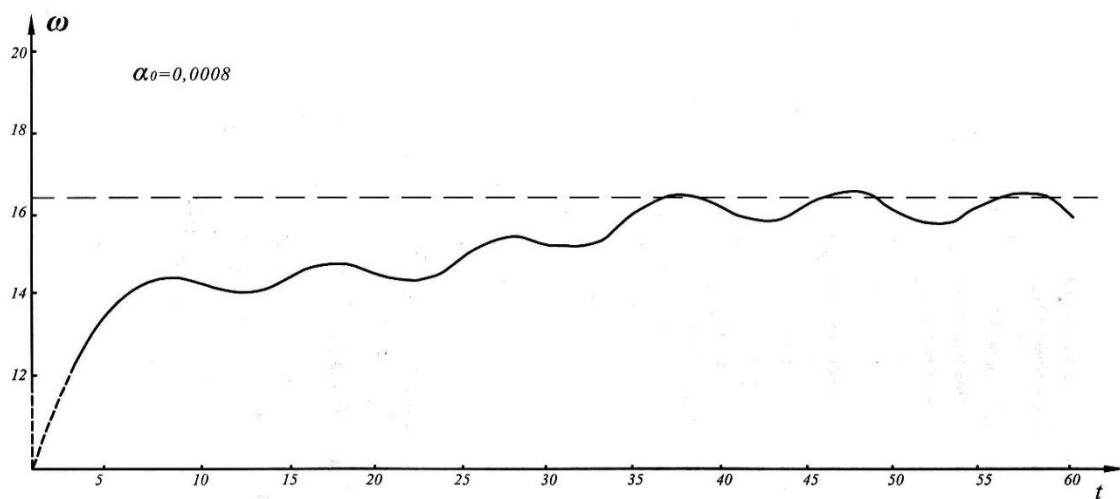
5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
4	4,5	4,5	4,7	5	5,5	6,1	7	6,9	7,1	6,8	7



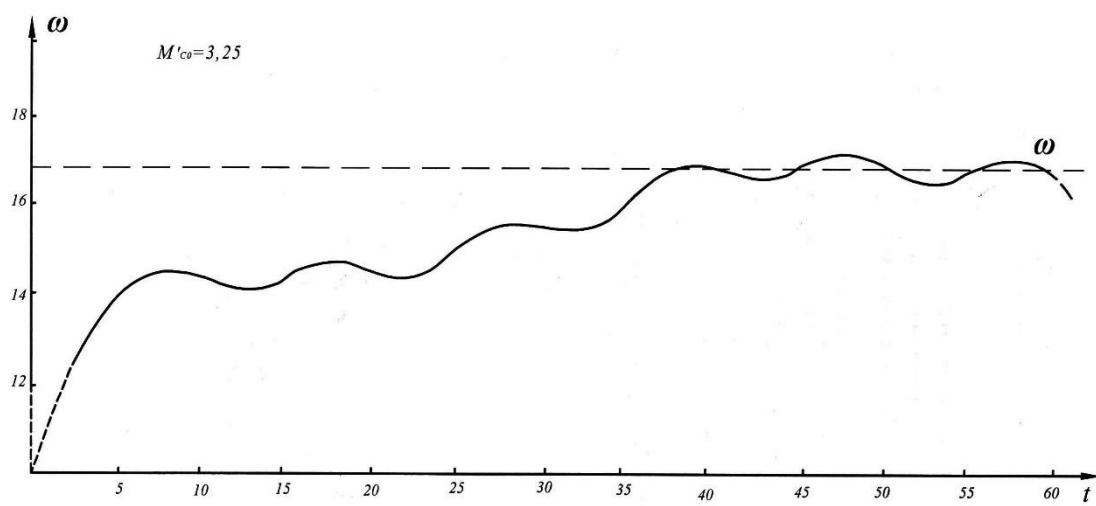
28 Сурет – Қарсыласу күш моментінің графигі



29 Сурет – Қозғаушы момент графигі



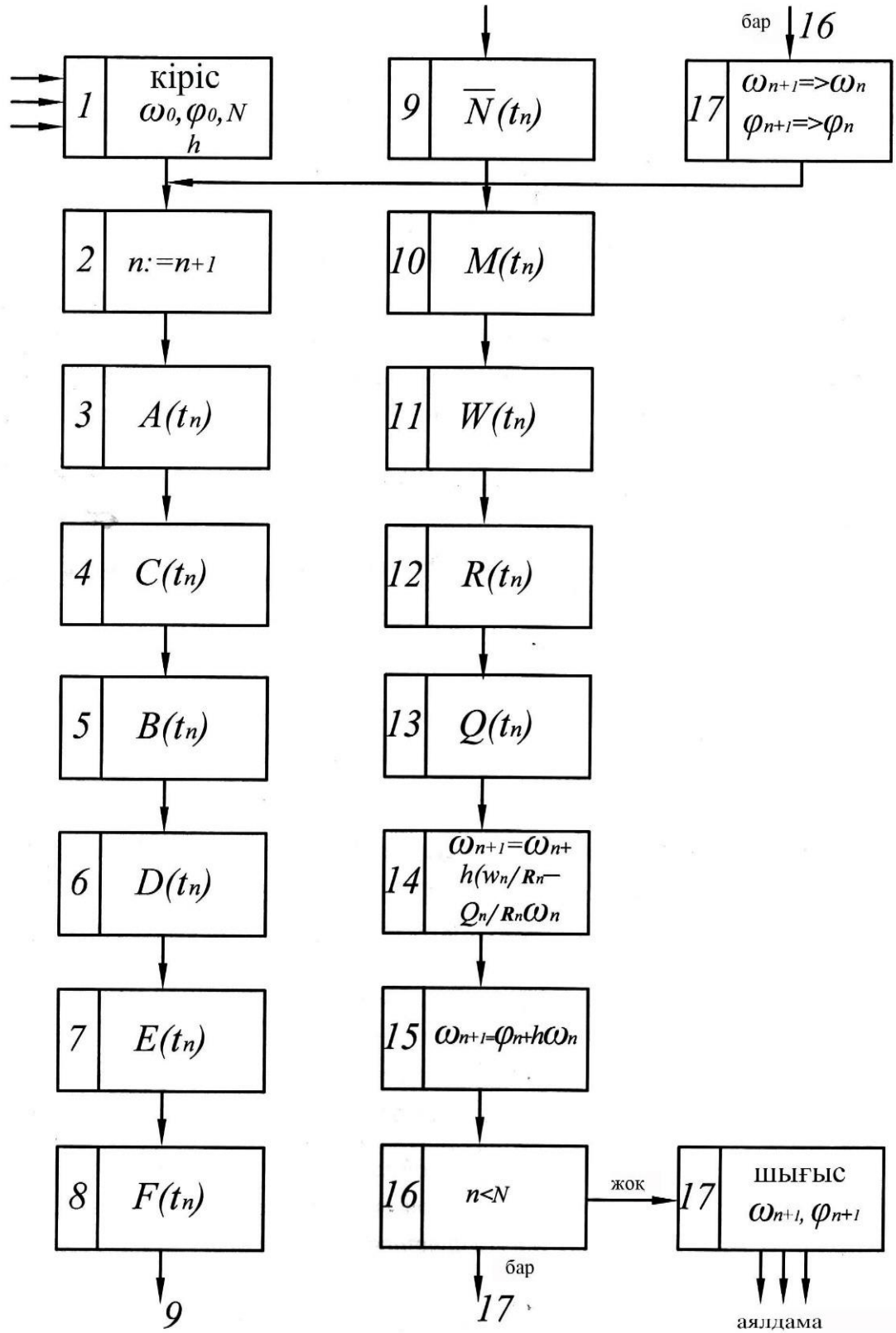
30 Сурет – Қозғаушы момент графигі



31 Сурет – Кедергі күш моменттінің графигі



Бөлшектер сұлбасы

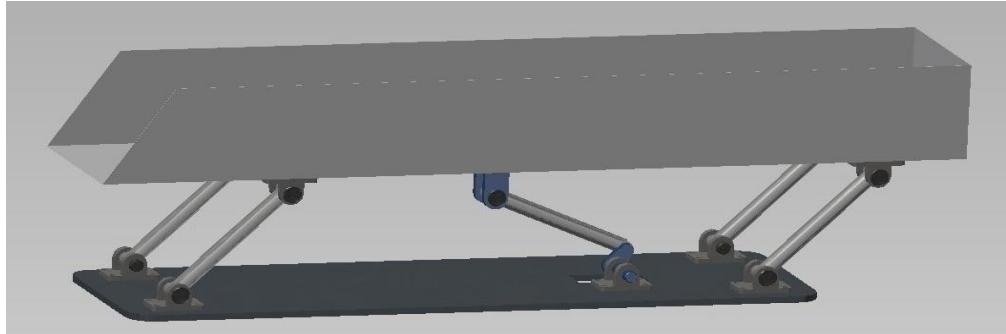


32 Сурет – Бөлшектер сұлбасы

### 3.4 Конвейерлердің салыстырмалы қозғалысын оңтайландыру

Математикалық модельдеу

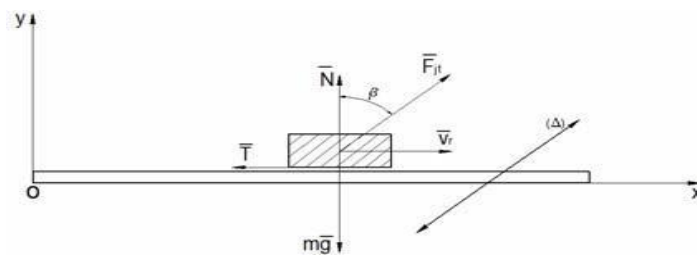
Объективті функция салыстырмалы қозғалыс жылдамдығы болып табылады, және біздің мақсатымыз оны барынша арттыру болып табылады. 33 суретте гармоникалық заңға сәйкес,  $\Delta$  бағыт бойымен гармоникалық қозғалыс орындайтын тербелмелі науашаны сипаттайтын пластина ұсынылған [26-27].



33 Сурет – Конвейер

$$S = A \cdot \cos(\omega t) \quad (3.66)$$

Осыған байланысты қозғалыс массасы  $m$  тербелетін науада жылжиды.



34 Сурет – Тербелмелі науашаны сипаттайтын пластина

Массасы  $m$  салыстырмалы қозғалыстың дифференциалдық теңдеулері Оху декарттық кадрда сілтемесі анықталады. Мынадай дифференциалдық теңдеулер бір мезгілде тербеліс кестесінде объектінің салыстырмалы қозғалысын модельдейді:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = F_{jt} \sin(\beta) - T \\ m\ddot{y} = -mg + F_{jt} \cos(\beta) + N \end{cases} \quad (3.67)$$

онда:

$$F_{jt} = ma_t = m\omega^2 A \cos(\omega t) \quad (3.68)$$

$$\bar{T} = -\mu N \frac{\bar{V}_r}{|\bar{V}_r|} \quad (3.69)$$

$\mu$  үйкеліс коэффициенті [28-29].

Сонымен, нормал күш  $N$  ді былайша есептейміз:

$$N = mg - F_{jt} \cos(\beta) \geq 0 \quad (3.70)$$

Салыстырмалы қозғалыстың нәтижесінде дифференциалдық теңдеу мынадай болып жазылады:

$$\ddot{x} = \omega^2 A \cos(\omega t) \cdot \sin(\beta) - \mu \sin(g - \omega^2 A \cos(\omega t) \cdot \cos(\beta)) \quad (3.71)$$

Екінші ретті дифференциалдық теңдеу (3.71) екі бірінші ретті дифференциалдық теңдеулер жүйесі ретінде жазып көрсек,

$$\begin{cases} \dot{Z}_1 = Z_2 \\ \dot{Z}_2 = \omega^2 A \cos(\omega t) \cdot \sin(\beta) - \mu \sin(g - \omega^2 A \cos(\omega t) \cos(\beta)) \end{cases} \quad (3.72)$$

айнымалылардың өзгеруі

$$Z_1 = X, \quad Z_2 = \dot{X}$$

Салыстырмалы қозғалыс кезінде объектіні ауыстыру және жылдамдықтың сызықты теңдеулер жүйесін (3.72) Рунге-Кутта әдісінің төртінші дәрежесімен шешкенде, авторлардың жазылған C бағдарламасын пайдалана отырып, дәлдігі анықталды [30].

Ауыстыру мәндері  $X_1, X_2, \dots, X_n$  анықталады, әрбір итерация қадамында уақыттың орындалуы  $t_1, t_2, \dots, t_n$  жүйесінің (3.72) сандық шешімінен кейін, біз көлбеу есептеу үшін  $c_1$  және қиып өту үшін  $c_2$  ні ауыстыру диаграммасына сәйкес келетін жүйені іздейміз. Бұл жүйені шешудің нәтижелері:

$$\begin{cases} \left( \sum_{i=1}^n t_i^2 \right) c_1 + \left( \sum_{i=1}^n t_i \right) c_2 = \sum_{i=1}^n X_i \cdot t_i \\ \left( \sum_{i=1}^n t_i \right) c_1 + n \cdot c_2 = \sum_{i=1}^n X_i \end{cases} \quad (3.73)$$

Бұл коэффициентінің мәндері болып табылады

$$c_1 = \frac{\left( \sum_{i=1}^n X_i \cdot t_i \right) - \left( \sum_{i=1}^n t_i \right) \cdot \left( \sum_{i=1}^n X_i \right)}{\Delta} \quad (3.74)$$

$$c_2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n t_i^2\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n X_i\right) - \left(\sum_{i=1}^n t_i\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n X_i \cdot t_i\right)}{\Delta} \quad (3.75)$$

Онда

$$\Delta = n \cdot \left(\sum_{i=1}^n t_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n t_i\right)^2 \quad (3.76)$$

Салыстырмалы қозғалысты анықтау үшін әр түрлі шамалар қарастырған:

1) Үйкеліс коэффициенті  $\mu$  және бұрыш  $\beta$  айнымалы өлшемдер ретінде, амплитуда мен жиілік тұрақты параметр ретінде қарастырылады.

2) Үйкеліс коэффициенті  $\mu$  және бұрыш  $\beta$  тұрақты өлшемдер ретінде, жиілік пен амплитуда айнымалы өлшем ретінде қарастырылады.

3) Үйкеліс коэффициенті  $\mu$  және амплитуда тұрақты өлшемдер ретінде, бұрыш  $\beta$  мен жиілік айнымалы өлшем ретінде қарастырылады.

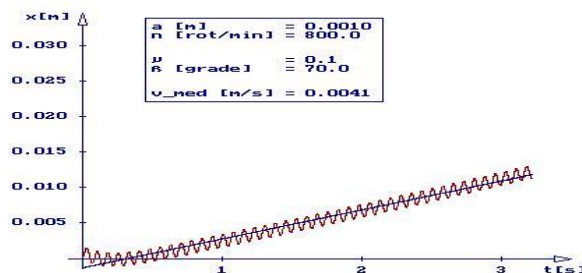
4) Жиілік және бұрыш  $\beta$  тұрақты өлшемдер ретінде, үйкеліс коэффициенті  $\mu$  пен амплитуда айнымалы өлшем ретінде қарастырылады.

5) амплитуда және бұрыш  $\beta$  тұрақты өлшемдер ретінде, Үйкеліс коэффициенті  $\mu$  мен жиілік айнымалы өлшем ретінде қарастырылады. Салыстырмалы қозғалыстың жылдамдығы алдыңғы жағдайларда кез келген объективті функция ретінде қарастырылады. Оңтайландырудың торлау әдісін пайдалану салыстырмалы қозғалыстың жылдамдығын барынша дәл өлшемде анықтауға мүмкіндік береді. С бағдарлама келесі міндеттерді орындайды:

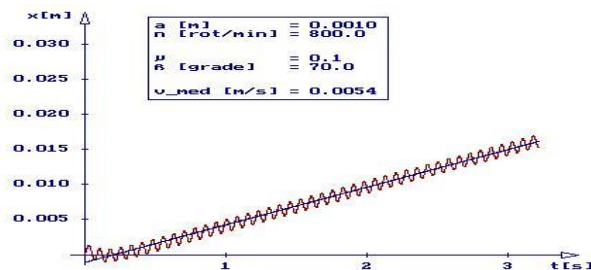
6) Жүйенің (3.72) сандық шешімі орындалғаннан кейін тербеліс атқарушы қондырғы кестесінде салыстырмалы ауыстыру үшін диаграммалар анықталды.

7) Жүйенің (3.72) ауыстыру диаграммасына сәйкес келетін желі коэффициентін жүйені шешуден кейін аламыз.

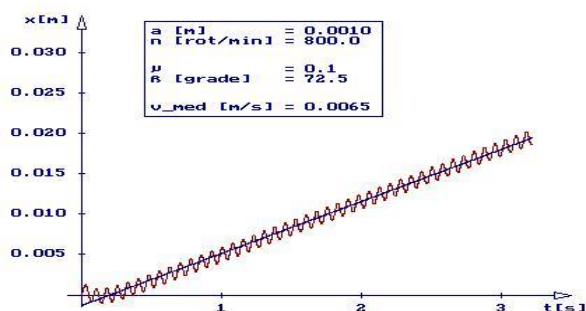
Көлбеу сызық салыстырмалы қозғалыс жылдамдығына сәйкес келеді (35 суретке қараңыз). Барлық қажетті қадамдарды орындау аяқтағаннан кейін және торлау әдісіне негізделген объективті функция мәндері бар матрица нәтижелері. 35, 36 және 37-суреттерде салыстырмалы диаграмма келтірілген [31].



35 Сурет – Салыстырмалы ауыстыру үшін графикалық ұсыну (айнымалылары:  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $v$ )



36 Сурет – Салыстырмалы ауыстыру үшін графикалық ұсыну  
(айнымалылары:  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $v$ )



37 Сурет – Салыстырмалы ауыстыру үшін графикалық ұсыну  
(айнымалылары:  $\mu$ ,  $\beta$ ,  $v$ )

Алынған сандық нәтижелерді зерттей отырып, бастапқы жағдайда салыстырмалы қозғалыс жылдамдығын белгілеу мәселесі бойынша дәлдігі ең жоғары болып саналды. Үйкеліс коэффициенті  $\mu$  және  $\beta$  бұрышының айнымалы жағдайындағы өлшемдерін ұсыну қызығушылық тудырады. Бастапқы деректер бойынша: амплитудасы = 0.0010 [m], айналу жиілігі = 800 [rpm], Итерация саны = 6450, итерация қадамы = 0.00500 [s],  $\mu$  - 0.0750 және 0.250 аралықта,  $\beta$  - 60° және 77.5° аралықта [32-33].

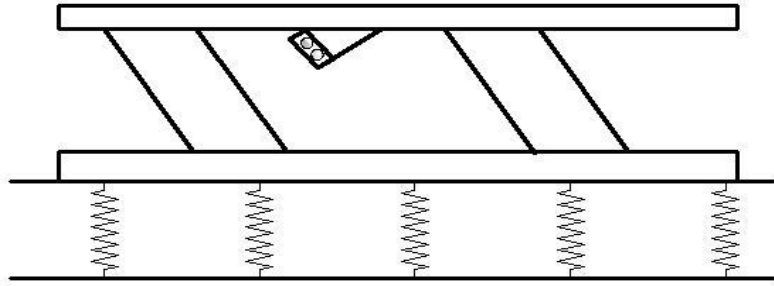
$\mu = 0.250$  және  $\beta = 60^\circ$  салыстырмалы қозғалыстың максималды жылдамдығы үшін алынғанын байқадық. Оптималды құнын айқындау үшін сандық этюдтары параметрлерін басқа да аралас пайдалану арқылы көрсетеміз. Қондырғыға тиесілі науашаны пайдаланып материалдық бөлшектер қозғалысын модельдейтін Рунге – Кутта дифференциалдық теңдеулерінің шешімін таптық [34].

### 3.5 Конвейерлердің серпімді базасының зерттеуге қосқан үлесі

Конвейерлер мынадай құрамдас бөліктерден: рама, науаша, серпімді элементтер мен механизм жетегінен тұрады.

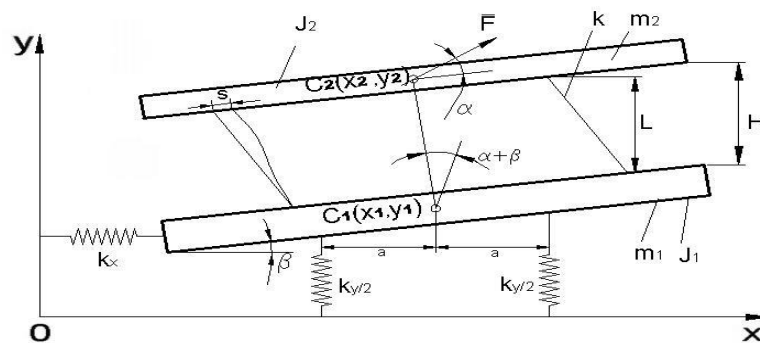
Серіппелер әсерінен конвейер жүйесінің тиісті механикалық еркін дірілді қозғалысы қарастырылатын болады.

38 суретте серіппеге бекітіліп орналастырылған серпімді элементтері тұрақты конвейер көрсетілген.



38 Сурет – Серіппеге бекітілген конвейер

Науаша тербелмелі рамаларға бекітілген. 39 суретте конвейерге ұқсас механикалық жүйе ұсынылады.



39 Сурет – Тербелмелі рамаларға бекітілген конвейер

Теориялық дамыту:

Серіппеге орналастырылған тербеліс атқарушы қондырғыға зерттеу жүргізіледі. Жалпы жағдайда  $x_1$ ,  $y_1$ ,  $\beta$  және  $s$  өлшемдерін үйлестіреміз (39 сурет). Массалар центрінің  $x_2$  және  $y_2$  жалпылама координатаны ескере отырып, бір мезгілде механикалық жүйе қозғалысының дифференциалдық теңдеулерін құру үшін Лагранж теңдеуі қолданылатын болады [35-36].

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{x}_1} \right) - \frac{\partial L}{\partial x_1} = 0 \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{y}_1} \right) - \frac{\partial L}{\partial y_1} = 0 \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{\beta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \beta} = 0 \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{s}} \right) - \frac{\partial L}{\partial s} = 0 \end{cases} \quad (3.77)$$

$L = E_K - E_{\Pi}$ , мұндағы  $L$  Лагранж функциясы [37]. Наушаның масса центрінің координаталары:

$$\begin{cases} x_2 = x_1 - L \sin(\alpha + \beta) - S \cos(\alpha + \beta) \\ y_2 = y_1 + L \cos(\alpha + \beta) - S \sin(\alpha + \beta) \end{cases} \quad (3.78)$$

және оның туындылары

$$\begin{cases} \dot{x}_2 = \dot{x}_1 - L\dot{\beta} \cos(\alpha + \beta) - \dot{S} \cos(\alpha + \beta) + S\dot{\beta} \sin(\alpha + \beta) \\ \dot{y}_2 = \dot{y}_1 - L\dot{\beta} \sin(\alpha + \beta) - \dot{S} \sin(\alpha + \beta) - S\dot{\beta} \cos(\alpha + \beta) \end{cases} \quad (3.79)$$

Механикалық жүйенің кинетикалық және потенциалдық энергиясы:

$$E_K = \frac{1}{2} m_1 (\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) + \frac{1}{2} J_1 \dot{\beta}^2 + \frac{1}{2} m_2 (\dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2) + \frac{1}{2} J_2 \dot{\beta}^2 \quad (3.80)$$

$$E_{II} = \frac{1}{2} k_x x_1^2 + \frac{1}{4} k_y (y_1^2 + x_1^2 + a^2 \beta^2) + \frac{1}{2} k s^2 \quad (3.81)$$

мұндағы:

$x_1, x_2, y_1, y_2$  масса центрі координатасының рама мен науаға байланысты өлшемдері;

$\beta$  қондырғының көлбеу бұрышы;

$S$  раманың деформациясы;

$m_2$  арқалықтың салмағы;

$J_2$  арқалықтың инерция моменті;

$m_1$  төменгі арқалықтың салмағы;

$J_1$  төменгі арқалықтың инерция моменті;

$k$  тербелмелі рама тұрақтысы;

$k_x$   $x$  өсі бойынша серіпімді тұрақтысы;

$k_y$   $y$  өсі бойынша серіпімді тұрақтысы;

Лагранж функциясы келесі өрнек арқылы өрнектеледі:

$$\begin{aligned} L = E_K - E_{II} = & \frac{1}{2} m_1 (\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) + \frac{1}{2} J_1 \dot{\beta}^2 + \frac{1}{2} m_2 (\dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2) + \\ & + \frac{1}{2} J_2 \dot{\beta}^2 - \frac{1}{2} k_x x_1^2 - \frac{1}{4} k_y (y_1^2 + x_1^2 + a^2 \beta^2) - \frac{1}{2} k s^2 \end{aligned} \quad (3.82)$$

$x_2, \dot{x}_2, y_2$  және  $\dot{y}_2$  мәндерін енгізу арқылы Лагранж функциясының келесі нәтижелерін аламыз:

$$\begin{aligned} L = & \frac{1}{2} m_1 (\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2) + \frac{1}{2} J_1 \dot{\beta}^2 + \frac{1}{2} m_2 (\dot{x}_1^2 + L\dot{\beta}^2 + \dot{s}^2 + s\dot{\beta}^2 - 2\dot{x}_1\dot{\beta}L \cos(\alpha + \beta) - \\ & - 2\dot{x}_1\dot{s} \cos(\alpha + \beta) + 2\dot{x}_1\dot{\beta}s \sin(\alpha + \beta) + \dot{y}_1^2 - 2\dot{y}_1\dot{\beta}L \sin(\alpha + \beta) - 2\dot{y}_1\dot{s} \sin(\alpha + \beta) - \\ & - 2\dot{y}_1\dot{\beta}s \cos(\alpha + \beta) + 2\dot{\beta}\dot{s}L) + \frac{1}{2} J_2 \dot{\beta}^2 - \frac{1}{2} k_x x_1^2 - \frac{1}{4} k_y (y_1^2 + x_1^2 + a^2 \beta^2) - \frac{1}{2} k s^2 \end{aligned} \quad (3.83)$$

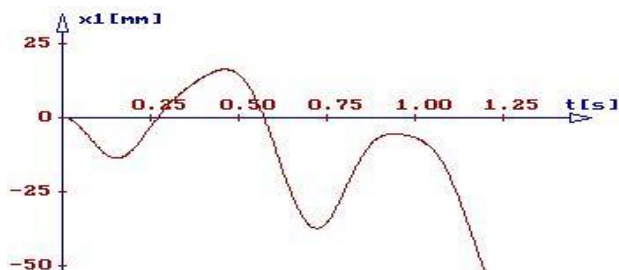
Теңдеу (3.77) бойынша Лагранждың дифференциалдық теңдеулері былайша жазылады:

$$\begin{cases} A_1\ddot{x}_1 + B_1\ddot{y}_1 + C_1\ddot{\beta} + D_1\ddot{s} = E_1 \\ A_2\ddot{x}_1 + B_2\ddot{y}_1 + C_2\ddot{\beta} + D_2\ddot{s} = E_2 \\ A_3\ddot{x}_1 + B_3\ddot{y}_1 + C_3\ddot{\beta} + D_3\ddot{s} = E_3 \\ A_4\ddot{x}_1 + B_4\ddot{y}_1 + C_4\ddot{\beta} + D_4\ddot{s} = E_4 \end{cases} \quad (3.84)$$

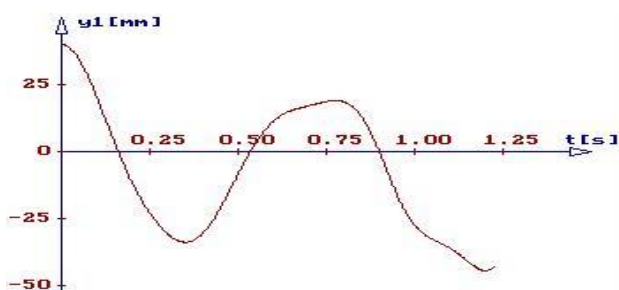
Екінші ретті төрт дифференциалдық теңдеулерден тұратын жүйе (3.83) арқылы екінші реттік туынды өрнегімен  $\dot{x}_1$ ,  $\dot{y}_1$ ,  $\dot{\beta}$  және  $\dot{s}$  шешілетін болады, сызықты теңдеулерін шешу үшін Гаусс әдісін пайдаланамыз [38-39].

Дифференциалдық теңдеу (3.84) бастап және белгілей отырып  $x_1 = z_1$ ,  $\dot{x}_1 = z_2$ ,  $y_1 = z_3$ ,  $\dot{y}_1 = z_4$ ,  $\beta = z_5$ ,  $\dot{\beta} = z_6$ ,  $s = z_7$  және  $\dot{s} = z_8$  бір уақытта сегіз бірінші ретті дифференциалдық теңдеуге әкелеміз. Сонымен дифференциалдық теңдеулер жүйесі Рунге - Кутта әдісін пайдалана отырып, жеке-жеке шешіледі.

Қозғалыстың бірінші ретті дифференциалдық теңдеулерінің сандық шешімінен кейін және жалпылама координаталарға сәйкес жылдамдығы анықталды. Келесі суретте 40, 41 және 42 кейбір нәтижелері келтірілген.

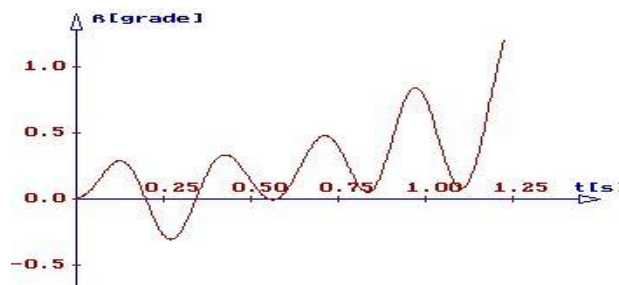


40 Сурет – t уақытқа байланысты  $x_1$  өлшемінің өзгеруі



41 Сурет – t уақытқа байланысты  $y_1$  өлшемінің өзгеруі

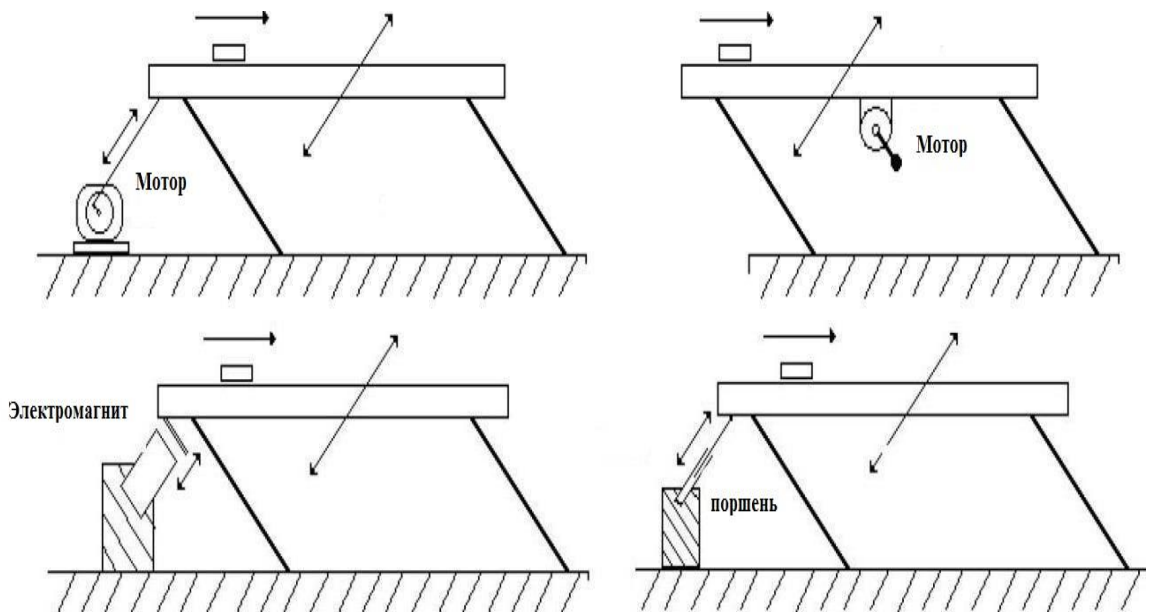




42 Сурет –  $t$  уақытқа байланысты  $\beta$  өлшемінің өзгеруі

Тербелмелі жетектер немесе конвейерлер өнеркәсіптің көптеген салалары: тамақ өнеркәсібі, полиграфия өнеркәсібі, химия өнеркәсібі, құю өндірісі, ауыл шаруашылығы индустриясында, жеке бөлшектер мен сусымалы материалдарды тасымалдау үшін кеңінен пайдаланылған. Жобалаушылардың көзқарасымен қарағанда, ағымдағы баламалы электр энергиясын тұтыну, діріл беру және шу эмиссиясының шектеулерді қанағаттандыратын тиімді діріл коректендіргіштерді елестету болып табылады. Сонымен қатар, әрқашан техникалық қызмет көрсету, пайыздық құнын төмендету ескеріледі. Осыған байланысты, бұл жұмыс пьезоэлектр материалдарды қолдану негізінде эксперименттік тербелістер мен тасымалданатын қозғалыс түрлерінің тұжырымдамасын зерттейді [40-41].

Бұл мысалдарда қозғаушы тетігінің ең көп тараған түрлері сызықтық тербеліс беру үшін көрсетілген, 43 суретте көрсетілген. Қозғаушы тетіктердің дәстүрлі түрлері кеңінен қолданылуна қарамастан, олардың кейбір практикалық кемшіліктері ұсынады [42].



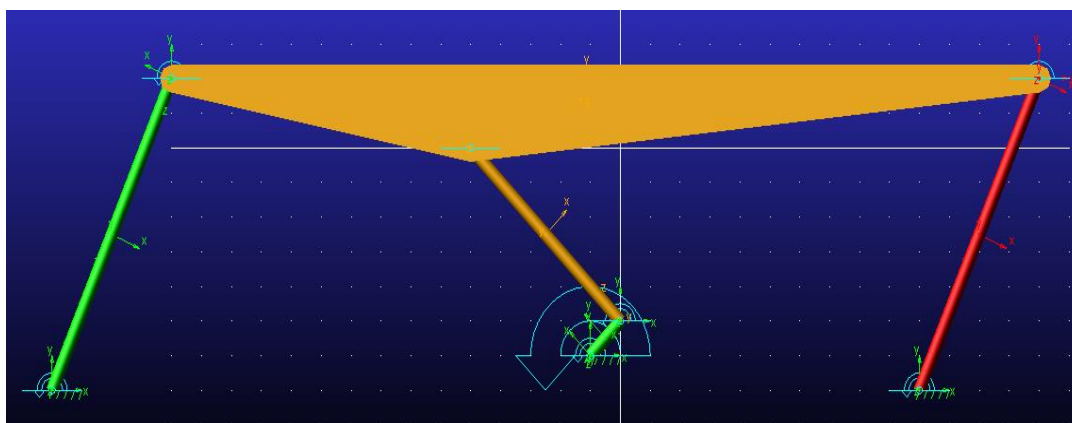
(a) иіктіректі механизм; (b) теңгерімсіз масса; (c) электромагниттік; (d) пневматикалық / гидравликалық (науа қозғалысының бағытын көрсетеді)

43 Сурет – Конвейерлердің қозғалысқа келтіру бөлігінің дәстүрлі түрлері

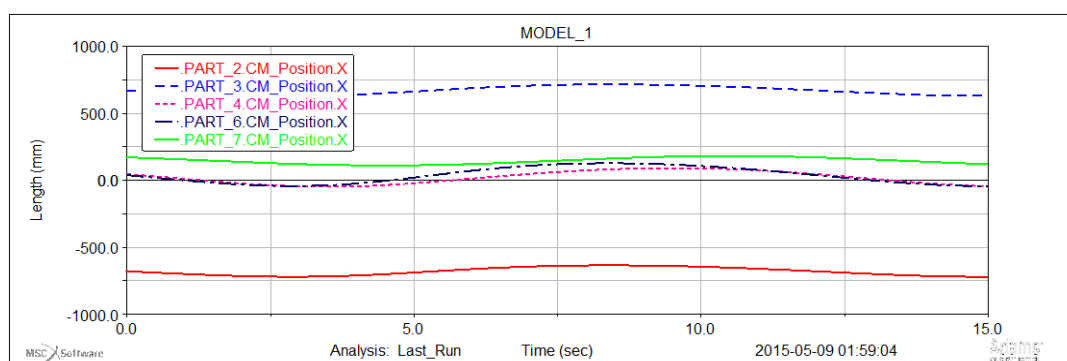
## 4 Конвейерді MSC ADAMS SOFTWARE программасымен жобалау

### 4.1 Конвейер механизмді MSC ADAMS Software программасында инженерлік жобалау

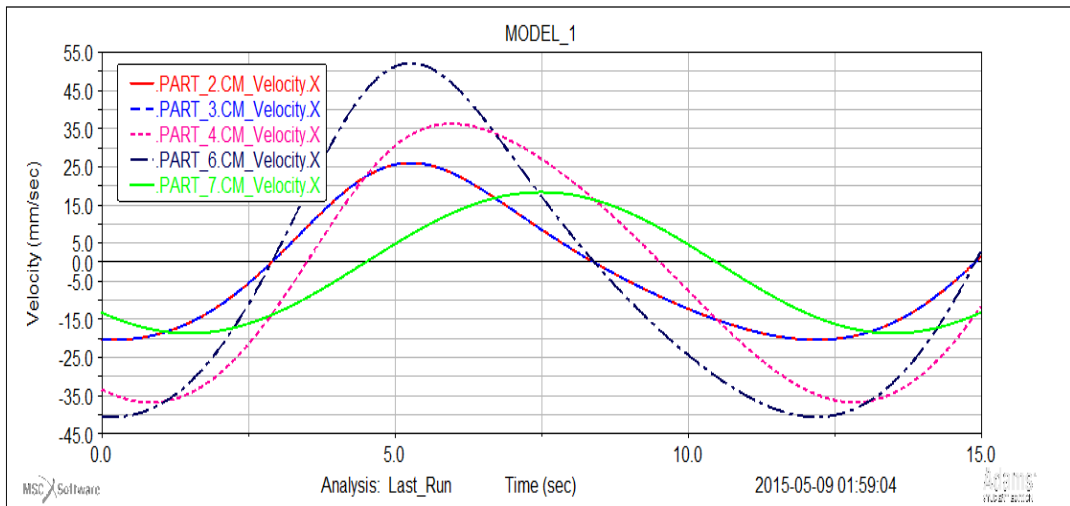
ADAMS кеңінен қолданылатын қатты дене динамикасы және әлемдегі қозғалысты талдаудың бағдарламалық қамтамасыз етуі болып табылады. Adams көлік және механикалық күш жүйелерінің қалай бөлінуі, қозғалмалы бөліктерінің динамикасын зерттеу үшін, сондай-ақ олардың өнімдерінің өнімділігін жақсарту және оңтайландыру үшін инженерлік көмек көрсетеді. ADAMS қатты дене динамикасы физикалық құрылыс және сынау үшін қажетті уақыт пен құнының үлесіне механикалық жүйелердің виртуалды прототипі құру және тексеру үшін бағдарламалық қамтамасыз етудің инженерлік мүмкіндігін береді [43-46]. CAD кірістірілген құрал айырмашылығы, ADAMS бір мезгілде кинематика, статика, квази-статика және динамика теңдеулерін шешуді нақты физикамен біріктіреді. Қатты дене динамикасының шешім технологиясын пайдалана отырып, уақыттың өте аз фракциясының сызықты динамикасында жұмыс істейді. ADAMS модельдеу арқылы есептелген жүктер немесе күштердің қозғалысы және операциялық орталарда толық спектрін бүкіл өзгертіп отыруына баға беру арқылы СЭҚ (сызбалық есептік қамтамасыз ету) дәлдігін жақсартады 44 суретте келтірілген [47-48]. 45-54 суреттерде алынған орын ауыстырулар, үдеу, жылдамдықтар нәтижелері келтірілген.



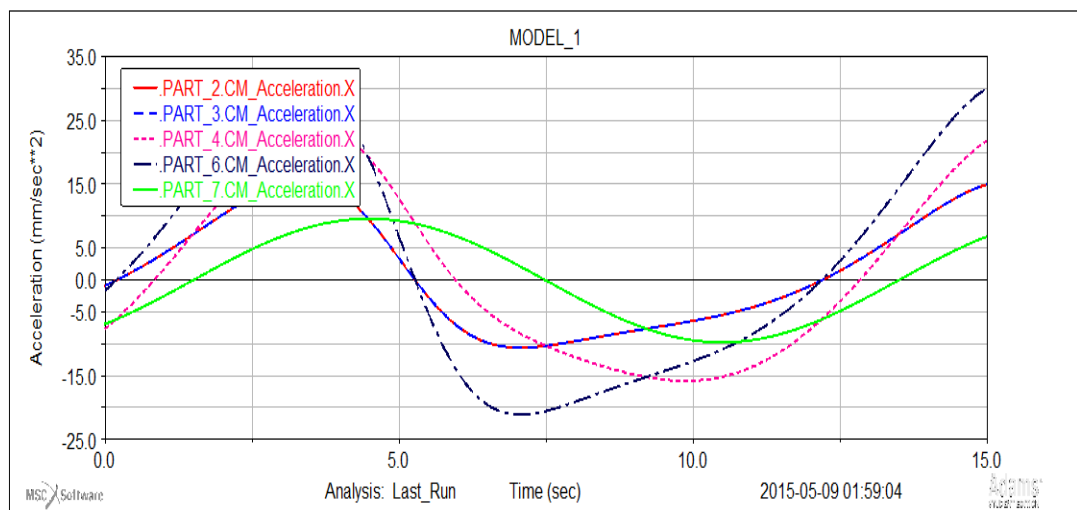
44 Сурет – Конвейерді ADAMS та жобалау



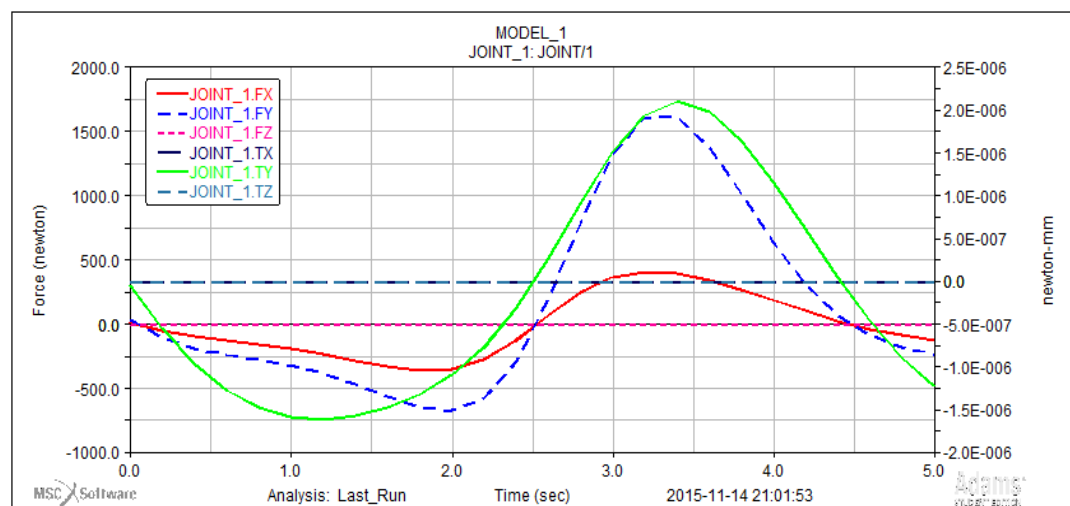
45 Сурет – Барлық буындардың орын ауыстыруы



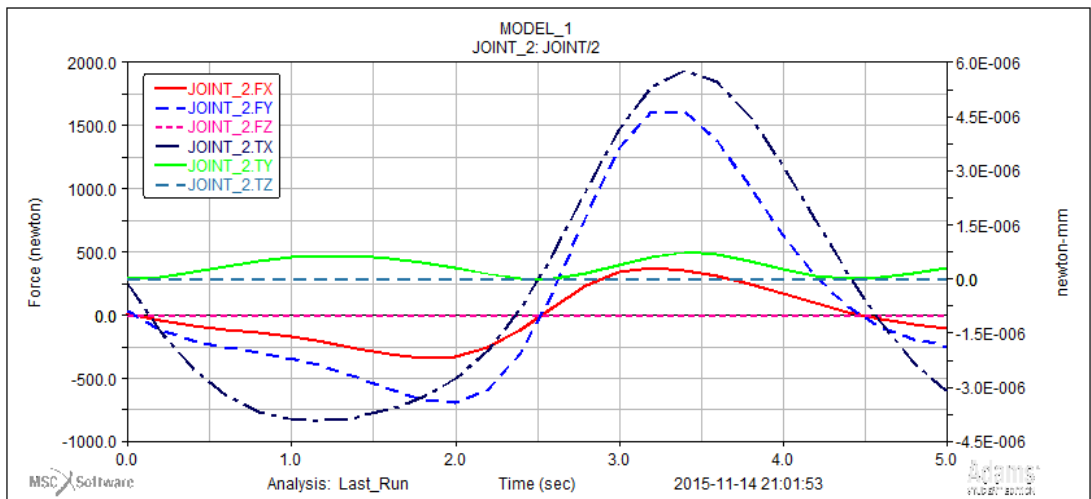
46 Сурет – Барлық буындардың жылдамдығы



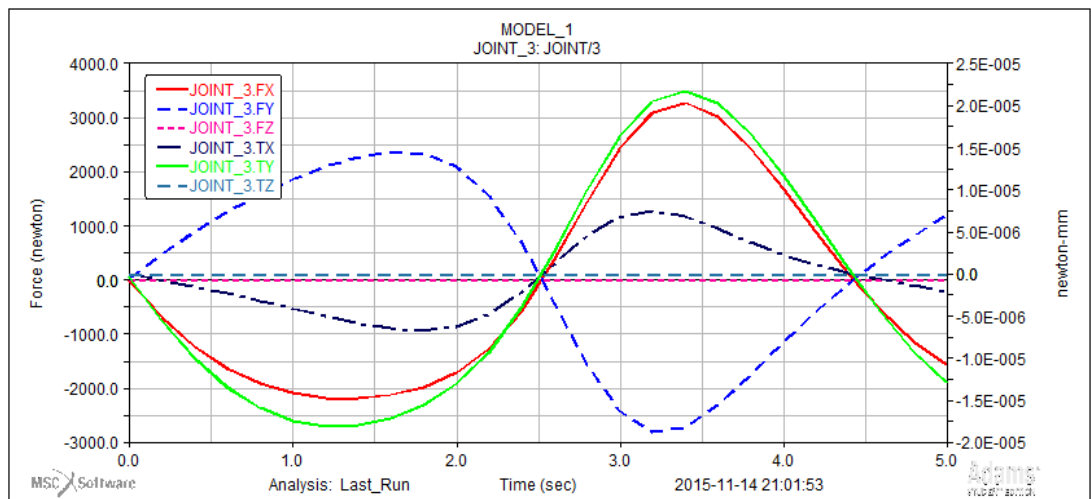
47 Сурет – Барлық буындардың үдеуі



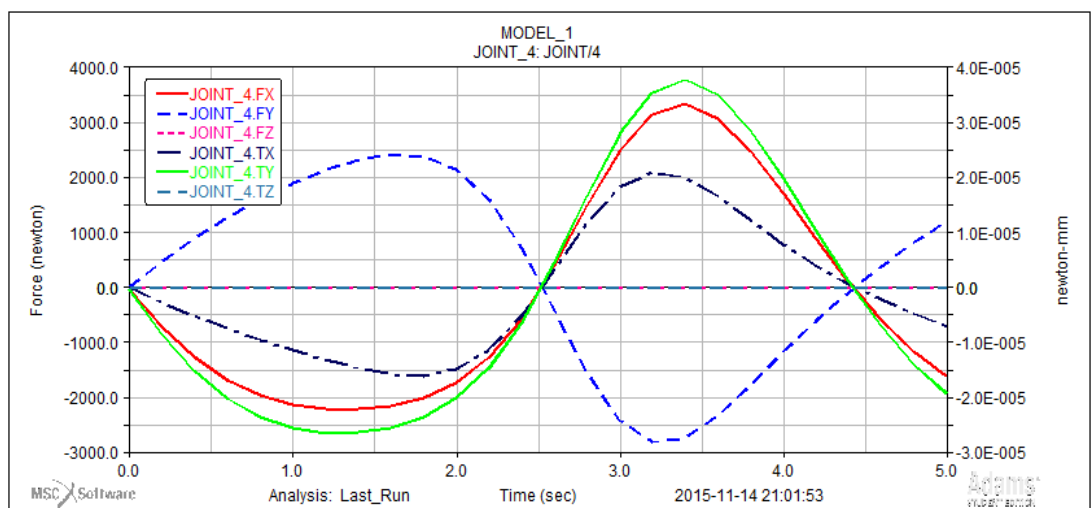
48 Сурет – Күш пен момент нәтижесі (1-түйін)



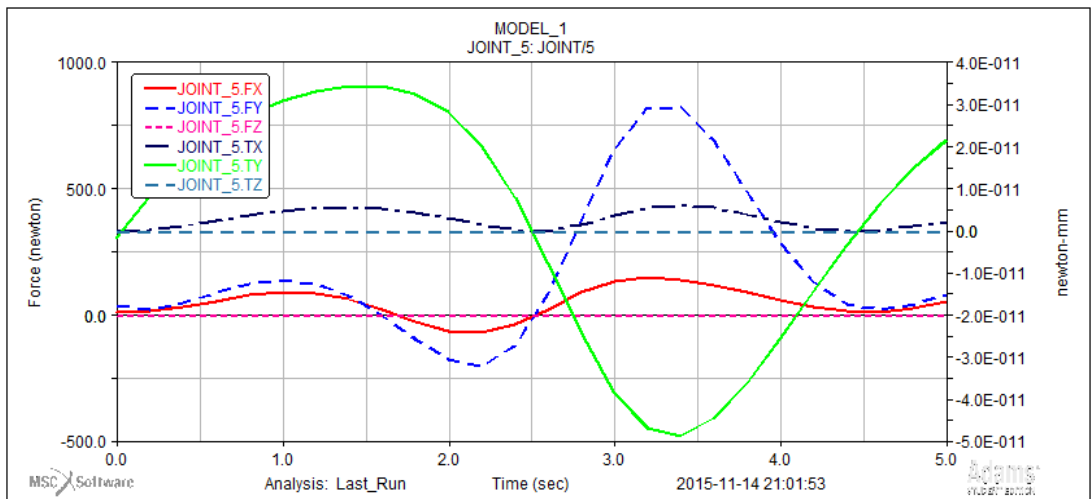
49 Сурет – Күш пен момент (2-түйін)



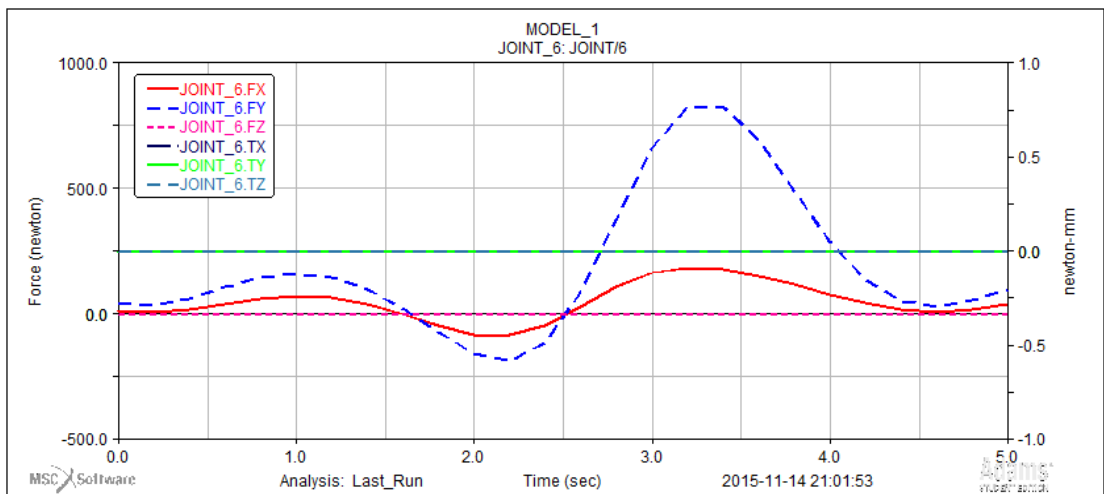
50 Сурет – Күш пен момент (3-түйін)



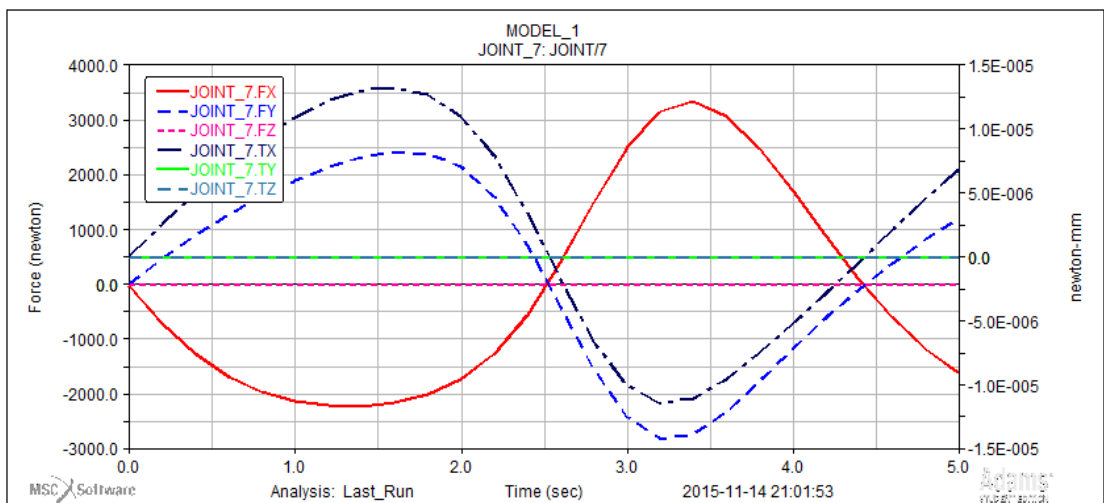
51 Сурет – Күш пен момент (4-түйін)



52 Сурет – Күш пен момент (5-түйін)



53 Сурет – Күш пен момент (6-түйін)



54 Сурет – Күш пен момент (7-түйін)

8 Кесте – Сандық-нәтижелер (1-түйін)

Түйін 1						
Уақыт	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	F <sub>Z</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>
0	11.6429	34.8113	1.5219*10 <sup>-10</sup>	0	-4.9642*10 <sup>-8</sup>	0
0.2	-49.8499	-108.1798	4.1766*10 <sup>-9</sup>	0	-5.4906*10 <sup>-7</sup>	0
0.4	-95.7829	-190.8024	7.3272*10 <sup>-9</sup>	0	-9.6374*10 <sup>-7</sup>	0
0.6	-130.2589	-239.1435	9.6147*10 <sup>-9</sup>	0	-1.2755*10 <sup>-6</sup>	0
0.8	-160.5688	-276.9718	1.1148*10 <sup>-8</sup>	0	-1.4806*10 <sup>-6</sup>	0
1	-194.0752	-321.9818	1.2093*10 <sup>-8</sup>	0	-1.5877*10 <sup>-6</sup>	0
1.2	-235.3247	-384.6182	1.2622*10 <sup>-8</sup>	0	-1.6131*10 <sup>-6</sup>	0
1.4	-283.7206	-467.4297	1.2855*10 <sup>-8</sup>	0	-1.573*10 <sup>-6</sup>	0
1.6	-331.4168	-562.6616	1.2798*10 <sup>-8</sup>	0	-1.4769*10 <sup>-6</sup>	0
1.8	-361.6931	-646.8454	1.2285*10 <sup>-8</sup>	0	-1.3228*10 <sup>-6</sup>	0
2	-350.1277	-674.3651	1.0946*10 <sup>-8</sup>	0	-1.0954*10 <sup>-6</sup>	0
2.2	-272.8963	-578.3789	8.2417*10 <sup>-9</sup>	0	-7.6837*10 <sup>-7</sup>	0
2.4	-123.9647	-293.7666	3.6904*10 <sup>-9</sup>	0	-3.164*10 <sup>-7</sup>	0
2.6	68.7458	191.5826	-2.7084*10 <sup>-9</sup>	0	2.6056*10 <sup>-7</sup>	0
2.8	249.3658	787.6829	-1.0067*10 <sup>-8</sup>	0	9.0829*10 <sup>-7</sup>	0
3	367.8291	1317.9874	-1.6709*10 <sup>-8</sup>	0	1.5125*10 <sup>-6</sup>	0
3.2	410.008	1615.3046	-2.0948*10 <sup>-8</sup>	0	1.9395*10 <sup>-6</sup>	0
3.4	393.2656	1617.5902	-2.1955*10 <sup>-8</sup>	0	2.1004*10 <sup>-6</sup>	0
3.6	341.3302	1380.1551	-1.9978*10 <sup>-8</sup>	0	1.9847*10 <sup>-6</sup>	0
3.8	269.7063	1016.9816	-1.5932*10 <sup>-8</sup>	0	1.645*10 <sup>-6</sup>	0
4	187.4605	636.8646	-1.0853*10 <sup>-8</sup>	0	1.1604*10 <sup>-6</sup>	0
4.2	102.8976	311.1763	-5.5833*10 <sup>-9</sup>	0	6.0784*10 <sup>-7</sup>	0
4.4	24.9055	70.2462	-6.9252*10 <sup>-10</sup>	0	5.1047*10 <sup>-8</sup>	0
4.6	-39.5459	-86.7218	3.4868*10 <sup>-9</sup>	0	-4.6106*10 <sup>-7</sup>	0
4.8	-88.2262	-178.7075	6.8039*10 <sup>-9</sup>	0	-8.9347*10 <sup>-7</sup>	0
5	-124.3507	-231.5255	9.2475*10 <sup>-9</sup>	0	-1.2252*10 <sup>-6</sup>	0

9 Кесте – Сандық-нәтижелер (2-түйін)

Түйін 2						
Уақыт	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	F <sub>Z</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>
1	2	3	4	5	6	7
0	11.6226	28.7573	1.5219*10 <sup>-10</sup>	-1.3238*10 <sup>-7</sup>	0	0
0.2	-42.9568	-117.2565	4.1766*10 <sup>-9</sup>	-1.4401*10 <sup>-6</sup>	5.715*10 <sup>-8</sup>	0
0.4	-83.4211	-203.4051	7.3272*10 <sup>-9</sup>	-2.4806*10 <sup>-6</sup>	1.9187*10 <sup>-7</sup>	0
0.6	-113.873	-255.3139	9.6147*10 <sup>-9</sup>	-3.2206*10 <sup>-6</sup>	3.5647*10 <sup>-7</sup>	0
0.8	-141.4031	-296.3199	1.1148*10 <sup>-8</sup>	-3.6745*10 <sup>-6</sup>	5.0609*10 <sup>-7</sup>	0
1	-173.0635	-343.7926	1.2093*10 <sup>-8</sup>	-3.889*10 <sup>-6</sup>	6.1023*10 <sup>-7</sup>	0
1.2	-213.0934	-407.9669	1.2622*10 <sup>-8</sup>	-3.9228*10 <sup>-6</sup>	6.552*10 <sup>-7</sup>	0
1.4	-260.7109	-491.2498	1.2855*10 <sup>-8</sup>	-3.8244*10 <sup>-6</sup>	6.3976*10 <sup>-7</sup>	0
1.6	-308.1242	-585.7545	1.2798*10 <sup>-8</sup>	-3.6164*10 <sup>-6</sup>	5.69*10 <sup>-7</sup>	0
1.8	-339.0082	-667.8756	1.2285*10 <sup>-8</sup>	-3.2839*10 <sup>-6</sup>	4.5101*10 <sup>-7</sup>	0
2	-329.7122	-691.92	1.0946*10 <sup>-8</sup>	-2.7704*10 <sup>-6</sup>	2.9928*10 <sup>-7</sup>	0
2.2	-257.411	-591.3402	8.2417*10 <sup>-9</sup>	-1.9845*10 <sup>-6</sup>	1.4072*10 <sup>-7</sup>	0
2.4	-116.8122	-301.6727	3.6904*10 <sup>-9</sup>	-8.3404*10 <sup>-7</sup>	2.3705*10 <sup>-8</sup>	0
2.6	64.4496	188.0099	-2.7084*10 <sup>-9</sup>	6.988*10 <sup>-7</sup>	1.1176*10 <sup>-8</sup>	0

9 Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
2.8	232.3431	786.6674	$-1.0067 \cdot 10^{-8}$	$2.4664 \cdot 10^{-6}$	$1.4314 \cdot 10^{-7}$	0
3	339.7218	1317.5347	$-1.6709 \cdot 10^{-8}$	$4.1382 \cdot 10^{-6}$	$3.8531 \cdot 10^{-7}$	0
3.2	675.0509	1614.1877	$-2.0948 \cdot 10^{-8}$	$5.3261 \cdot 10^{-6}$	$6.2423 \cdot 10^{-7}$	0
3.4	356.758	1615.66	$-2.1955 \cdot 10^{-8}$	$5.775 \cdot 10^{-6}$	$7.3773 \cdot 10^{-7}$	0
3.6	308.024	1377.8528	$-1.9978 \cdot 10^{-8}$	$5.4546 \cdot 10^{-6}$	$6.7706 \cdot 10^{-7}$	0
3.8	242.9267	1014.6266	$-1.5932 \cdot 10^{-8}$	$4.5113 \cdot 10^{-6}$	$4.8521 \cdot 10^{-7}$	0
4	168.9742	634.2489	$-1.0853 \cdot 10^{-8}$	$3.1672 \cdot 10^{-6}$	$2.598 \cdot 10^{-7}$	0
4.2	93.1681	307.5718	$-5.5833 \cdot 10^{-9}$	$1.6454 \cdot 10^{-6}$	$7.5808 \cdot 10^{-8}$	0
4.4	23.4442	64.6705	$-6.9252 \cdot 10^{-10}$	$1.3649 \cdot 10^{-7}$	$1.0179 \cdot 10^{-9}$	0
4.6	-33.8433	-95.1801	$3.4868 \cdot 10^{-9}$	$-1.2133 \cdot 10^{-6}$	$3.9216 \cdot 10^{-8}$	0
4.8	-76.7767	-190.6316	$6.8039 \cdot 10^{-9}$	$-2.308 \cdot 10^{-6}$	$1.6283 \cdot 10^{-7}$	0
5	-108.6165	-247.0447	$9.2475 \cdot 10^{-9}$	$-3.1046 \cdot 10^{-6}$	$3.2554 \cdot 10^{-7}$	0

10 Кесте – Сандық-нәтижелер (3-түйін)

Түйін_3						
Уақыт	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
0	-21.933	23.859	$5.0651 \cdot 10^{-11}$	$4.7235 \cdot 10^{-8}$	$-3.917 \cdot 10^{-7}$	0
0.2	-683.6152	481.6285	$-4.0349 \cdot 10^{-9}$	$-7.3225 \cdot 10^{-7}$	$-5.5509 \cdot 10^{-6}$	0
0.4	-1224.9954	892.1591	$-7.0264 \cdot 10^{-9}$	$-1.5029 \cdot 10^{-6}$	$-9.981 \cdot 10^{-6}$	0
0.6	-1635.3836	1258.1729	$-9.0635 \cdot 10^{-9}$	$2.3219 \cdot 10^{-6}$	$-1.3469 \cdot 10^{-5}$	0
0.8	-1918.6283	1580.653	$-1.0377 \cdot 10^{-9}$	$-3.1997 \cdot 10^{-6}$	$-1.593 \cdot 10^{-5}$	0
1	-2090.1876	1859.5522	$-1.1225 \cdot 10^{-9}$	$-4.1133 \cdot 10^{-6}$	$-1.7408 \cdot 10^{-5}$	0
1.2	-2171.0492	2092.702	$-1.1836 \cdot 10^{-8}$	$-5.0161 \cdot 10^{-6}$	$-1.8025 \cdot 10^{-5}$	0
1.4	-2179.1487	2270.9306	$-1.2346 \cdot 10^{-8}$	$-5.8365 \cdot 10^{-6}$	$-1.791 \cdot 10^{-5}$	0
1.6	-2120.229	2369.3188	$-1.2735 \cdot 10^{-8}$	$-6.4558 \cdot 10^{-6}$	$-1.7119 \cdot 10^{-5}$	0
1.8	-1979.776	2337.5188	$-1.2757 \cdot 10^{-8}$	$-6.6755 \cdot 10^{-6}$	$-1.5583 \cdot 10^{-5}$	0
2	-1717.8977	2097.2388	$-1.1877 \cdot 10^{-8}$	$-6.2078 \cdot 10^{-6}$	$-1.3082 \cdot 10^{-5}$	0
2.2	-1272.5904	1561.8399	$-9.3169 \cdot 10^{-9}$	$-4.7463 \cdot 10^{-6}$	$-9.302 \cdot 10^{-6}$	0
2.4	-508.2013	691.9403	$-4.3405 \cdot 10^{-9}$	$-2.168 \cdot 10^{-6}$	$-4.0033 \cdot 10^{-6}$	0
2.6	356.4309	-428.2099	$3.1515 \cdot 10^{-9}$	$1.1996 \cdot 10^{-6}$	$2.6728 \cdot 10^{-6}$	0
2.8	1436.7897	-1562.918	$1.2047 \cdot 10^{-8}$	$4.5131 \cdot 10^{-6}$	$9.9151 \cdot 10^{-6}$	0
3	2429.9956	-2416.9515	$2.0148 \cdot 10^{-8}$	$6.79 \cdot 10^{-6}$	$1.6324 \cdot 10^{-5}$	0
3.2	3088.5529	-2800.804	$2.5235 \cdot 10^{-8}$	$7.5037 \cdot 10^{-6}$	$2.051 \cdot 10^{-5}$	0
3.4	3276.4309	-2718.6332	$2.6245 \cdot 10^{-8}$	$6.831 \cdot 10^{-6}$	$2.1769 \cdot 10^{-5}$	0
3.6	3016.4484	-2312.8722	$2.3569 \cdot 10^{-8}$	$5.3768 \cdot 10^{-6}$	$2.0257 \cdot 10^{-5}$	0
3.8	2435.6897	-1751.1839	$1.8473 \cdot 10^{-8}$	$3.7421 \cdot 10^{-6}$	$1.6655 \cdot 10^{-5}$	0
4	1683.4186	-1154.7955	$1.2348 \cdot 10^{-8}$	$2.2877 \cdot 10^{-6}$	$1.1755 \cdot 10^{-5}$	0
4.2	881.5951	-586.3389	$6.2805 \cdot 10^{-9}$	$1.124 \cdot 10^{-6}$	$6.2358 \cdot 10^{-6}$	0
4.4	113.6624	-67.5818	$9.4045 \cdot 10^{-10}$	$2.0203 \cdot 10^{-7}$	$6.3258 \cdot 10^{-7}$	0
4.6	-568.111	399.4925	$-3.354 \cdot 10^{-9}$	$-5.8925 \cdot 10^{-7}$	$-4.6305 \cdot 10^{-6}$	0
4.8	-1133.3303	818.6135	$-6.544 \cdot 10^{-9}$	$-1.3558 \cdot 10^{-6}$	$-9.2172 \cdot 10^{-6}$	0
5	-1568.406	1192.8601	$-8.7443 \cdot 10^{-9}$	$-2.1635 \cdot 10^{-6}$	$-1.2892 \cdot 10^{-5}$	0

11 Кесте – Сандық-нәтижелер (4-түйін)

Түйін_4						
Уақыт	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
0	-35.7951	5.0105	5.065*10 <sup>-11</sup>	2.0236*10 <sup>-8</sup>	-4.3189*10 <sup>-7</sup>	0
0.2	-710.6329	470.4964	-4.0349*10 <sup>-9</sup>	-2.7686*10 <sup>-6</sup>	-8.5041*10 <sup>-6</sup>	0
0.4	-1262.1412	890.8285	-7.0264*10 <sup>-9</sup>	-5.2306*10 <sup>-6</sup>	-1.5157*10 <sup>-5</sup>	0
0.6	-1679.2495	1267.7668	-9.0635*10 <sup>-9</sup>	-7.4636*10 <sup>-6</sup>	-2.0198*10 <sup>-5</sup>	0
0.8	-1965.7808	1601.2773	-1.0377*10 <sup>-8</sup>	-9.5233*10 <sup>-6</sup>	-2.3639*10 <sup>-5</sup>	0
1	-2137.4507	1890.3633	-1.1225*10 <sup>-8</sup>	-1.1432*10 <sup>-5</sup>	-2.5655*10 <sup>-5</sup>	0
1.2	-2215.6828	2132.0318	-1.1836*10 <sup>-8</sup>	-1.318*10 <sup>-5</sup>	-2.6504*10 <sup>-5</sup>	0
1.4	-2218.898	2316.4147	-1.2346*10 <sup>-8</sup>	-1.4696*10 <sup>-5</sup>	-2.6414*10 <sup>-5</sup>	0
1.6	-2153.2351	2418.0124	-1.2735*10 <sup>-8</sup>	-1.5785*10 <sup>-5</sup>	-2.5464*10 <sup>-5</sup>	0
1.8	-2004.3531	2386.0354	-1.2757*10 <sup>-8</sup>	-1.6039*10 <sup>-5</sup>	-2.3504*10 <sup>-5</sup>	0
2	-1732.2292	2141.9972	-1.1877*10 <sup>-8</sup>	-1.4806*10 <sup>-5</sup>	-2.0109*10 <sup>-5</sup>	0
2.2	-1274.522	1599.519	-9.3169*10 <sup>-9</sup>	-1.1319*10 <sup>-5</sup>	-1.463*10 <sup>-5</sup>	0
2.4	-570.4572	720.1345	-4.3405*10 <sup>-9</sup>	-5.1466*10 <sup>-6</sup>	-6.4691*10 <sup>-6</sup>	0
2.6	385.3258	-410.4116	3.1515*10 <sup>-9</sup>	3.1502*10 <sup>-6</sup>	4.3682*10 <sup>-6</sup>	0
2.8	1481.1177	-1554.9147	1.2047*10 <sup>-8</sup>	1.1727*10 <sup>-5</sup>	1.6647*10 <sup>-5</sup>	0
3	2485.945	-2417.3624	2.0148*10 <sup>-8</sup>	1.8174*10 <sup>-5</sup>	2.7893*10 <sup>-5</sup>	0
3.2	3149.7137	-2808.3829	2.5235*10 <sup>-8</sup>	2.0912*10 <sup>-5</sup>	3.5428*10 <sup>-5</sup>	0
3.4	3335.4704	-2732.5655	2.6245*10 <sup>-8</sup>	1.9983*10 <sup>-5</sup>	3.774*10 <sup>-5</sup>	0
3.6	3066.86	-2332.3407	2.3569*10 <sup>-8</sup>	1.6612*10 <sup>-5</sup>	3.4998*10 <sup>-5</sup>	0
3.8	2472.8011	-1774.7689	1.8473*10 <sup>-8</sup>	1.223*10 <sup>-5</sup>	2.8504*10 <sup>-5</sup>	0
4	1704.6331	-1180.2191	1.2348*10 <sup>-8</sup>	7.8462*10 <sup>-6</sup>	1.9856*10 <sup>-5</sup>	0
4.2	886.2112	-610.645	6.2805*10 <sup>-9</sup>	3.9346*10 <sup>-6</sup>	1.0423*10 <sup>-5</sup>	0
4.4	102.5491	-87.5797	9.4045*10 <sup>-10</sup>	5.9005*10 <sup>-7</sup>	1.2107*10 <sup>-6</sup>	0
4.6	-592.8744	386.7281	-3.354*10 <sup>-9</sup>	-2.2741*10 <sup>-6</sup>	-7.0891*10 <sup>-6</sup>	0
4.8	-1168.8299	815.3285	-6.544*10 <sup>-9</sup>	-4.7886*10 <sup>-6</sup>	-1.4029*10 <sup>-5</sup>	0
5	-1611.2769	1200.3669	-8.7443*10 <sup>-9</sup>	-7.0592*10 <sup>-6</sup>	-1.9378*10 <sup>-5</sup>	0

12 Кесте – Сандық-нәтижелер (5-түйін)

Түйін_5						
Уақыт	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
1	2	3	4	5	6	7
0	12.5656	35.3424	-2.0299*10 <sup>-10</sup>	0	-1.5058*10 <sup>-12</sup>	0
0.2	14.4086	21.7781	-1.418*10 <sup>-10</sup>	3.1871*10 <sup>-13</sup>	8.1457*10 <sup>-12</sup>	0
0.4	31.0793	47.9574	-3.0083*10 <sup>-10</sup>	1.2398*10 <sup>-12</sup>	1.6273*10 <sup>-11</sup>	0
0.6	55.9851	89.5897	-5.5131*10 <sup>-10</sup>	2.4755*10 <sup>-12</sup>	2.2729*10 <sup>-11</sup>	0
0.8	79.3847	125.1102	-7.7132*10 <sup>-10</sup>	3.733*10 <sup>-12</sup>	2.7566*10 <sup>-11</sup>	0
1	91.7498	139.1757	-8.6792*10 <sup>-10</sup>	4.7769*10 <sup>-12</sup>	3.0981*10 <sup>-11</sup>	0
1.2	86.5383	123.2577	-7.8595*10 <sup>-10</sup>	5.448*10 <sup>-12</sup>	3.3205*10 <sup>-11</sup>	0
1.4	61.7984	74.9143	-5.0888*10 <sup>-10</sup>	5.6468*10 <sup>-12</sup>	3.4363*10 <sup>-11</sup>	0
1.6	21.1151	-2.0105	-6.2273*10 <sup>-11</sup>	5.3069*10 <sup>-12</sup>	3.4325*10 <sup>-11</sup>	0
1.8	-25.5598	-94.5355	4.7156*10 <sup>-10</sup>	4.4*10 <sup>-12</sup>	3.2584*10 <sup>-11</sup>	0
2	-62.0802	-175.4979	9.3142*10 <sup>-10</sup>	3.0023*10 <sup>-12</sup>	2.8241*10 <sup>-11</sup>	0
2.2	-70.0815	-201.3529	1.0755*10 <sup>-9</sup>	1.4141*10 <sup>-12</sup>	2.0243*10 <sup>-11</sup>	0
2.4	-38.9041	-123.1961	6.5043*10 <sup>-10</sup>	2.2435*10 <sup>-13</sup>	8.0039*10 <sup>-12</sup>	0
2.6	23.2739	81.8733	-4.4286*10 <sup>-10</sup>	1.2209*10 <sup>-13</sup>	-7.7327*10 <sup>-12</sup>	0



## 12 Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
2.8	90.076	375.0809	$-1.9803 \cdot 10^{-9}$	$1.401 \cdot 10^{-12}$	$-2.443 \cdot 10^{-11}$	0
3	134.8672	656.9374	$-3.4396 \cdot 10^{-9}$	$3.5432 \cdot 10^{-12}$	$-3.8483 \cdot 10^{-11}$	0
3.2	148.7685	822.3041	$-4.2869 \cdot 10^{-9}$	$5.4384 \cdot 10^{-12}$	$-4.6905 \cdot 10^{-11}$	0
3.4	139.3796	824.1093	$-4.2902 \cdot 10^{-9}$	$6.1461 \cdot 10^{-12}$	$-4.8623 \cdot 10^{-11}$	0
3.6	117.2739	689.0905	$-3.5911 \cdot 10^{-9}$	$5.4597 \cdot 10^{-12}$	$-4.4455 \cdot 10^{-11}$	0
3.8	88.7377	485.8383	$-2.541 \cdot 10^{-9}$	$3.8492 \cdot 10^{-12}$	$-3.6182 \cdot 10^{-11}$	0
4	57.9993	283.9955	$-1.4957 \cdot 10^{-9}$	$2.0425 \cdot 10^{-12}$	$-2.5664 \cdot 10^{-11}$	0
4.2	30.7859	130.4844	$-6.9738 \cdot 10^{-10}$	$6.5535 \cdot 10^{-13}$	$-1.4399 \cdot 10^{-11}$	0
4.4	14.0587	44.1197	$-2.4808 \cdot 10^{-10}$	$2.5458 \cdot 10^{-14}$	$-3.4585 \cdot 10^{-12}$	0
4.6	12.8178	20.5778	$-1.3284 \cdot 10^{-10}$	$2.0537 \cdot 10^{-13}$	$6.4435 \cdot 10^{-12}$	0
4.8	27.0644	41.1436	$-2.6007 \cdot 10^{-10}$	$1.0338 \cdot 10^{-12}$	$1.4875 \cdot 10^{-11}$	0
5	51.118	81.6707	$-5.0328 \cdot 10^{-10}$	$2.2337 \cdot 10^{-12}$	$2.1645 \cdot 10^{-11}$	0

## 13 Кесте – Сандық-нәтижелер (6-түйін)

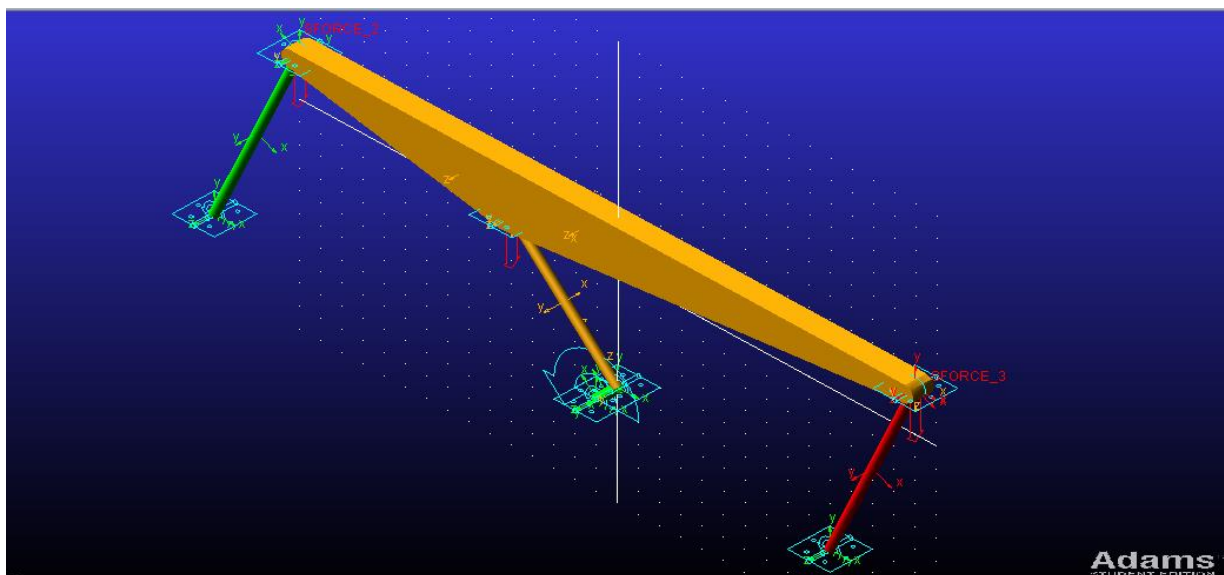
Түйін_6						
Уақыт	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
0	12.5835	41.5732	$-2.0299 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
0.2	7.5142	30.7499	$-1.4181 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
0.4	18.7175	60.1813	$-3.0083 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
0.6	39.6009	105.1249	$-5.5131 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
0.8	60.2224	143.5977	$-7.7132 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
1	70.743	159.9476	$-8.6792 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
1.2	64.3128	145.4513	$-7.8595 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
1.4	38.7946	97.5373	$-5.0888 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
1.6	-2.1721	19.9268	$-6.2272 \cdot 10^{-11}$	0	0	0
1.8	-48.2408	-74.5282	$4.7156 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
2	-82.4937	-158.7155	$9.3143 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
2.2	-85.5668	-188.8631	$1.0755 \cdot 10^{-9}$	0	0	0
2.4	-46.0584	-115.3583	$6.5043 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
2.6	27.5669	85.8238	$-4.4285 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
2.8	107.095	376.9022	$-1.9803 \cdot 10^{-9}$	0	0	0
3	162.971	658.5343	$-3.4396 \cdot 10^{-9}$	0	0	0
3.2	183.7226	824.7578	$-4.2869 \cdot 10^{-9}$	0	0	0
3.4	175.8845	827.4056	$-4.2902 \cdot 10^{-9}$	0	0	0
3.6	150.5775	692.6482	$-3.5911 \cdot 10^{-9}$	0	0	0
3.8	115.5147	489.2428	$-2.541 \cdot 10^{-9}$	0	0	0
4	76.4827	287.4036	$-1.4957 \cdot 10^{-9}$	0	0	0
4.2	40.5127	134.6027	$-6.9739 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
4.4	15.5176	49.9255	$-2.4809 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
4.6	7.1136	28.9836	$-1.3284 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
4.8	15.6147	52.7392	$-2.6007 \cdot 10^{-10}$	0	0	0
5	35.3852	96.6009	$-5.0328 \cdot 10^{-10}$	0	0	0

## 14 Кесте – Сандық-нәтижелер (7-түйін)

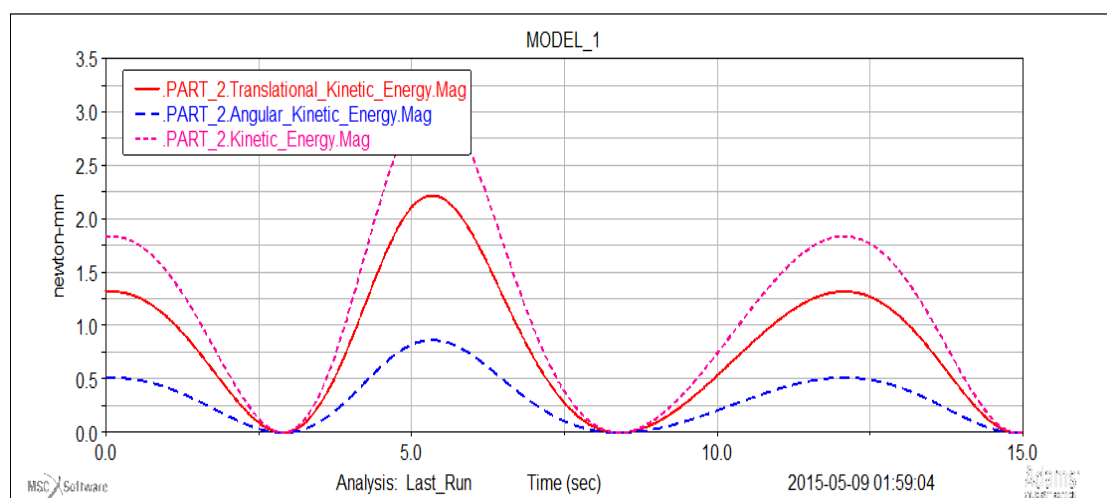
Түйін_7						
Уақыт	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
0	-37.7332	2.9875	5.065*10 <sup>-11</sup>	6.3461*10 <sup>-8</sup>	0	0
0.2	-713.462	469.153	-4.0349*10 <sup>-9</sup>	2.5506*10 <sup>-6</sup>	0	0
0.4	-1265.6359	890.3865	-7.0264*10 <sup>-9</sup>	4.9806*10 <sup>-6</sup>	0	0
0.6	-1679.2495	1267.7668	-9.0635*10 <sup>-9</sup>	6.3461*10 <sup>-8</sup>	0	0
0.8	-1969.7407	1603.0047	-1.0377*10 <sup>-8</sup>	9.2571*10 <sup>-6</sup>	0	0
1	-2141.1732	1893.1858	-1.1225*10 <sup>-8</sup>	1.0927*10 <sup>-5</sup>	0	0
1.2	-2218.8713	2135.8394	-1.1836*10 <sup>-8</sup>	1.2201*10 <sup>-5</sup>	0	0
1.4	-2221.2985	2321.019	-1.2346*10 <sup>-8</sup>	1.3014*10 <sup>-5</sup>	0	0
1.6	-2154.6565	2423.1615	-1.2735*10 <sup>-8</sup>	1.3241*10 <sup>-5</sup>	0	0
1.8	-2004.682	2391.434	-1.2757*10 <sup>-8</sup>	-1.2664*10 <sup>-5</sup>	0	0
2	-1731.4394	2147.3301	-1.1877*10 <sup>-8</sup>	-1.0979*10 <sup>-5</sup>	0	0
2.2	-1272.6766	1604.4763	-9.3169*10 <sup>-9</sup>	7.9159*10 <sup>-6</sup>	0	0
2.4	-567.703	724.4361	-4.3405*10 <sup>-9</sup>	3.4923*10 <sup>-6</sup>	0	0
2.6	388.7693	-406.9934	3.1515*10 <sup>-9</sup>	-1.7197*10 <sup>-6</sup>	0	0
2.8	1484.9762	-1552.5374	1.2047*10 <sup>-8</sup>	-6.6103*10 <sup>-6</sup>	0	0
3	2489.9111	-2416.1005	2.0148*10 <sup>-8</sup>	-1.0032*10 <sup>-5</sup>	0	0
3.2	3153.4715	-2808.222	2.5235*10 <sup>-8</sup>	-1.1442*10 <sup>-5</sup>	0	0
3.4	3338.7206	-2733.4036	2.6245*10 <sup>-8</sup>	-1.1075*10 <sup>-5</sup>	0	0
3.6	3069.3437	-2333.9962	2.3569*10 <sup>-8</sup>	-9.5741*10 <sup>-6</sup>	0	0
3.8	2474.3204	-1776.995	1.8473*10 <sup>-8</sup>	-7.5197*10 <sup>-6</sup>	0	0
4	1705.0669	-1182.7235	1.2348*10 <sup>-8</sup>	-5.2403*10 <sup>-6</sup>	0	0
4.2	885.525	-613.1134	6.2805*10 <sup>-9</sup>	-2.8564*10 <sup>-6</sup>	0	0
4.4	100.7976	-89.7007	9.4045*10 <sup>-10</sup>	-4.0221*10 <sup>-7</sup>	0	0
4.6	-595.5517	385.2384	-3.354*10 <sup>-9</sup>	2.0856*10 <sup>-6</sup>	0	0
4.8	-1172.2197	814.7037	-6.544*10 <sup>-9</sup>	4.5339*10 <sup>-6</sup>	0	0
5	-1615.1092	1200.7715	-8.7443*10 <sup>-9</sup>	6.8411*10 <sup>-6</sup>	0	0

### 4.2 MSC ADAMS Software программасымен динамикалық өлшемдерінің сандық мәндерін алу

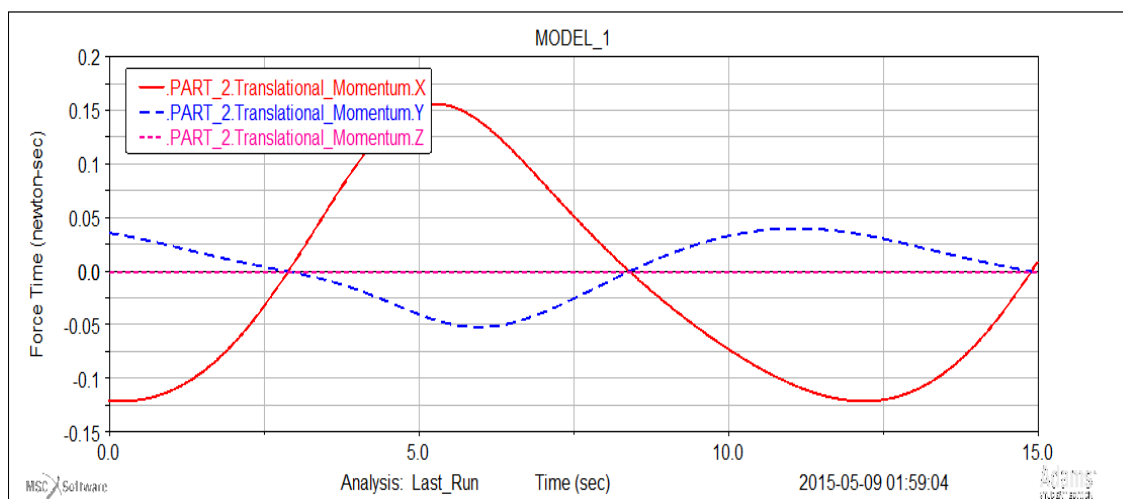
ADAMS бір мезгілде кинематика, статика, квази-статика және динамика теңдеулерін шешуді нақты физикамен біріктіреді. Қатты дене динамикасының шешім технологиясын пайдалана отырып, уақыттың өте аз фракциясының сызықты динамикасында жұмыс істейді. ADAMS модельдеу арқылы есептелген жүктер немесе күштердің қозғалысы және операциялық орталарда толық спектрін бүкіл өзгертіп отыруына баға беру арқылы СЭҚ дәлдігін жақсартады [49-50]. 56-72 суреттерде механизмнің қозғалысын MSC ADAMS моделдеудегі нәтижелері келтірілген.



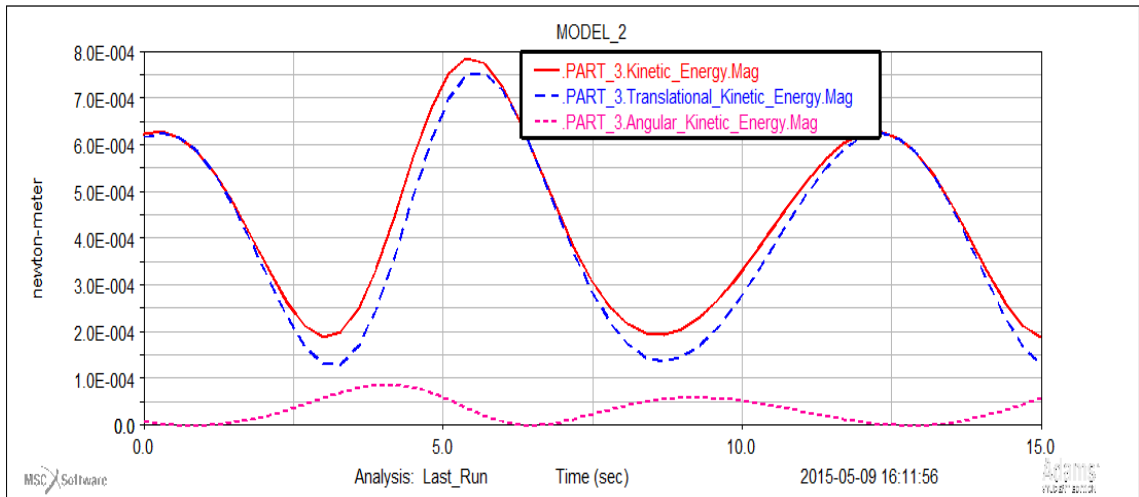
55 Сурет – Алты буынды механизмнің қозғалысын MSC ADAMS моделдеу



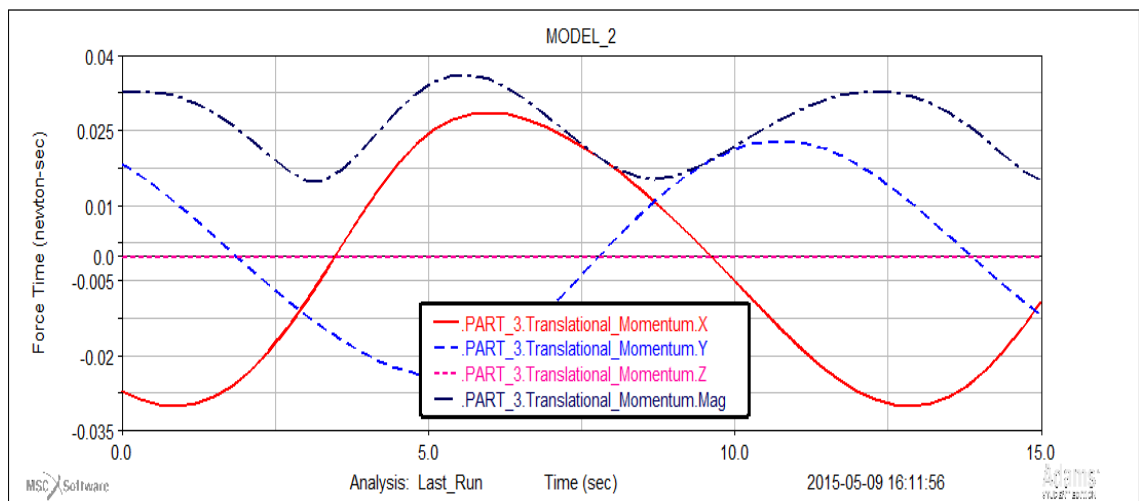
56 Сурет – Кинетикалық энергия (2-буын)



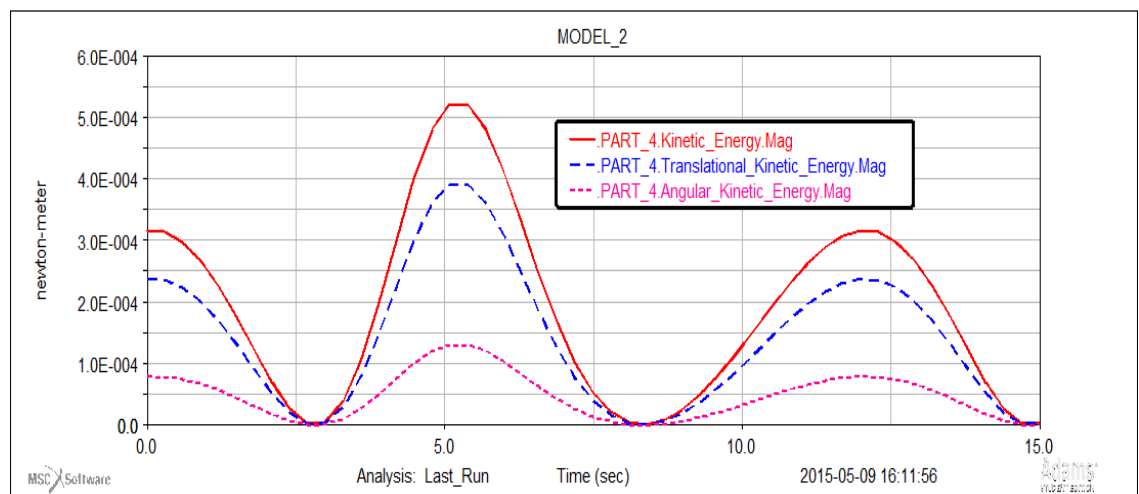
57 Сурет – Өстік ауыспалы импульс (2-буын)



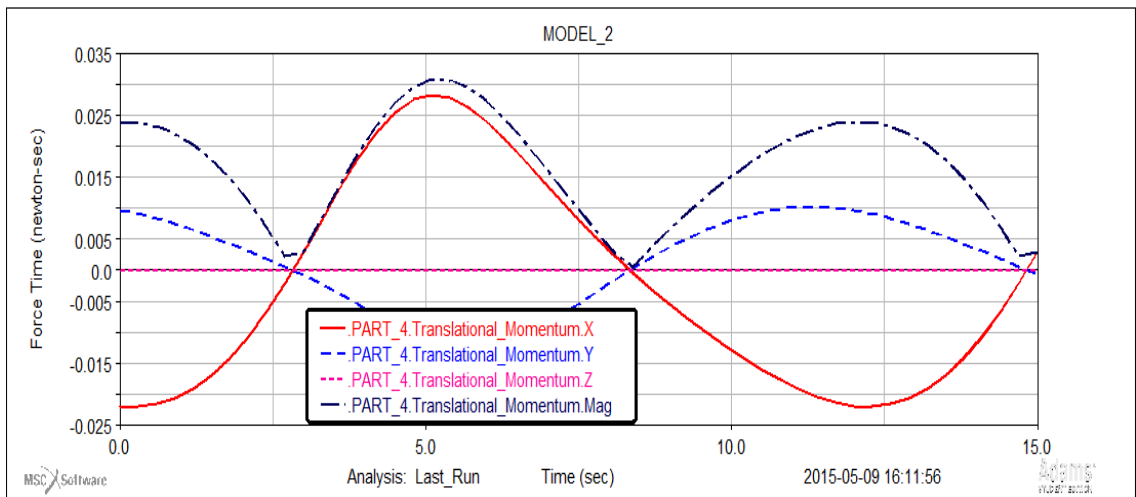
58 Сурет – Кинетикалық энергия (3-буын)



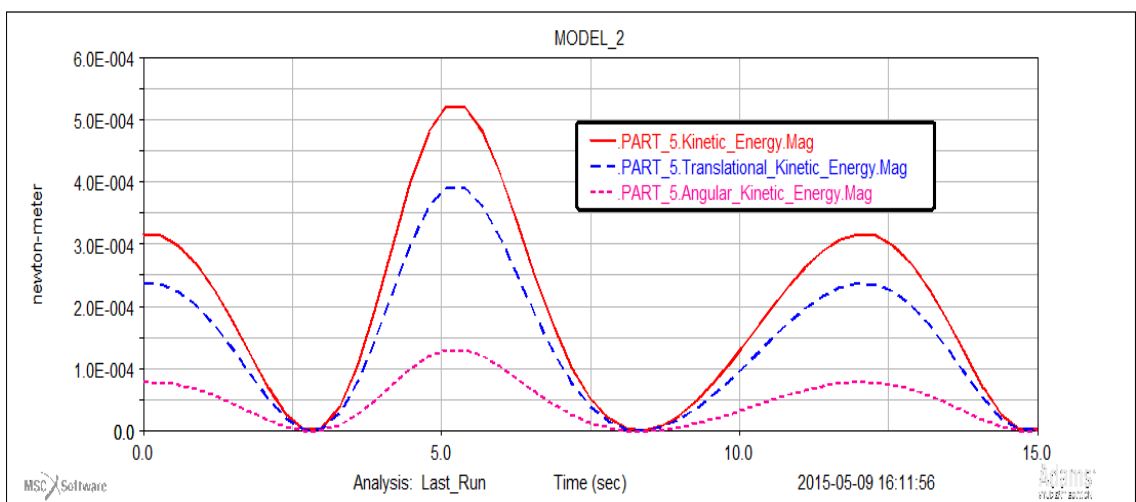
59 Сурет – Өстік ауыспалы импульс (3-буын)



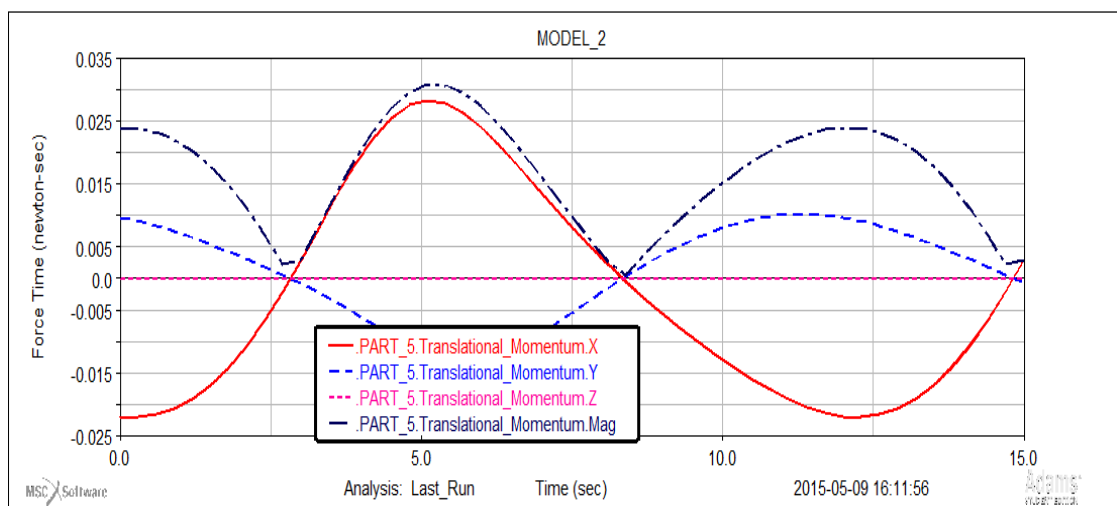
60 Сурет – Кинетикалық энергия (4-буын)



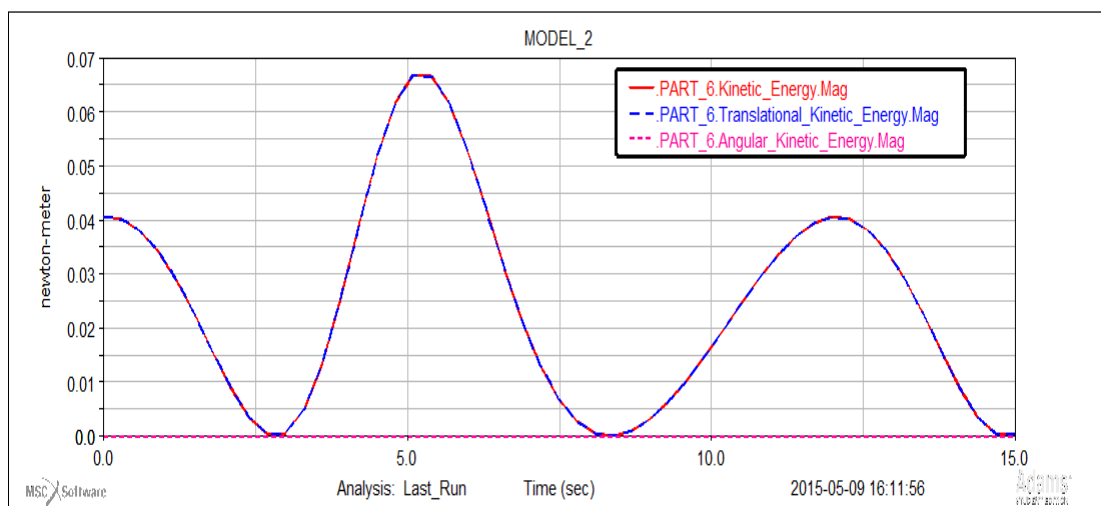
61 Сурет – Өстік ауыспалы импульс (4-буын)



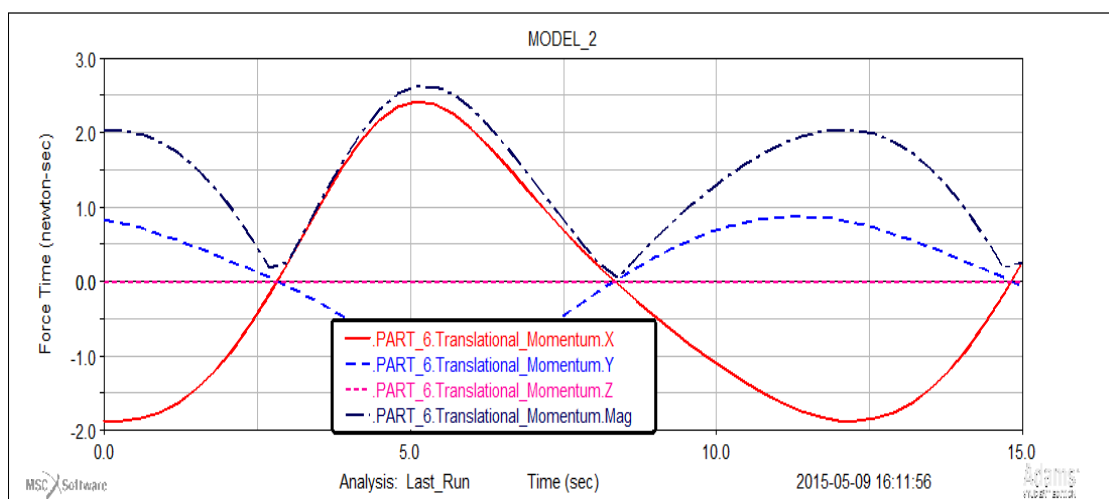
62 Сурет – Кинетикалық энергия (5-буын)



63 Сурет – Өстік ауыспалы импульс (5-буын)

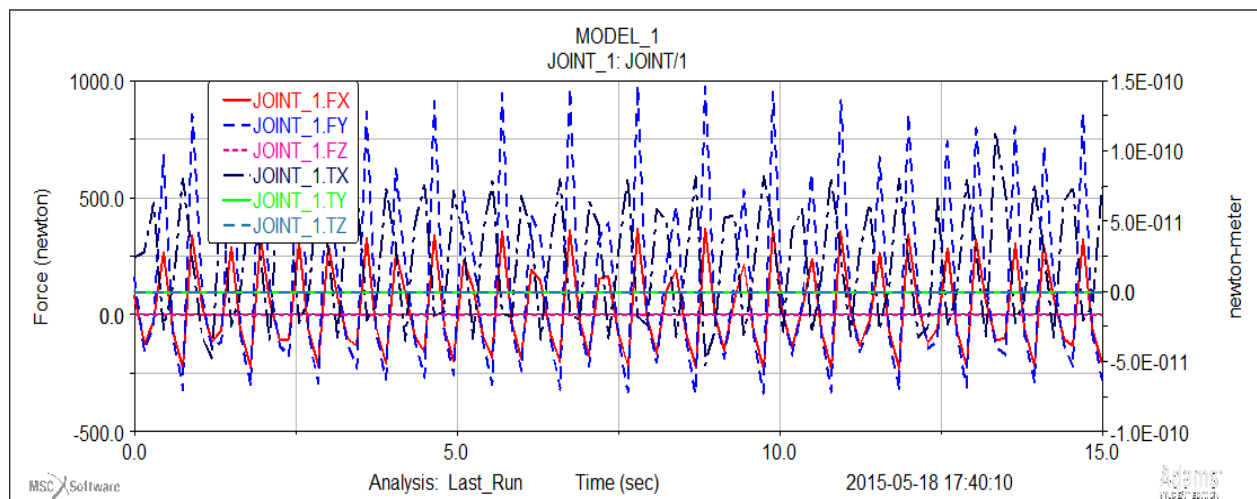


64 Сурет – Кинетикалық энергия (6-буын)

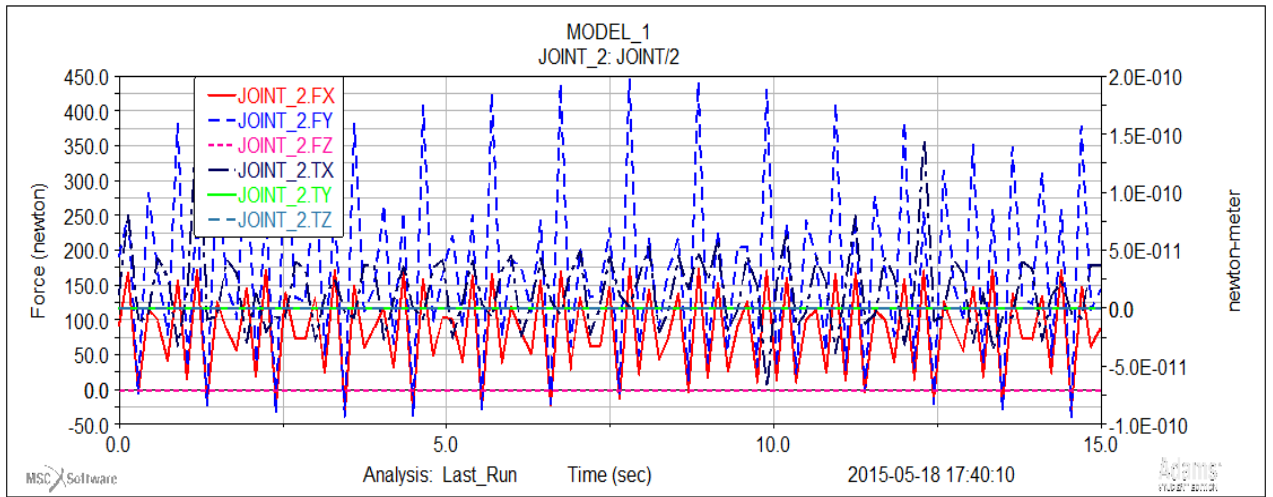


65 Сурет – Өстік ауыспалы импульс (6-буын)

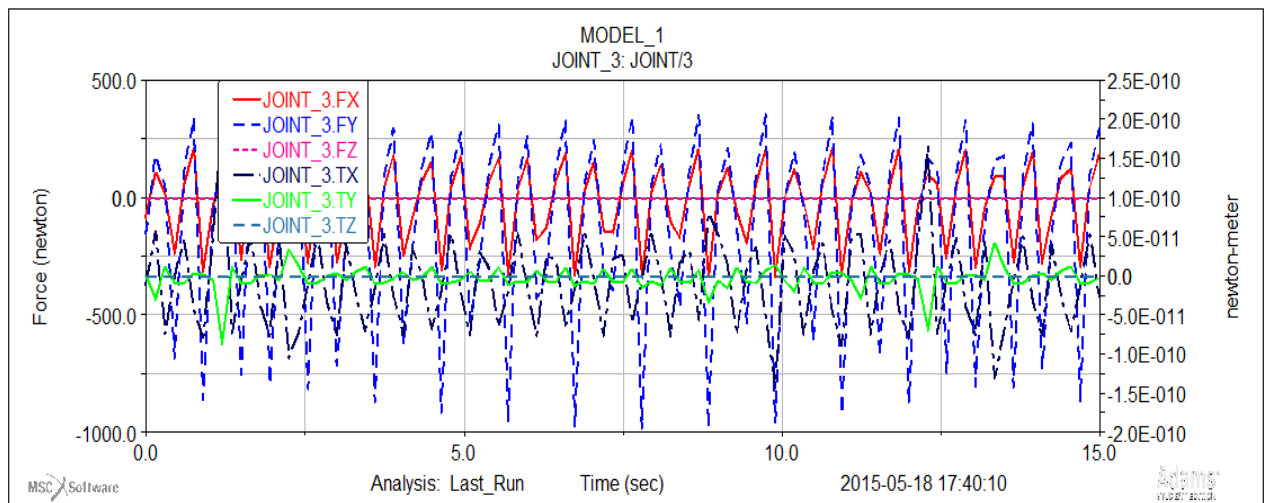
Біртексіз жүктемелеу кезіндегі  $t=15\text{c}$  алынған сандық нәтижелер.



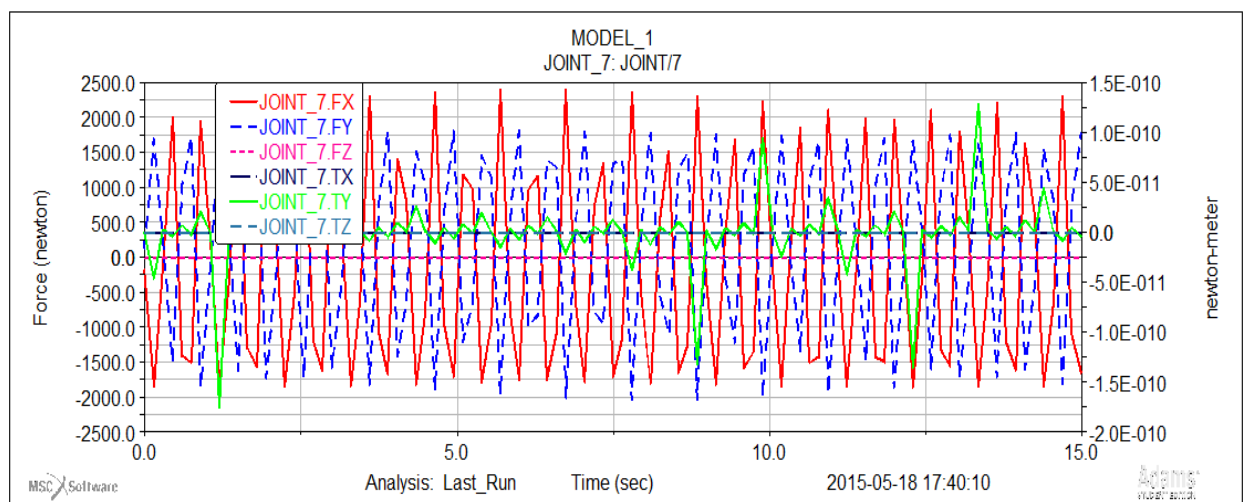
66 Сурет – Күш пен момент өзгерісі (1-түйін)



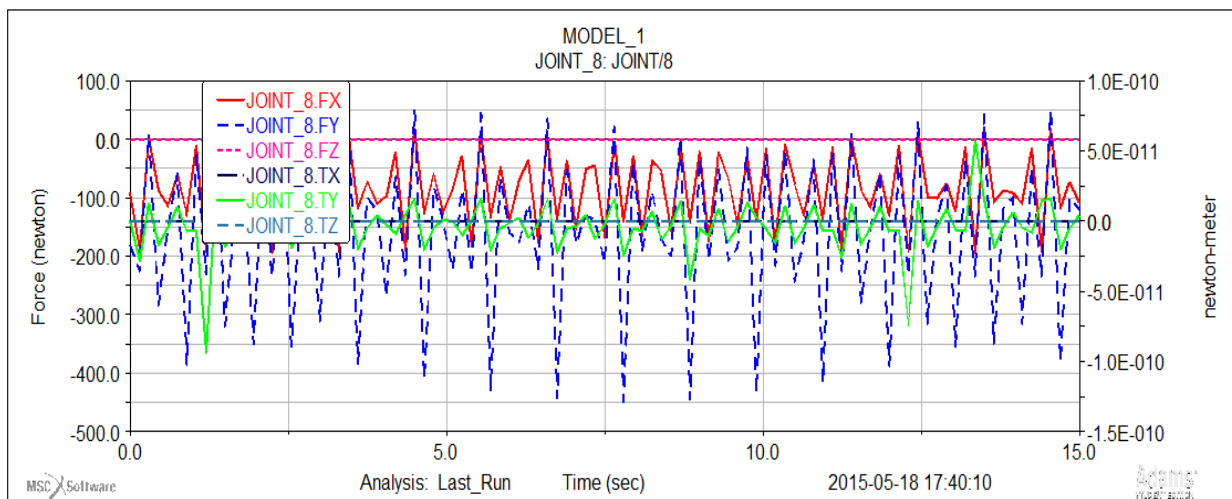
67 Сурет – Күш пен момент өзгерісі (2-түйін)



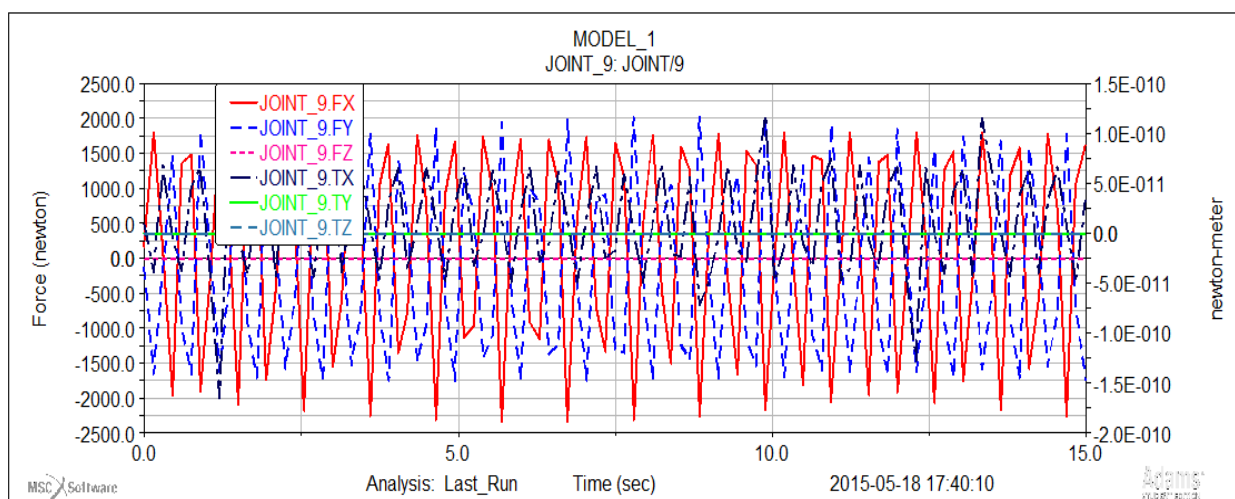
68 Сурет – Күш пен момент өзгерісі (3-түйін)



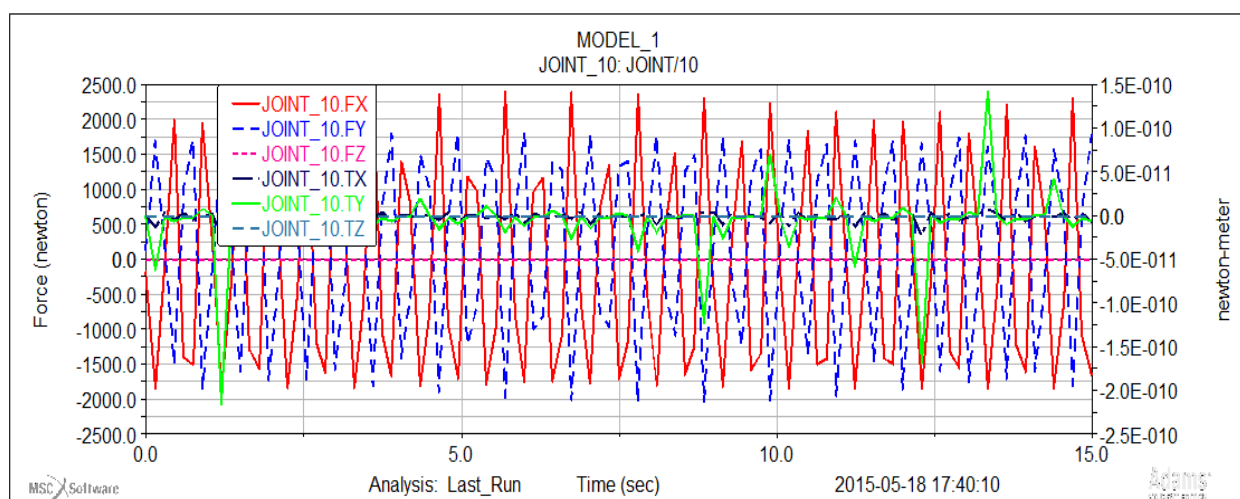
69 Сурет – Күш пен момент өзгерісі (7-түйін)



70 Сурет – Күш пен момент өзгерісі (8-түйін)



71 Сурет – Күш пен момент өзгерісі (9-түйін)



72 Сурет – Күш пен момент өзгерісі (10-түйін)



## ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертациялық жұмыс конвейер механизмді синтездеу бойынша динамикалық өлшемдерін алуға арналған.

Зерттеу нәтижесінде келесі нәтижелер алынды. Бұл нәтижелер қарастырылып отырған ғылыми бағыттың ары қарай дамуы үшін үлкен маңызы бар:

1. Конвейердің даму кезеңдерінде қарастырылған механизмнің тиімділігі мен кемшіліктерін салыстырмалы сипаттай отырып, бүгінгі таңда осындай конвейерлерге сұраныстың көптігі мен оның қолданылу аймақтарына байланысты жаңа түрлерін жобалауға шолу жасайды.

2. Қозғалмайтын жазықтыққа қатысты екі қозғалмалы жазықтықтың жазық-параллель қозғалысы негізінде үшінші қозғалмайтын жазықтыққа қатысты айналмалы жұпты төртбуынды БКТ синтезінің математикалық есептері құрастырылды. БКТ параметрлерінің синтез есептерін шешудің алгоритмі жасалынды.

3. Бірқалыпты қозғалыс заңдылығымен жұмыс істеп тұрған конвейер горизонталь орнатылған наушаның тиімділігін арттыру жолдары қарастырылып, науаша бетімен жүктің екі түрлі үлгідегі жүктемеленген (горизонталь немесе вертикаль) барыстары жеке-жеке зерттеліп, екі түрдегі салыстырмалы қозғалыс жылдамдығының шамалары алынған.

4. Механизмнің жұмыс жасау принципі бойынша ОА-жетекші буынға келтірілген күш пен момент анықталып, оның дифференциалдық теңдеуі құрылды. Бұл жұмыста дифференциалдық теңдеуді шешу үшін жуықтап есептеу тәсілі қолданылған. Қондырғыға тиесілі наушаны пайдаланып материалдық бөлшектер қозғалысын модельдейтін Рунге – Кутта дифференциалдық теңдеулерінің шешімін таптық. Есептің мақсаты тербелмелі наушаның қозғалыс жылдамдығын барынша арттыруға мүмкіндік беретін кейбір өлшемдерінің оңтайланған мәндерін табу болып саналады немесе оңтайландырудың торлау әдісі қолданылған.

5. Конвейердің моделін жасаудың инженерлік әдісі ретінде MSC ADAMS Software программасында жобалау ұсынылып, сол арқылы уақыттың өте аз фракциясының сызықты динамикасында жұмыс істейтін қондырғыны модельдеу арқылы дәлдігін қамтамасыз етіп. Сонымен қатар тұрақты және тұрақсыз күштермен жүктемелер әсерінен операциялық орталарда толық спектрінің өзгеріп отыруын қадағалап, орын ауыстыру, жылдамдық, үдеулерімен қатар қуатымен кинетикалық энергия өзгерістерінің нақтылы шамаларын зерттеу қарастырылған. Жазық иінірлікті механизмдерді кинематикалық және динамикалық синтездеудің және анализдің жалпы әдістері жасалған. Осы әдістерді өндіріске қажетті нақты механизмдер жобалауға пайдалану қажет. Қорыта келе қарастырылған механизмнің жұмыс атқару кезінде оның буындарының беріктігін, қатаңдығын және орнықтылығын есептеу арқылы зерттеп олардың  $\min$  және  $\max$  мәндерін көрсету арқылы өнеркәсіпте қолдануға ұсыныс жасалды.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Джолдасбеков У. А. Графо-аналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов // Алма-Ата: Наука, 1983. – С. 250-256.
- 2 Чебышев П.Л. О преобразовании вращательного движения в движение по некоторым линиям при помощи сочлененных систем // Полн.собр.соч. - М.: Изд-во АН СССР, 1948. - Т. 4. - С. 161-167.
- 3 Чебышев П.Л. О простейшей суставчатой системе, доставляющей движения, симметрические около одной оси // Полн.собр. соч. - М.: Изд-во АН СССР, 1948. - Т. 4. - С. 167-212.
- 4 Косболов С.Б. Аппроксимационный синтез пространственных четырехзвенных механизмов типа ВЦСП // Труды Международной научно – практической конференции «Научно – технические ценности в наследии мыслителей Востока и А. Машани». - Алматы, 2007. – С. 210-215.
- 5 Janat Musayev and Algazy Zhauyt. Analysis of disturbing influence of traffic load on soil body // Advances in Materials Science and Engineering. – 2015. - Vol. 1-7. – P. 1-7.
- 6 Kosbolov Serikbay, Zhauyt Algazy. Kinematic synthesis of spatial linkages with spherical pairs // Journal of theoretical and applied mechanics. - 2015. - Vol. 54, №1. – P. 53-69.
- 7 Zhauyt Algazy. The substantiating of the dynamic parameters of the shaking conveyor mechanism // Journal of Vibroengineering PROCEDIA. - 2015. - Vol. 5. – P. 15-20.
- 8 Shingissov Beibit, Balbayev Gani, Kurmanalieva Shynar, Zhauyt Algazy, Koishybayeva Zhanar. Numerical check of a 2DOF transmission for wind turbines // Journal of Vibroengineering PROCEDIA. - 2015. - Vol. 6. – P. 15-20.
- 9 Zhauyt Algazy. The substantiating of the dynamic parameters of the shaking conveyor // International Conference on Technological Convergence for Information, Health, Food and Energy Security. - 2015. – P. 68.
- 10 Zhauyt A., Kosbolov S., Shingissov B., Alymbetov A., Telesheva A., Karabashev O., Tashkenbayev A. Synthesis of Four-Link Basic Kinematic Chains [BKC] With Spherical Pairs for Spatial Mechanisms // Mediterranean Journal of Social Sciences. - 2014. - Vol.5, №23. – P. 2627-2637.
- 11 Kosbolov S., Rakhmatulina A., Imanbaeva N., Zhauyt A. Optimal design of leading kinematical chain of eight linked planar load lifting linkage // Mediterranean Journal of Social Sciences. - 2014. - Vol 5. – P. 2656-2660.
- 12 Joldasbekov Skanderbek, Ibraev Sayat, Zhauyt Algazy, Nurmagambetova Aiman, Imanbaeva Nurbibi. Modular synthesis of plane lever six-link mechanism of high class. Middle-East // J. Sci. Res. – 2014. - №21(12). – P. 2339-2345.
- 13 Kyrykbaev Batyrkhan, Tuganbaeva Dariga, Zhauyt Algazy. The Partial Discretization Method of Differential Equations in Solving the Task on the Flexible Elastic Rotationally Symmetric Round Plate Flexure // Middle-East. J. Sci. Res. - 2014. - №22 (6). – P. 802-808.

14 Musayev Janat, Adilkhanov Yerzhan, Zhauyt Algazy. Investigation of a Wedge Shock Absorber Trucks Freight Cars Using Universal Mechanism // Middle-East. J. Sci. Res. – 2014. - №22 (9). – P. 1405-1410.

15 Shaikhanova Aigul, Karpinski M, Ahmetov Bakhytzhon, Zhauyt Algazy, Imanbekova Ulzhan. Comparative investigation of methods of modular exponentiation. Middle-East // J. Sci. Res. – 2015. - №23 (3). – P. 459-462.

16 Zhauyt Algazy, Józef Drewniak, Jerzy Kopeć, Beibit Shingissov, Stanisław Zawiślak. Kinematic analysis of wind turbine drive // XXIV<sup>th</sup> International Conference on Theory of Machines and Mechatronic Systems (IFTToMM). – Poland, 2014. – P. 5-6.

17 Marta Dobija, Józef Drewniak, Stanisław Zawiślak, Beibit Shingissov, Zhauyt Algazy. Countour graph application in kinematical analysis of crane mechanism // XXIV<sup>th</sup> International Conference on Theory of Machines and Mechatronic Systems (IFTToMM). – Poland, 2014. – P. 31-32.

18 Janat Musayev and Algazy Zhauyt. Studying of soil surface subsidence upon long length underground pipelines penetration // International journal for science, technics and innovations for the industry MTM. - Varna-Bulgaria, 2015. - Issue 9. – P. 37-42.

19 Косболов С.Б., Бекенов Е.Т., Жауыт А., Акилбаев Т.И. Наука, образование, инновации: приоритетные направления развития // Международной научно-технической конференции: посвященной 60-летию юбилею Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. – Бишкек, 2014. - №32. – С. 268-272.

20 Жауыт Ә., Қосболов С.Б., Шыңғысов Б.Т., Фан Джы. Тербеліс атқарушы қондырғы механизмнің кинематикасы // Труды Международной научно-практической конференции «Подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века». - Алматы, 2013. – Т. 4. - С. 145-148.

21 Kosbolov S.B., Tanzharikova G.P., Zhauyt A., Rakhmatulina A.B. Kinematical synthesis of six-link linkage with three dwells // Vestnik KazNTU. - 2012. - №6(94). - P. 44-52.

22 Қосболов С.Б., Жауыт Ә. Тербеліс атқарушы қондырғы науашасының орнықтылығын зерттеу // ҚазҰТУ хабаршысы. - 2012. - №5(93). - Б. 70-75.

23 Қосболов С.Б., Жауыт Ә. Тербелісті атқарушы қондырғының буындарындағы қозғалысының дифференциалдық теңдеуі // ҚазҰТУ хабаршысы. - 2011. - №5(87). - Б. 134-137.

24 Жауыт Ә. Алтыбуынды жазық иінірлікті механизмді кинематикалық зерттеуге Ассурдың ерекше нүкте әдісін қолдану // ҚазҰТУ хабаршысы. - 2013. - №4(98). - Б. 233-236.

25 Қосболов С.Б., Жауыт Ә. Жазық иінірлікті III класты механизмнің кинематикалық анализі // ҚазККА хабаршысы. - 2013. - №2(81). - Б. 14-18.

26 Жауыт Ә. III класты иінірлікті механизмді кинематикалық зерттеу // ҚазККА хабаршысы. - 2013. - №3(82). - Б. 24-32.

27 Жауыт Ә. Тербеліс атқарушы қондырғы механизмді кинематикалық зерттеу // ҚазККА хабаршысы. - 2013. - №3(82). - Б. 32-38.

28 Жауыт Ә., Қосболов С.Б., Тойлыбаев М.С., Бағаділов Қ.Б., Сайланбек Г. Тербелісті атқарушы қондырғының дифференциалдық теңдеуін жуықтап есептеу әдісімен шешу // АГТУ хабаршысы. - 2013. - №2(12). - Б. 90-98.

29 Бағаділов Қ.Б., Жауыт Ә., Кегенбаев Р.Ш. Автомобильдің тербелмелі жүйелері жұмысының адам ағзасына әсері және оның дірілдік жүктелу деңгейін бағалау // АГТУ хабаршысы. - 2013. - №2(12). - Б. 99-104.

30 Жауыт Ә., Қосболов С.Б., Тойлыбаев М.С., Башарова Г.С., Сайланбек Г. III класы механизмнің кинематикасын Ассурдың ерекше нүкте әдісімен зерттеу // АГТУ хабаршысы. - 2013. - №3(13). - Б. 59-63.

31 Жауыт Ә., Қосболов С.Б., Сайланбек Г. Векторлық есепті қолдана отырып жазық иіктірікті механизмді кинематикалық талдау // АГТУ хабаршысы. - 2013. - №3(13). - Б. 64-68.

32 Қосболов С.Б., Жауыт Ә. Тербеліс атқарушы конвейер буындарының кернеулік-деформациялық күйін зерттеу // «Машина жасаудағы инновациялық технологиялар, жабдықтар және материалдар»: Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция. - Алматы, 2012. - Б. 334-339.

33 Қосболов С.Б., Жауыт Ә., Сайланбек Г., Демеуов М.Дж. III класы механизмнің буын ұзындықтарындағы ауытқуының дәлдік анализі // «Механиканың және машина жасаудың өзекті мәселелері» атты халықаралық ғылыми конференция. - Алматы, 2014. - Б. 330-334.

34 Қосболов С.Б., Жауыт Ә., Өнерқан С. Горизонталь орнатылған науамен бірқалыпты қозғалыс заңдылығымен жұмыс істеп тұрған тербелмелі қондырғының тиімділігін арттыру // Труды Международной научно-практической конференции «подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века». - Алматы, 2013. - Т. 4. - С.145-148.

35 Қосболов С.Б., Жауыт Ә. Жазық рычагты механизмдердің анализі және синтезі есебін шешу үшін түрлендіру әдісін қолдану // «Оқытудың ақпараттық технологиялары негізінде инновациялық білім беруді жетілдіру жолдары» атты Халақаралық ғылыми-практикалық конференция. - Шымкент, 2011. - Б. 82-97.

36 Мақан А.Д., Қосболов С.Б., Жауыт А. Тербелмелі қондырғыны синтездеу // «Қазақстанның жаңа экономикалық саясатын таратуда жас ғалымдардың орны мен рөлі» халықаралық сәтбаев оқуларының еңбектері. - Алматы, 2015. - Т. 2. - Б. 184-191.

37 Yerzhan Adilkhanov, Sholpan Sekerova, Janat Musayev, Algazy Zhauyt, Alma Auezova, Gulbarshyn Smailova, Simulation technique of constant contact side bearings of freight car bogies, *Journal of Measurements in Engineering*, Vol.5, Issue 3, pp. 142-151, 2017

38 Algazy Zhauyt, Gulnar Mamatova, Gulnur Abdugalieva, Kuanyshkali Alipov, Aizhan Sakenova, Assylkhan Alimbetov. The kinematic analysis of flat leverage mechanism of the third class, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 250 (2017), p. 1-6, 2017

39 Baurzhan Tultayev, Gani Balbayev, Algazy Zhauyt. A kinematic analysis of flat leverage mechanism of the fourth class for manipulators, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 230 (2017), p. 1-7, 2017

- 40 Kuralay Tulegenova, Gulnara Abdraimova, Batyrkhan Kyrykbaev, Algazy Zhauyt, Assylkhan Alimbetov, Manas Nurbakyt. Dynamic analysis of the press automation, *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, Vol. 6, № 6, p. XX-XX, 2018
- 41 Assel Mukasheva, Saduakhas Japayev, Gulnara Abdraimova, Batyrkhan Kyrykbaev, Kuatbek Kozhamberdiyev, Bagdat Uskembayeva, Algazy Zhauyt. A dynamic analysis of six-bar mechanical press, *Vibroengineering PROCEDIA*, Vol. 13, p. 249-254, 2017
- 42 Algazy Zhauyt, Indira Zhahanova, Gulbarshyn Smailova, Ulbala Murzakhmetova, Lazzat Kurmangalieva, Akmaral Kurenbay. The kinematic analysis of the third class mechanism, *Vibroengineering PROCEDIA*, Vol. 12, p. 208-212, 2017
- 43 Algazy Zhauyt, Aizhan Sakenova, Dinara Arinova, Kuanyshkali Alipov, Tanat Sharatbekov, Gulmira Saylanbek. Static calculation of bearing construction elements taking into account physical nonlinearity, *Vibroengineering PROCEDIA*, Vol. 12, p. 124-129, 2017
- 44 Sayat Ibraev, Aiman Nurmaganbetova, Algazy Zhauyt, Nurbibi Imanbaeva. Computerized modeling of kinematics and kineto-statics of sucker-rod pump power units, 16<sup>th</sup> International Scientific Conference Engineering for rural development, Vol. 16, p. 904-909, 2017
- 45 Erlan Askarov, Algazy Zhauyt, Zhastalap Abilkaiyr, Adilet Zhankeldi, Batyr Naurushev. A new type cam-screw mechanical press. Engineering for rural development, Vol. 16, p. 36-41, 2017
- 46 Vladimir Solonenko, Narzankul Mahmetova, Janat Musayev, Mikhail Kvashnin, Azamat Alpeisov, Algazy Zhauyt. Some aspects of the experimental assessment of dynamic behavior of the railway track. *Journal of theoretical and applied mechanics*, Vol. 55, № 2, p. 421-432, 2017
- 47 Шаратбеков Т. Т., Қосболов С. Б., Жауыт Ә. Екі цилиндрлі төрт тактылы іштей жану қозғалтқышы (ІЖҚ) механизмінің динамикалық анализі. Тезисы трудов. Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие горно-металлургического комплекса» (18-19 мая 2017 г.) Алматы. Б. 122-125, 2017
- 48 Жауыт Ә, Шаратбеков Т. Т. Баспақ автоматтың динамикалық анализі. ҚазҰТУ хабаршысы, №3(121), Б. 237-242, 2017
- 49 Algazy Zhauyt, Sagadat Mederbekkyzy, Yerzhan Akimbek, Nauruzbek Narzulloyev, Kemel Boribekov. Study of the stress-strain state of the shaking conveyor mechanism. *IOSR Journal of Engineering*, Vol. 6, Issue 10, p. 53-60, 2016
- 50 Janat Musayev, Algazy Zhauyt, Yerlan Kassenov, Nurshat Abdish, Oken Akhmet. Characterization of tribological behavior of high performance rail steel. *Vibroengineering PROCEDIA*, Vol. 7, p. 118-123, 2016
- 51 Algazy Zhauyt, Gulnar Mamatova, Kuanysh Alipov, Aizhan Sakenova, Raushan Abdirova. The kinematic analysis of flat lever mechanisms with application of vector calculation. *Vibroengineering PROCEDIA*, Vol. 8, p. 1-5, 2016

## Отчет подоби



Университет:	Satbayev University
Название:	Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің қозғалыс динамикасын зерттеу
Автор:	Шаратбеков Танат Төлеуұлы
Координатор:	Багила Байтимбетова
Дата отчета:	2019-05-31 08:16:58
Коэффициент подоби № 1: ?	<b>22,3%</b>
Коэффициент подоби № 2: ?	<b>18,5%</b>
Длина фразы для коэффициента подоби № 2: ?	<b>25</b>
Количество слов:	13 733
Число знаков:	107 239
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок: ?	99



К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.

**Количество выделенных слов 217**

>>

**Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные**

[>>](#) **Документы,содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных**

---

[>>](#) **Документы,содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных**

---

[>>](#) **Документы,содержащие подобные фрагменты: Из интернета**

---

## Детали отчета подобия

---

Фрагменты, найденные в документах базы данных отмечены **красным цветом**.

Фрагменты, найденные в интернете отмечены в **зеленый** .

Фрагменты, найденные в базе данных Юридических актов отмечены синим фоном .

---

## КІРІСПЕ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Ауыр және жеңіл, химиялық агрессивті жүктерді, полиграфиялық және азық-түлік өнімдерін, тасымалдау кезінде толық қауіпсіздігін **сақтай отырып жүктемелеу үшін қолданылатын, сонымен қатар эмульсияға, майға және ыстық топыраққа батырылған метал жоңқаларын тасымалдау үшін құйма формаларынан соғылған ұсақ құймалар мен құйма шихталары т.б. әртүрлі өнеркәсіп салаларында конвейерлер кеңінен қолданыс тапқан.**

Конвейер таспаның **қозғалыс режимінің және жүктің қозғалыс сипаттамасына қарай инерциялы** таспада жүк айналымы және тұрақты) болады. Жүк күш инерциясының әсерінен таспада сырғанапды. Тербеліс әсерінен жүк таспадан көтеріледі және микросекірістермен таспа **бойында орын ауыстырады. Жүктеу мен тасымалдауға арналған осы тектес қондырғылардың маңызы зор. Өндіріс орындарында қолданылу ерекшеліктеріне қарай сұраныс күннен-күнге артуда, сондықтанда соңғы кездері конвейерлер кеңінен қолданылуда Диссертациялық жұмыс III класты иіктіректі конвейерді синтездеу бойынша динамикалық өлшемдерін нақтылауға арналған Жұмыстың өзектілігі. Қазіргі кездегі автоматтандырудың қарқынды дамуында машина мен механизмдерді тиімді күш берілісі бойынша жобалау зерттеуін автоматтандыру қажеттілігіне байланысты машина механикасында жаңа есептер пайда болуда. Бұл есептеу механикасының қазіргі таңдағы әдістерінің негізінде тиімді күш берілісі бойынша көпбуынды механизмдердің анализ және синтез есептерін кешенді шешу үшін заманауи математикалық әдістерді жасауды, сонымен қатар бұл есептерді шешуді автоматтандыру үшін заманауи программалық қамтамасыз етуді қажет етеді** Тиімді күш берілісі бойынша жазық иіктіректі механизмдердің синтез есептерін шешу үшін кез-келген жазық иіктіректі механизмдерді, сонымен қатар кіріс және шығыс буындарының қозғалыс заңдылықтары берілген көп буынды механизмдерді жобалау барысында пайда болатын төртбуынды бастапқы кинематикалық тізбектер мен олардың модификацияларының кинематикалық синтез есебін шешу қажет. Бастапқы кинематикалық тізбектер модификациялары арқылы конвейердің және жұмыс атқарушы буынның одан да күрделі қозғалыс заңдылығындағы механизмдерді синтездеуге болады.

Кіріс және шығыс буындарының қозғалыс заңдылықтары берілген механизмдерді, жоғарғы класты механизмдерді зерттеу және жобалау күрделі болып келеді, әрі көп еңбекті қажет етеді. Қолданылып жүрген механизмдердің тиімді күш берілісі критеріі бойынша синтез алгоритмдері мен программалары мұндай механизмдердің барлық зерттеу кезеңдерін қамтымайды.

Осыған байланысты иіктіректі механизмдерді оптималды күш берілісі критеріі бойынша синтез әдістері мен программаларын жасау өзекті мәселе болып табылады. Бұл ғылыми мәселені шешудің ғылыми-техникалық маңызы бар.

## Ғылыми жетекшінің пікірі

Магистрлік диссертация

Шаратбеков Танат Төлеуұлы  
6M072200 – Полиграфия

Тақырыбына: «Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің қозғалыс динамикасын зерттеу».

Диссертациялық жұмыста магистранттың алдына полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің жұмыс механизмінің негізгі элементтерін жобалау мәселесі, яғни қозғалыс динамикасын есептеу, құрылғының ауыр жағдайда қызмет ететін элементтерін беріктікке, қатаңдыққа күштердің статикалық және динамикалық түрде түсірілу жағдайларында есептеу, сонымен қатар алдын-ала берілген жұмыс істеу мерзімде сенімді қызмет атқаруын қамтамасыз ететіндей параметрлерін анықтау мақсаттары қойылған. Жұмысты орындау барысында магистрант магистр бағдарламасына сәйкес конструкциялық материалдарды таңдау, беріктікке, қатаңдыққа, орнықтылыққа есептеу тәсілдерін жеткілікті деңгейде қолдана алатындығын көрсетті. Сонымен қатар бұл құрылғылардың негізгі бөлшектері – конвейер рамасы, редуктор моторы, тасымалдағыш лента, жетекті – тартқыш барабан, жетексіз барабан, жоғары тасымалдағыш науасының роликтірегiшi, төменгі қайтарылымды роликтірегiштерi, дефлекторлы роликтер және т.б. – шамасы үлкен күштерге төтеп беріп, динамикалық тұрғыдан ауыр жағдайда жұмыс істейді. Сондықтан оларды жобалау кезінде пайда болатын күштердің шамасын шектеу, конструкциялық материалдарды таңдау мәселелеріне аса мұқият көңіл бөлуді қажет етеді. Осы тұрғыдан магистрант алдына қойылған мақсатты орындаған деп есептеймін. Конвейер механизмі конструкциясының ерекшеліктері талданып, сол негізде есептеу сұлбасы негізделген. Конвейердің бөлшектері табылған күштердің әсеріне беріктікке, қатаңдыққа және төзімділікке есептелген. MSC ADAMS Software программасымен динамикалық өлшемдерінің сандық мәндері алынған.

Кәсіби тұрғыдан диссертациялық жұмыс 6M072200 – «Полиграфия» мамандығы бойынша магистр дәрежесіне қойылатын талаптарға сай орындалды. Магистрантты жұмысты қорғауға жіберуге болады деп есептеймін.

Ғылыми жетекші

физ.-мат. ғыл. канд., қауым. профессор

Б. А. Байтимбетова

« 28 » 05 2019 ж.



## РЕЦЕНЗИЯ

Шаратбеков Танат Толеуұлының магистрлік диссертациясына.  
6M072200 – Полиграфия

тақырыбы: «Полиграфиялық өндірістерде қолданылатын конвейерлердің  
қозғалыс динамикасын зерттеу»

Орындалды:

- а) графикалық бөлімде \_\_\_\_\_ сурет  
б) түсіндірме жазба \_\_\_\_\_ 84 бетте

Жұмыстың тақырыбы «Полиграфия» мамандығының саласына сәйкес. Конвейерлердің пайдалану аясы үлкен болғандықтан олар әдетте өте көп мөлшерде жасалынады. Сонымен қатар бұл құрылғылардың негізгі бөлшектері – конвейер рамасы, редуктор моторы, тасымалдағыш лента, жетекті – тартқыш барабан, жетексіз барабан, жоғары тасымалдағыш науасының роликтірегіші, төменгі қайтарылымды роликтірегiштерi, дефлекторлы роликтер және т.б. – шамасы үлкен күштерге төтеп беріп, динамикалық тұрғыдан ауыр жағдайда жұмыс істейді. Сондықтан оларды жобалау кезінде пайда болатын күштердің шамасын шектеу, конструкциялық материалдарды таңдау мәселелеріне аса мұқият көңіл бөлуді қажет етеді. Осы тұрғыдан магистрант алдына қойылған мақсатты орындаған деп есептеймін. Конвейер механизмі конструкциясының ерекшеліктері талданып, сол негізде есептеу сұлбасы негізделген. Конвейердің бөлшектері табылған күштердің әсеріне беріктікке, қатаңдыққа және төзімділікке есептелген. MSC ADAMS Software программасымен динамикалық өлшемдерінің сандық мәндері алынған.

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Диссертациялық жұмыста айтарлықтай ескертулер жоқ.

### ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Магистрант Шаратбеков Т.Т. 6M072200 – Полиграфия мамандығы бойынша магистр академиялық дәрежесін алуға лайықты, ал магистрлік диссертация «өте жақсы» бағасына бағалана алады.

### Рецензент

«Д.В. Сокольский атындағы  
жанармай, катализ және  
электрохимия институты» АҚ  
аға ғылыми қызметкері, х.ғ.к.

  
\_\_\_\_\_ А.И.Джумекеева  
(қолы)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019ж.