

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

**Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы**

Умирзаков Н.М.

Ленталық конвейердің жетегін есептеу

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071200 – Машина жасау мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы




### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Ленталық ковейердің жетегін есептеу»

5В071200 – Машина жасау мамандығы бойынша

Орындаған

Умирзаков Н.М.

Ғылыми жетекші  
техн.-ғыл. к-ты, доцент  
 Е.Т. Бекенов  
«08» 05 2019ж

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Онеркәсіптік инженерия институты

Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы

5В071200 – «Машина жасау»



Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Умирзаков Нурсұлтан

Тақырыбы: Ленталық конвейердің жетегін есептеу

Университет ректорының «06» қараша 2018 ж. № 1252-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «13» мамыр 2019 жылы

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: \_\_\_\_\_

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Кіріспе. Дипломдық жұмысқа бастапқы шолу ;

б) Негізгі бөлім ;

в) Редуктор және белгіленген параметрлердің теориялық есебі;

г) Бұрамдық білікті Компас-3D бағдарламасының АРМ FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу;

д) Жұмыс қорытындысы;

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсетумен):


Жұмыс презентациясы \_\_\_\_\_ слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 8 атаулардан

Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Дипломдық жұмысқа бастапқы шолу	11.02.2019	
Негізгі бөлім	25.02.2019	
Редуктор және белгіленген параметрлердің теориялық есебі	13.03.2019	
Бұрамдық білікті Компас-3D бағдарламасының АРМ FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу	08.04.2019	

Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылаушы	Е.Т. Бекенов техн. ғыл. канд., ассоц.проф.	08.05.2019	

Ғылыми жетекші

  
қолы

Е.Т. Бекенов

*Аты-жөні*

Білім алушы тапсырманы орындауға алды \_\_\_\_\_

қолы

Н.М. Умирзаков

*Аты-жөні*

Күні

“ 8 ” мамыр 2019 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «Ленталық конвейердің жетегін есептеу».

Жұмыстың кіріспесінде конвейердің жалпы маңыздылығы, қандай мақсатта қолданатында және олардың жұмыс жасау принципі айтылады.

Негізгі бөлім кіріспеде айтылған деректерді толықтай ашады. Оның ішінде конвейер құрылғысы, яғни қандай бөліктен тұратынында, олардың қозғалыс механизмі жайлы ақпарат, конвейер түрлері және қолдану саласы.

Ленталық конвейердің жұмыс істеу принципі жоғары көрсеткіш беретіндіктен бірсатылы бұрама редуктордың теориялық есебі шығарылды.

Бұрамдық редуктордың көп жұмыс атқаратын бөлігі бұрама білік болғандықтан, Компас 3D бағдарламасында 3d моделін сызып, APM FEM арқылы беріктікке есептелді.

## АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: "Расчет привода ленточного конвейера".

В введении дипломной работы описывается общая значимость ленточного конвейера, для каких целей используется и принцип их работы.

Основная часть полностью раскрывает данные, изложенные во введении. В том числе устройство конвейера, из каких частей состоит конвейер, информация о кинематике их движения, типе конвейера и области применения.

В связи с использованием в приводе ленточного конвейера червячного редуктора, был произведен теоретический расчет и проектирование редуктора.

Так же проведены расчеты некоторых деталей червячного редуктора в программе Компас 3D. На этой программе вырисовывали 3D модель и рассчитаны на прочность через APM FEM.

## ABSTRACT

Thesis: "Calculation of the drive of the tape conveyor."

In the input of the work specifies the overall importance of the conveyor, for what purposes is used and the principle of their work.

The main part fully discloses the data set out in the introduction. Including the device of the conveyor, that is, in what part is information about the mechanism of their movement, the type of conveyor and the field of application.

Due to the fact that the principle of operation of the conveyor belt gives high performance, was made a theoretical calculation of the same type of gearbox.

Since most of the working part of the worm gear is a screw shaft, the Compass in the 3D program drew a 3D model and is designed for strength through APM FEM.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	6
1 Ленталық конвейердің конструкциялық ерекшеліктері	7
1.1 Ленталық конвейер құрылғылары	7
1.2 Ленталық конвейерлердің қозғалу жетегі	8
1.3 Ленталық конвейерлердің мақсаты және қолданылу саласы	10
1.4 Ленталық конвейерлердің жіктелуі	12
2 Бұрамдық редукторының теориялық есебі	14
2.1 Редуктор туралы мағлұмат	14
2.2 Жетектің кинематикалық есебі және электрқозғалтқышты таңдау	15
2.3 Бұрамдық (червяқты) берілісті беріктікке есептеу	16
2.4 Ашық шынжырлы берілісті есептеу	19
2.5 Біліктердің алдын - ала есептелінуі	22
2.6 Мойынтіректерді жұмыс істеу ұзақтығын тексеру	22
3 Бұрамдық білікті Компас-3D бағдарламасының АРМ FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу	26
3.1 Есептеу бойынша бастапқы мәлімет	26
3.2 Статикалық есептеудің нәтижелері	27
Қорытынды	30
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	31

## КІРІСПЕ

Ленталық конвейерлер жоғары өнімділіктің, алыс тасымалдау ұзындығының, жоғары сенімділіктің, конструкцияның және пайдаланудың қарапайымдылығының арқасында ең көп таралған үздіксіз көлік құралы болып табылады. Ленталық конвейерлер өнеркәсіптің және ауыл шаруашылығының барлық салаларында, пайдалы қазбалар, металлургия өндірісінде, қоймаларда, порттарда тиеу мен қайта тиеу құрылғыларының және технологиялық машиналардың элементтері ретінде үйінді және даналы жүктерді тасымалдау үшін кеңінен қолданылады. Бұл конвейерлер 6,3 м/с-ке дейін тасымалдау жылдамдығымен қондырғының ұзындығына қарамастан жоғары өнімділікті (30000 т/сағ дейін) қамтамасыз етеді.

Ленталық конвейерлердің артықшылығы жоғары, іс жүзінде кез келген талап етілетін өнімділік, конструкцияның қарапайымдылығы, лентаның үлкен жылдамдығы, қозғалудың күрделі трассалары, трассаның үлкен ұзындығы, жоғары сенімділігі болып табылады.

Темір жол және автомобиль көлігінен айырмашылығы конвейерлерді трассаның үлкен көлбеу бұрышында (18...20° дейін) пайдалануға болады. Бұл ретте жолды жөндеу бойынша кететін шығындар айтарлықтай азаяды, сондықтан конвейерлік көлікті өте үлкен жүк ағындарында қолданған тиімді. Конвейерлік көлікті тасымалдау кезінде еңбек өнімділігінің айтарлықтай өсуіне әкеледі, себебі көліктің бұл түрі оңай автоматтандырылады. Статистика бойынша темір жол және автомобиль көлігімен салыстырғанда конвейерлік көлік аса қауіпсіз.

Ленталық конвейерлердің кемшіліктеріне жоспардағы трассаның қатаң тік сызықты талаптарын, лента мен роликтердің жоғары құнын, трассаның еңіс бұрышы 18–20° кезінде орнын ауыстыруды шектеуді, шаң тәріздес, ыстық және ауыр дара жүктерді тасымалдау кезінде шектеулі пайдалануды, бүкіл конвейерлік қондырғы құнының жартысына дейін үлесіне келетін конвейерлік таспаның қызмет ету мерзімін жатқызған жөн. Ленталық конвейер тасымалданатын жүктің сипатына сезімтал болады. Қарапайым ленталық конвейерлермен 300...400 мм дейін жүктерді тасымалдауға болады. Жабысқақ, қатты ылғалданған жүктерді тасымалдау, түсіргеннен кейін лентаны тазалау кезінде туындайтын қиындықтарға байланысты болып табылады [1].

# 1 Ленталық конвейердің конструкциялық ерекшеліктері

## 1.1 Ленталық конвейер құрылғылары

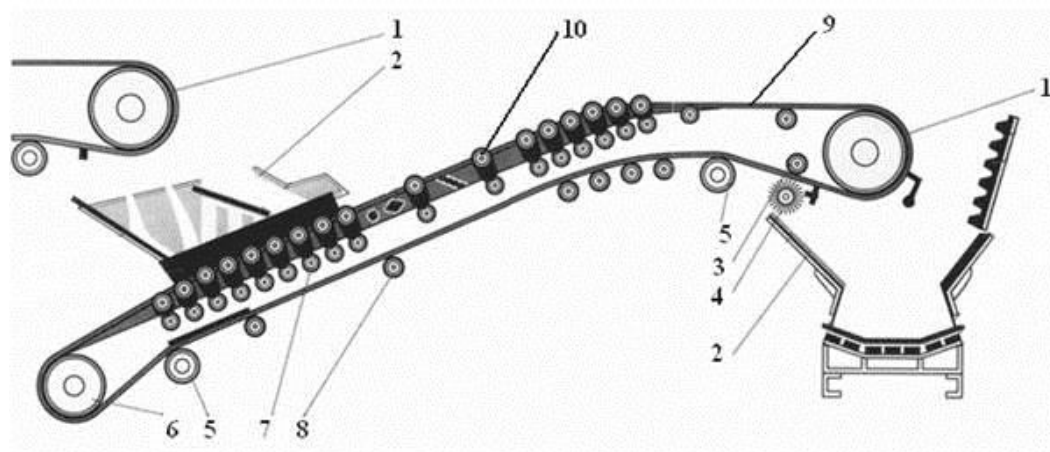
Ленталық конвейердің жүк тасушы және тартқыш элементі – тік тұйық иілгіш лента, бұл конвейердің ең қымбат және ең қысқа элементі.

Лентаның өлшемі тасымалданатын жүк пен қоршаған ортаның сипаттамасы, керілу беріктігі мен өнімділігі бойынша таңдалады.

Ленталық конвейерлердің негізгі элементі - тік резеңкеленген тұйық лента, ұштық барабандар жанасатын, олардың бірі, әдетте, жетекті, екіншісі – созылғыш болады (1.1 – сурет).

Лентаның жоғарғы бөлігінде жүк тасымалданады, ол жүк тасушы (жұмыс істейтін), ал төменгі тармақ бос (жұмыс істемейтін) болып табылады. Трассаның барлық бойында тегіс немесе науалы пішінді лента, жоғарғы және төменгі тармақтардағы роликті тірегіштермен ұсталады.

Конвейер үдемелі қозғалысын фрикциялық жетектен алады, лентаның бастапқы керілуі керме құрылғысымен қамтамасыз етіледі. Жүк лентаға бір немесе бірнеше тиеу құрылғылары арқылы түседі, түсіру шеткі барабаннан қабылдау бункеріне (шеткі) немесе барабанды түсіргіштерінің (аралық) көмегімен конвейер трассасының бойындағы кез келген пунктте жүргізіледі. Ленталық жүктің жабысқан бөлшектерінен тазарту – тазалау құрылғыларының көмегімен жүзеге асырылады.

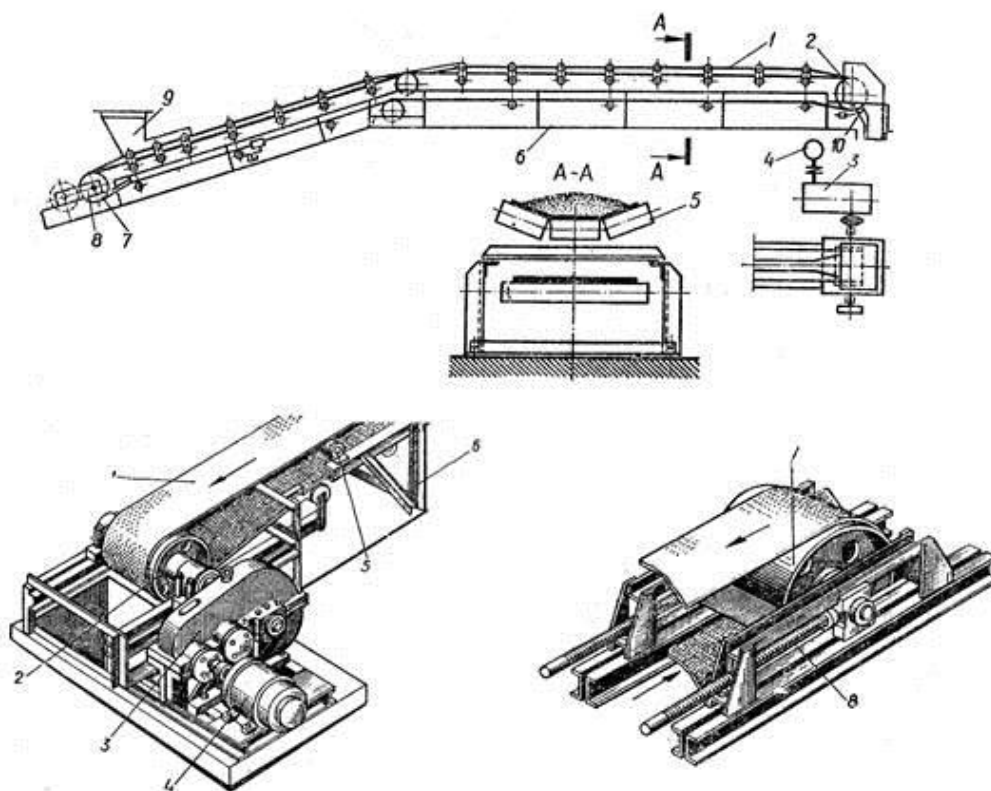


1.1 – сурет – Ленталық конвейердің схемасы: 1- жетекші барабаны, 2 - тиеу науасы, 3 - қысу ролигі, 4 - тазалау құрылғысы, 5 - ауытқыш барабаны, 6 - соңғы барабан, 7 - амортизациялайтын роликті тірегіштер, 8 - төменгі роликті тірегіштер, 9 - лента, 10 - жоғарғы роликті тірегіштер

Лентадағы жүктің тұрақты орналасуын қамтамасыз ету үшін конвейердің көлбеу бұрышы жүктің үйкеліс бұрышынан 10-15° аз болуы тиіс, өйткені қозғалыс кезінде лента роликті тіректерде сілкіленеді және жүк төмен қарай



сырғиды. Көлбеу учаскесі бар конвейерлерде міндетті түрде тежегіш орнатылады. Ленталық конвейердің жалпы көрінісін 1.2 – суреттен көруге болады.



1.2 – сурет – Ленталық конвейердің жалпы түрі: а - жинақтау схемасы, б - жетек станциясы, в - тарту станциясы; 1 - таспа, 2 - жетек, 3 - редуктор, 4 - қозғалтқыш, 5, 11 - роликті тіректер, 6 - конвейер рамасы, 7 - тарту барабаны, 8 - тарту құрылғысы, 9 - тиеу құрылғысы, 10 - тазалау құрылғысы

Лента жетек барабанының 2 айналуынан туындайтын үйкеліс күшімен қозғалысқа келтіріледі. Алдын ала тарту 8 тарту құрылғысы арқылы жасалады шеттік барабанда немесе лентаның бос бұтағында (тік тартқыш құрылғы) орнатылған [2].

## 1.2 Ленталық конвейерлердің қозғалу жетегі

Ленталық конвейерде лентаның қозғаушы күші жетекті лентаның жүк тасушы лентамен түйіскен кезде фрикциялық беріліс (үйкеліс) көмегімен беріледі.

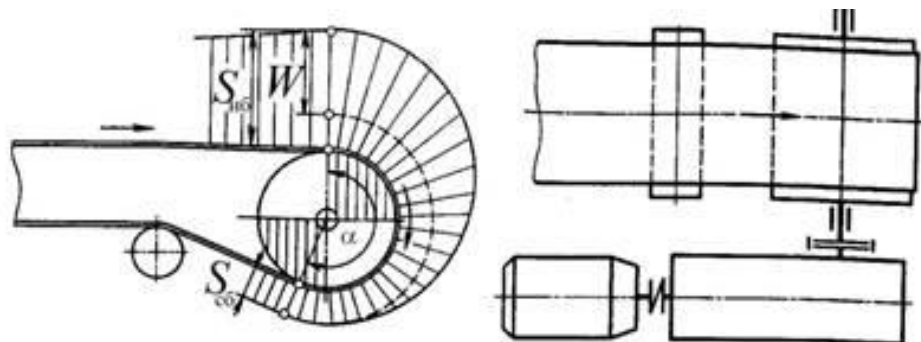
Конвейер жетегінің негізгі элементтері – бір немесе екі (кем дегенде үш) жетекті барабан және электр қозғалтқыштан, редуктордан, жалғастырушы муфталар мен тежегіштерден тұратын жетекті блоктар, айналма барабандар, іске қосу және реттеу аппаратурасы болып табылады.

Ленталық конвейердің жетектері мынандай болады:

- бір немесе екі қозғалтқышы бар бір барабан (1.3 – сурет)

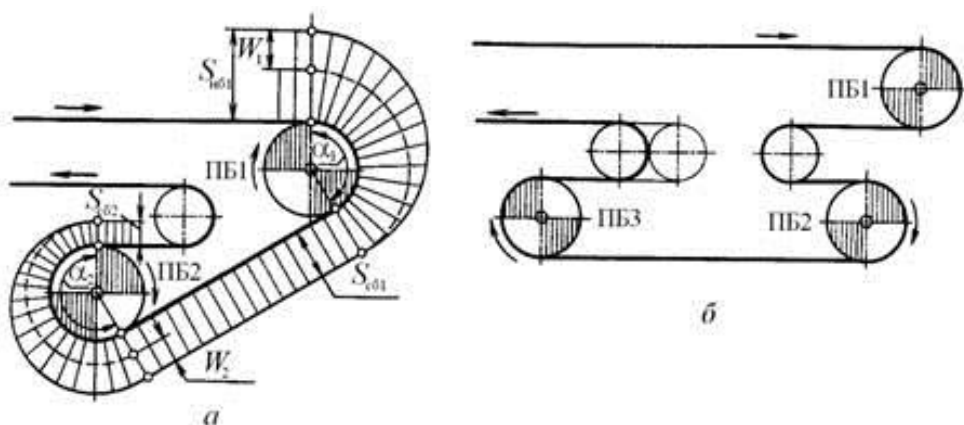
- жетек барабандарымен бір-біріне жақын орналасқан екі барабан және бөлек орналасқан конвейердің алдыңғы және артқы ұшындағы жетек барабандар (1.5 – сурет)

- барабандармен бір-біріне жақын орналасқан үш барабан (1.4б – сурет) немесе бөлек орналасқан конвейердің алдыңғы және артқы ұшында екі жетек барабандар

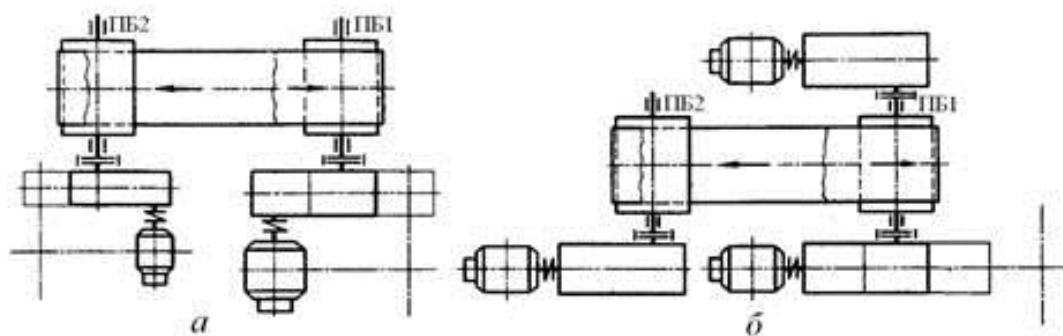


1.3 – сурет – Бір барабанды жетек схемасы

Ең сенімді және конструктивті қарапайым жетек бір барабанды жетек болып табылады. Бірбарабанды жетекті шағын қуатты (30-50 кВт дейін) барабанның ішіне орнатылған электр қозғалтқышы және редуктормен орындайды. Мұндай мотор-барабандар жылжымалы және тасымалды конвейерлер мен қоректендіргіштердің жетектерінде кеңінен қолданылады және олар шағын, салмағы аз болып келеді. Бір барабанды жетектің артықшылықтарына конструкцияның қарапайымдылығы, жоғары сенімділік, шағын габариттік өлшемдері, лентаның жеке майысуы жатады; кемшіліктері – жетек барабанының лентасымен қапталған шектелген бұрышы және лентаның беріктігін пайдаланудың төмен коэффициенті.



1.4 – сурет – Жетек барабандары бар жақын орналасқан конвейерлердің жетектері: а - екібарабанды, б – үшбарабанды



1.5 – Екі барабанды жетектің сызбасы: а - екі қозғалтқышты, б - үш қозғалтқышты

Жақын орналасқан жетек барабандары бар екі барабанды жетектер әртүрлі конструктивтік орындалуы бар, олардың ең көп тараған түрі жеке жетекші механизмдері бар екі барабанды жетек болып табылады. Бұл жағдайда барабандар бір-бірімен тек конвейерлік лентамен (қосымша кинематикалық байланыссыз) байланысты. Екібарабанды жетекте жетек барабанының лентасымен қаптау бұрышы  $400^\circ$ -қа дейін артады, бұл беріктігі аз лентаны пайдалануға мүмкіндік береді және оның негізгі артықшылығы болып табылады. Екі барабанды жетектің бір барабанға қарағанда үлкен габариттері бар, аса күрделі конструкцияға және аз сенімділікке, лентаның бірнеше мәрте майысуы оның ұзақ уақытқа төзімділігін төмендетеді – бұл оның негізгі кемшіліктері. Үш барабанды жетектер ұзындығы үлкен конвейерлерде қолданылады [3].

### 1.3 Ленталық конвейерлердің мақсаты және қолданылу саласы

Ленталық конвейер – көлденең және көлбеу бағыттарда үйінді және даналы жүктерді тиеу мен түсіруге үздіксіз ағынмен жылжытуға арналған тасымалдаушы машина. Мұндай конвейердің тартқыш (бір мезгілде жүк тасушы) органы ретінде шеткі барабандардың айналасындағы сақиналы лента болып табылады. Ленталық конвейерлер – конвейер көлігінің ішіндегі ең көп таралған түрі. Барлық конвейерлік қондырғылардың паркінен шамамен 90% - ын осы конвейерлер құрайды. Жоғары өнімділік (30 000 т/сағ дейін), үлкен тасымалдау ұзындығы (бір конвейерде 3...4 км дейін), конструкцияның қарапайымдылығы, пайдалану және жоғары сенімділік арқасында ленталық конвейерлер мына салаларда қолданылады:

- кенсіз құрылыс материалдары өндірісінде – карьерлерден цемент зауыттарына дейін әктасты, қиыршық тас пен қиыршық тас карьерлерден қиыршық тас пен байыту фабрикаларына дейін, құм карьерлерден жүк айлақтарына дейін және т. б. тасымалдау

- металлургиялық кәсіпорындарда – кенді, концентратты және әктасты вагон аударғыштардан шикі материалдар қоймасында және қоймалардан аглофабрикаға жеткізу, агломерат – аглофабрикадан домна және болат құю

цехтарының бункеріне, көмір – вагон аударғыштардан көмір қоймасына және көмір қайта өңдеуге, көмір қоймасынан және көмір қайта өңдеуге кокс батареяларына, кокс батареяларынан домна цехының бункеріне, көмірді – қоймадан немесе көмір шайғыштан ЖЭО – ға дейін жеткізу

– машина жасау кәсіпорындарында – машиналардың тораптары мен бөлшектерін, дайындамаларды тасымалдау

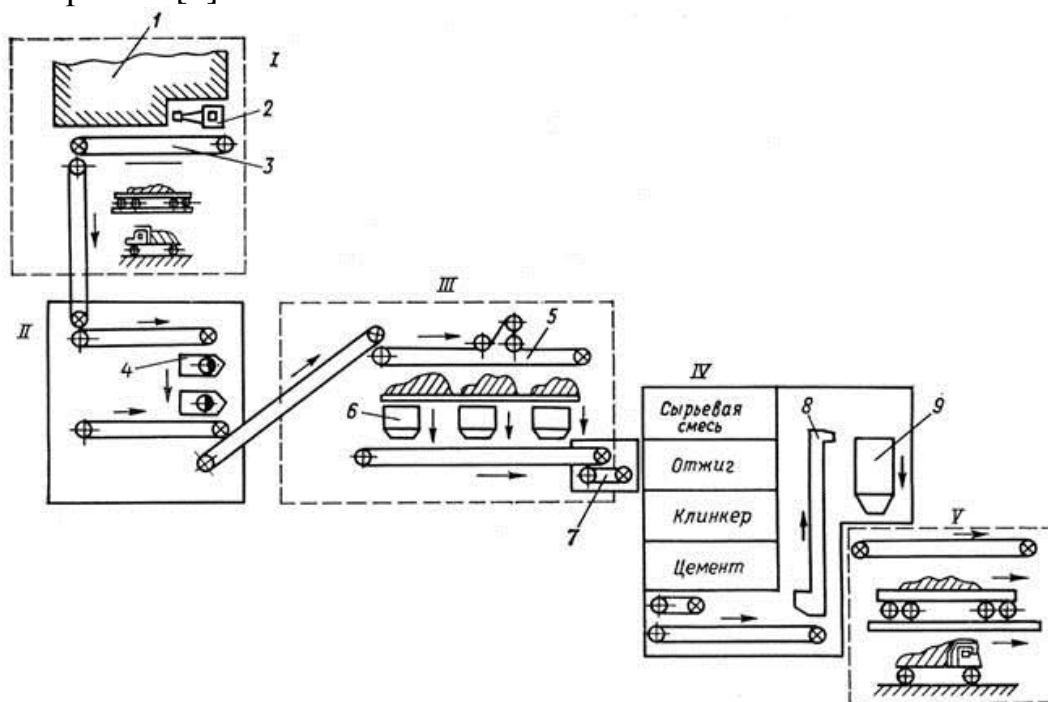
– жылу электр станцияларында – отынды қабылдау құрылғыларынан және вагон аударғыштардан қоймаларға және қоймалардан диірмен бункерлеріне немесе қазандық агрегаттарына тасымалдау

– гидроэнергия құрылысында – қиыршық тас, құм, балшық, тас – тастық бөгеттер мен бөгеттер салу орындарына дейін тасымалдау

– химия өнеркәсібінде

– Ашық тау-кен қазбаларында

Ленталық конвейерлерді қолдану өнеркәсіптің көптеген салаларында технологиялық өндірістерді көлік тізбектерінің негізіне алынған. Мәселен, 1.6 – суретте бес технологиялық буыннан тұратын және шикізатты өндіру мен жеткізуді, оны байыту мен қоймалауды, технологиялық өндірісті және өнімді тиеуді қамтитын цемент өндірісінің көліктік технологиялық құрылымының схемасы келтірілген [4].

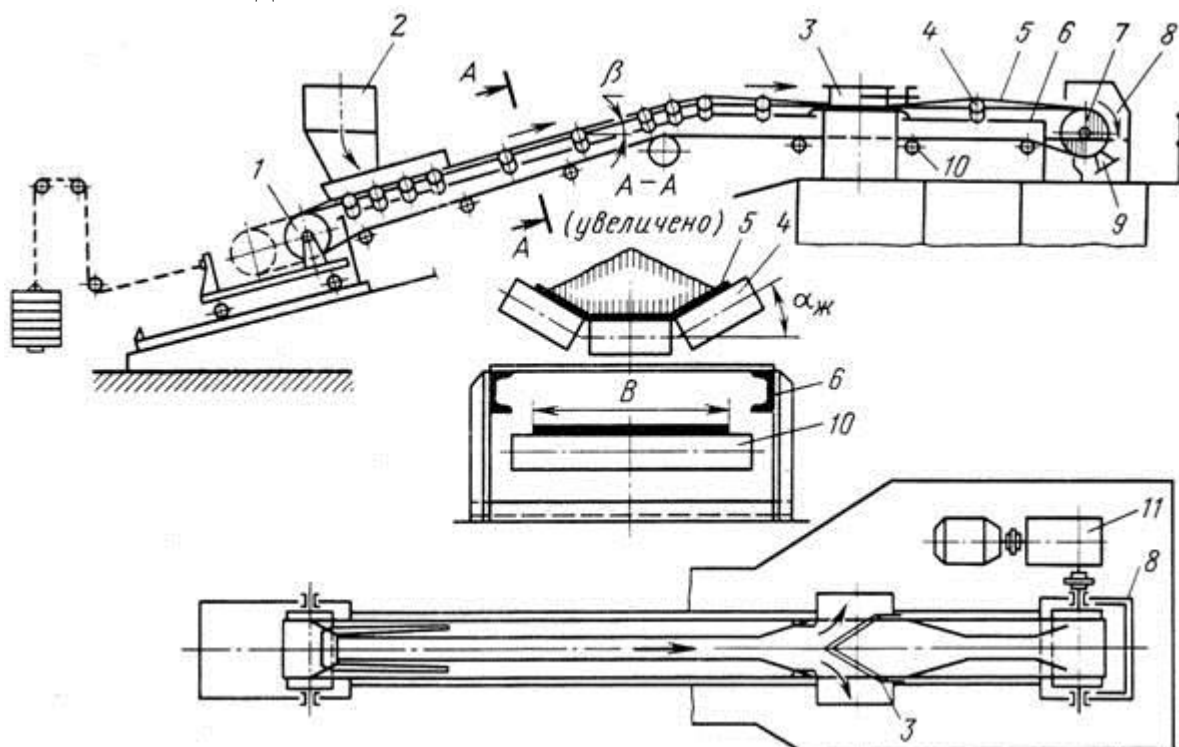


1.6 – сурет – Цемент өндірісінде конвейерлерді қолданудың технологиялық сызбасы: I - әктас өндіру және жеткізу, II - байыту (ұсақтау, сұрыптау, ұнтақтау), III - қоймалау, IV - цемент алуға арналған технологиялық жабдық үшкісі, V - тиеу; 1 - забой, 2 - өндіру машинасы, 3 - таспалы конвейер, 4 - ұсақтау-сұрыптау жабдығы, 5 - қоймадағы тарату конвейері, 6 - бункер, 7 - қоректендіргіш, 8 - элеватор, 9 - сүрлемді бункер

## 1.4 Ленталық конвейерлердің жіктелуі

Ленталық конвейерлерді шартты түрде үш топқа бөлуге болады: негізінен зауытшілік көлік ретінде қолданылатын жалпы мақсаттағы, салыстырмалы алыс қашықтықтағы сыртқы тасымалдарда жүкті (көмір, кен, кен емес қазбалар) тасымалдау үшін пайдаланылатын үлкен қуатты, жерасты және ашық тау-кен жұмыстарына арналған конвейерлерді.

Жергілікті жерде орналасуы бойынша ленталы конвейерлер стационарлы (1.7 – сурет) және жылжымалы (1.8 – сурет), жылжымалы және тасымалданатын, ауысымды (ашық әзірлемелер үшін), су үсті, понтондарда жүзетін болып бөлінеді.

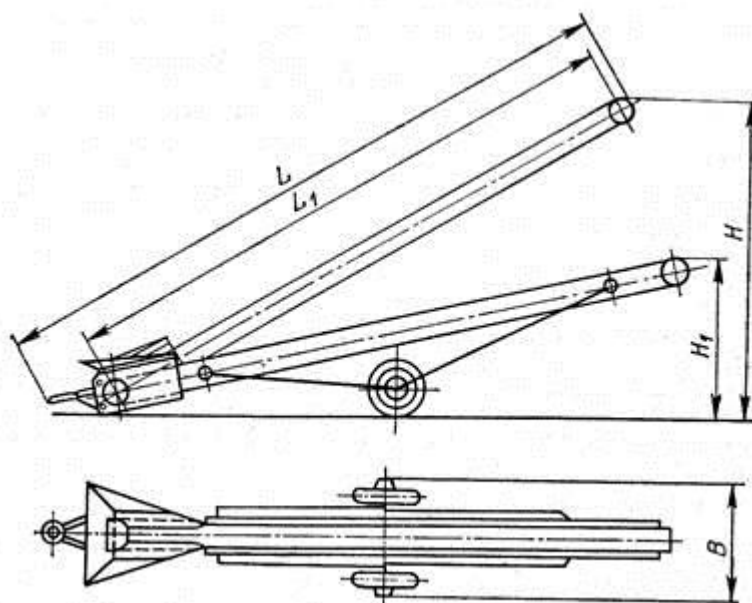


1.7 – сурет – Жалпы мақсаттағы стационарлық таспалы конвейердің схемасы: 1 - тарту құрылғысы, 2 - тиеу құрылғысы, 3 - аралық жүк түсіру құрылғысы, 4 - жоғарғы (жұмысшы) роликті тіреуіштер, 5 - лента, 6 - конвейер рамасы, 7 - жетек барабаны, 8 - соңғы түсіру құрылғысы, 9 - тазарту құрылғысы, 10 - төменгі (жеке) роликті тіреуіштер, 11 - жетек құрылғысы

Лента түрі бойынша ленталық конвейерлер: резеңкеленген лента, тұтас иленген болат лента, сым лента. Ең көп тараған конвейерлер резеңкеленген лентамен. Әдетте ГОСТ 20-85\* бойынша резеңке маталы лентаны қолданады.

Ашық жұмыстарға арналған ленталық конвейерлер күрделі тау-кен және климаттық жағдайларда ірілігі 400 мм дейінгі аршу жыныстары мен қазбаларды тасымалдауға арналған. Біріздендірілген орындауда жетек станциясы аралық тиеу құрылғысын орнату үшін бейімделген, лентаның бос тармағын қолдау үшін оның орталықтандырылуын және тазартылуын жақсартатын аспалы

гирляндты ролик тіреуіштерді қолданады, жетектерді оң және сол, бір және екі жетекті орындаумен жинақтау мүмкіндігі қамтамасыз етіледі.



1.8 – сурет – Жалпы мақсаттағы жылжымалы конвейердің схемасы

Негізгі тораптардан басқа, ленталық конвейерлерде оларды берілген режимде пайдалануды қамтамасыз ететін және барлық механизмдердің қалыпты және сенімді жұмыс істеуі үшін жағдай жасайтын қосалқы жабдықтары болады. Мұндай жабдыққа тиеу, орталықтандыру және тазалау құрылғылары, ленталардың бүтіндігін, үзілуін, шашылуын және шаңды басуды жинауға арналған құрылғылар, автоматты басқару және сигнал беру аппаратурасы жатады. Трассаның профилі бойынша ленталық конвейерлер көлденең, көлбеу және аралас, яғни бір немесе екі, қисық және күрделі трассамен көлденең-көлбеу болып бөлінеді.

Жүктің бағыты бойынша конвейерлер жоғары қаратылған және төмен қаратылған болып бөлінеді.

Тартқыш органның типі бойынша мата, болат және сым ленталары бар конвейерлер, сондай-ақ арқан-таспалы және таспалы-тізбекті ажыратады.

Трассаның көлбеу бұрышында конвейерлер жартылай көлбеу, тік көлбеу ( $22^\circ$  астам) және тік болып бөлінеді [5].

## 2 Бұрамдық редукторының теориялық есебі

### 2.1 Редуктор туралы мәлімет

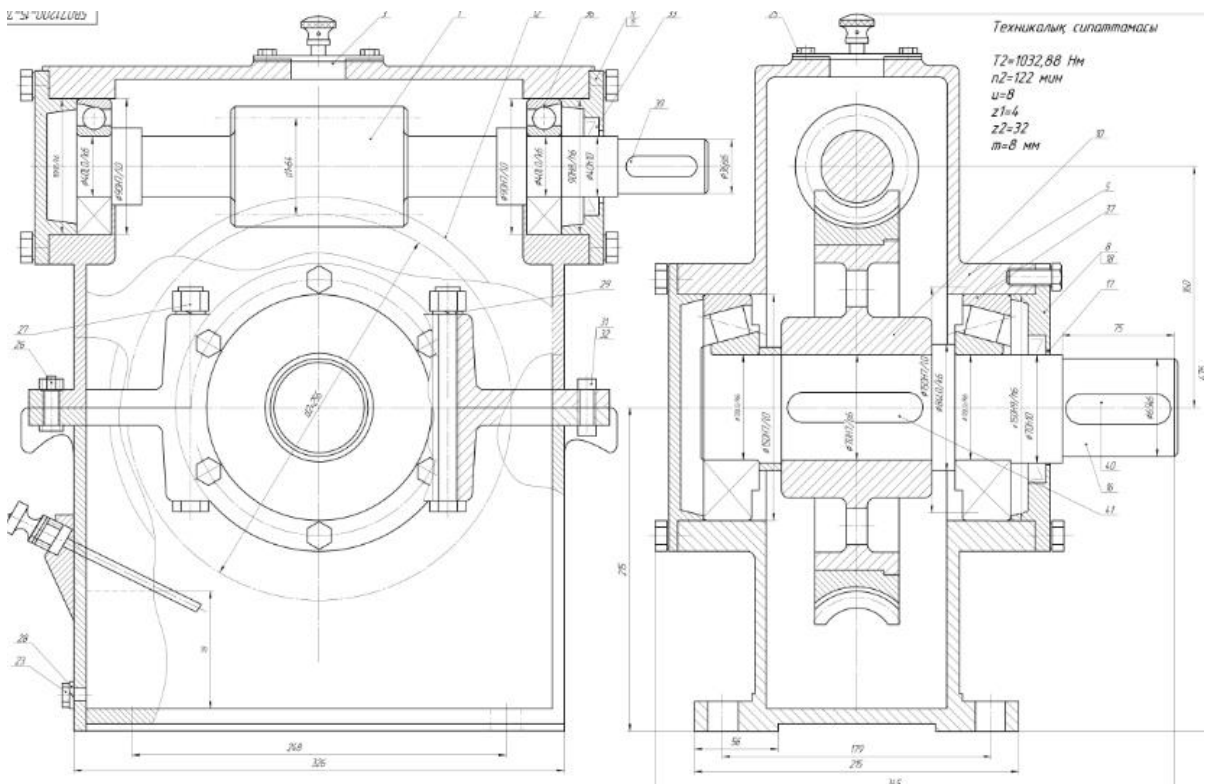
Бұрамдық редуктор автомобиль өндіру саласында ғана емес, басқа да салада маңызды бөлік болып саналады. Бұл беріліс айналымның санын азайтуды және айналу моментің күшейтуді қажет ететін барлық жерде маңызды бөлік болып саналады. Мұндай механизм қақпаларды, көтергіштерді, металдарды, ағашты және басқа да ұқсас құрылғыларды өндеуге арналған станоктарды және тасымалдау конвейерлерді жетектеу үшін қолданылады.

Бұл механизм шаңмен және басқа да қоқыспен бітеліп қалмауы үшін, жетектің осындай механизмі корпусқа тығылады және бұл механизмнің қызмет ету мерзімін айтарлықтай ұзартады. Бұрамдық редуктор – механизмнің пайдалы әсер коэффициенті өте жоғары болғандықтан жиі қолданылады. Мұндай механизм кішкентай және үлкен өлшемді болуы мүмкін.

Бұрамдық редукторларының артықшылықтары бірқалыпты қозғалысы, өзінің тоқтауы, шудың аздығы.

Кемшіліктерден салыстырмалы төмен пәк-ге, жоғары тозуға, тұнбауға, үйкеліс күшінің салдарынан үлкен жылу бөлуге назар аудару керек. Төмен пәк осындай тетіктерді салыстырмалы түрде аз қуаттарды 100 кВт-қа дейін беру кезінде қолдануды негіздейді.

Ленталық конвейердің редукторы ретінде бұрамдық редукторын таңдады және 2.1 – суретте бұрамдық редукторының сызбасы көрсетілген.



2.1 – сурет – Бұрамдық редукторының сызбасы

## 2.2 Жетектің кинематикалық есебі және электрқозғалтқышты таңдау

Жетектің жалпы пайдалы әсер коэффициенті (п.ә.к.):

$$\eta_{\text{ж}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3^2 \cdot \eta_4 = 0,81 \cdot 0,91 \cdot (0,990)^2 \cdot 0,98 = 0,71$$

мұнда,  $\eta_1 = 0.81$  – бұрамдық жабық тісті дөңгелектердің п.ә.к.

$\eta_2 = 0.91$  - жабық шынжырлы берілістің п.ә.к.

$\eta_3 = 0.990$  - бір жұп домалау мойынтіректердің (подшипниктердің)

п.ә.к.

$\eta_4 = 0,98$  - муфтаның п.ә.к.

Жетектің шығу білігіндегі қуаты:  $P_3 = 12,0$ кВт

Электрқозғалтқыштың есепті қуаты:

$$P_{\text{эке}} = \frac{P_3}{\eta_{\text{ж}}} = \frac{12,0}{0,71} = 16,9 \text{ кВт}$$

Жетектің шығу білігінің айналу жиілігі, егер  $\omega_3$  берілген жағдайда:

$$n_3 = \frac{30\omega_3}{\pi} = \frac{30 \cdot 16\pi}{\pi} = 48 \text{ мин}^{-1}$$

Жетектің алдын ала беріліс қатынасы:  $i'_{\text{ж}} = i'_p \cdot i'_a = 8 \cdot 3,15 = 25,2$

мұндағы,  $i'_p = 8$  - тісті бұрамдық берілістің беріліс қатынасының ұсынылған орташа шамасы;

$i'_a = 3,15$  - ашық шынжырлы берілістің беріліс қатынасының ұсынылған орташа шамасы

Электрқозғалтқыштың есепті айналу жиілігі:

$$n_{\text{эке}} = n_{\text{ш}} \cdot i'_{\text{ж}} = 48 \cdot 24 = 1152 \text{ мин}^{-1}$$

Электрқозғалтқыштың номиналь айналу жиілігі:

$$n_{\text{эқн}} = n_{\text{эқс}} \left(1 - \frac{s}{100}\right) = 1000 \cdot \left(1 - \frac{2,7}{100}\right) = 973 \text{ мин}^{-1}$$

мұндағы  $s = 2,7$  –сырғанау коэффициенті

Жетектің жалпы беріліс қатынасы:

$$i_{\text{ж}} = \frac{n_{\text{эқн}}}{n_{\text{ш}}} = \frac{973}{48} = 20,27$$

Жетекте берілістер тізбектеліп қосылғандықтан, жетектің жалпы беріліс қатынасы әрбір берілістердің беріліс қатынастарының көбейтіндісіне тең, яғни:

$$i_{\text{ж}} = i_p \cdot i_a$$

мұнда  $i_p = 8$  - тісті бұрамдық берілістің (редуктордың) беріліс қатынасы.

Барлық берілістерде беріліс қатынасы  $i$  әріпімен белгіленеді, тек тісті және бұрамдық берілістердің есептеулерінде беріліс қатынасының таңбасын есепке алмау үшін *беріліс санынан*  $u$  пайдаланылады, дербес жағдайда  $u_p > 1$  Сондықтан бір сатылы редукторлар үшін  $i_p = u_p$ .



Ашық берілістің қатынасы мына формуламен анықталады:  $i_a = \frac{i_{ж}}{i_p} = \frac{20,27}{8} =$

2,53

мұнда,  $i_p = u_p$  редуктордың стандарт беріліс қатынасы.

Егер жетек бұрамдық (червякты) және шынжырлы берілістен құрылған жағдайда:

біліктерінің айналу жиілігі:

бұрыштық жылдамдықтары:

$$n_1 = n_{\text{ЭКН}} = 973 \text{ мин}^{-1}$$

$$\omega_1 = \omega_{\text{ЭКН}} = 101,84 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_6} = \frac{973}{8} = 122 \text{ мин}^{-1}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_6} = \frac{101,84}{8} = 12,73 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_a} = \frac{122}{2,53} = 48 \text{ мин}^{-1}$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{i_a} = \frac{12,73}{2,53} = 5,03 \text{ мин}^{-1}$$

Электроқозғалтғыш білігіндегі айналдырушы момент:

$$T_{\text{ЭК}} = \frac{P_{\text{ЭК}}}{\omega_{\text{ЭК}}} = \frac{16,9}{101,84} = 165,95 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

мұнда  $P_{\text{ЭК}}$  – электроқозғалтқыш білігіндегі қуат, Вт

$\omega_{\text{ЭК}}$  – электроқозғалтқыш білігінің айналу жылдамдығы, рад/с

Айналдырушы моменттің өлшем бірлігі Н·м шығады, оны Н·мм ауыстырамыз [6]. Егер жетек бұрамдық беріліс және шынжырлы немесе ашық тісті берілістен құрылған болса, онда редуктордың кіру білігіндегі айналдырушы момент:  $T_1 = T_{\text{ЭК}} \eta_4 = 165,95 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$

Редуктордың шығу білігіндегі айналдырушы момент:

$$T_2 = T_1 u_p \eta_1 \eta_3^2 = 1032,88 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Шынжырлы берілістің жетекші жұлдызша білігіндегі айналдырушы момент:  $T_3 = T_2 i_{\text{ш(а.б.)}} \eta_2 = 2377,97 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$

### 2.3 Бұрамдық (червякты) берілісті беріктікке есептеу

Өсаралық ара қашықтықтың алдын ала мәні:

$$a'_w = 0,625 \left( \frac{q}{z_2} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{E_{\text{кел}} T_2}{\sigma_{\text{НР}}^2 (q/z_2)}} = 0,625 \left( \frac{8}{32} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{1,26 \cdot 10^5 \cdot 1032,88 \cdot 10^3}{(50 \cdot 10^3)^2 (8/32)}} = 160 \text{ мм}$$

мұндағы  $E_{\text{кел}}$  – келтірілген сепімділік модуль

$$E_{\text{кел}} = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2} = \frac{2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,9 \cdot 10^5}{2,1 \cdot 10^5 + 0,9 \cdot 10^5} = 1,26 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

мұндағы  $E_1$  - червяк материалының серпімділік модулі. Червяктың материалы болат болғандықтан  $E_1 = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ;

$E_2$  - червяк доңғалақ тісі тәжісінің материалының серпімділік модулі. Қола және шойын материалдар үшін  $E_2 = 0,9 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

$T_2$  – тісті доңғалақ білігіндегі айналдырушы момент, Нмм

$[\sigma_H]$  - мүмкіндік контакт кернеу, МПа

$q$  – бұрамдықтың салыстырмалы қалыңдығы коэффициенті.

$z_2$ —бұрамдық доңғалағының тістер саны. Червяк доңғалағының тістер саны червяктың кірім санына тәуелді. Ал червяктың кірім саны беріліс қатынасына тәуелділігінен алынады. Беріліс қатынасы  $u = z_2/z_1$ . Осыдан бұрамдық доңғалағының тістер саны  $z_2 = uz_1 = 8 \cdot 4 = 32$

Бұрамдық диаметрі коэффициентін таңдау үшін 2.2- кестенің мәліметтерінен пайдалануға болады, онда  $q$  модуль шамасымен  $m$  байланысы келтірілген.

$$\text{Өстік модульдің алдын ала мәні: } m' = \frac{2a'_w}{q+z_2} = \frac{2 \cdot 160}{8+32} = 8 \text{ мм}$$

Өсаралық ара қашықтықтың нақты мәні:

$$a_{wh} = 0,5m(q + z_2) = 0,5 \cdot 8 (8 + 32) = 160 \text{ мм}$$

мұнда  $m$  – өстік модульдің стандарт қатардан алынған мәні.

Бұрамдық және бұрамдық доңғалақтың бөлгіш шеңбер диаметрі, (мм):

$$d_1 = mq = 8 \cdot 8 = 64 \text{ мм}$$

$$d_2 = mz_2 = 8 \cdot 32 = 256 \text{ мм} .$$

Бұрамдықтың шеңберлік жылдамдығы, м/с

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{10^3 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 64 \cdot 973}{10^3 \cdot 60} = 3,25 \text{ м/с}$$

мұндағы,  $d_1 = 64$  мм - бұрамдықтың бөлгіш шеңбері диаметрі

$$n_1 = 973 \text{ мин}^{-1} - \text{бұрамдықтың айналу жиілігі.}$$

Бұрамдықтың бөлгіш көтерілу бұрышы, оның кірім саны және салыстырмалы қалыңдығы коэффициенті  $q$  тәуелділігінен мына өрнекпен есептелінеді:  $\gamma^\circ = \arctan \frac{z_1}{q} = \arctan 0,5 = 26^\circ 34'$

Фактылы сырғанау жылдамдығы, м/с

$$v_{s\phi} = \frac{v_1}{\cos \gamma} = \frac{3,25}{\cos 26^\circ 34'} = 3,61 \text{ м/с}$$

мұндағы  $\gamma$ - бұрамдық винт сызығының көтерілу бұрышы, град.

Бұрамдық доңғалақтың шеңберлік жылдамдығы, м/с

$$v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{10^3 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 256 \cdot 122}{10^3 \cdot 60} = 1,63 \text{ м/с}$$

мұндағы,  $d_2 = 256$  мм - бұрамдық доңғалағының бөлгіш шеңбері диаметрі

$$n_2 = 48 \text{ мин}^{-1} - \text{бұрамдық доңғалақ білігінің айналу жиілігі.}$$

Жүктеменің есепті коэффициенттері контакт кернеуді есептеуде:

$$K_H = K_F = K_\beta K_v = 1 \cdot 1,1 = 1,1$$

мұндағы,  $K_\beta$  – жүктеменің шоғырлану коэффициенті. Мына формула бойынша анықталады.

$$K_\beta = 1 + \left( \frac{z_2}{\theta} \right)^3 (1 - X) = 1 + \left( \frac{32}{47} \right)^3 \cdot (1 - 1,1) = 1$$

мұндағы,  $\theta$  - червяк деформациясы коэффициенті  $X$ - берілістің жүктеме режимі коэффициенті (0- тұрақты; 1 – ауыр; 2- орта тең ықтималды; 3 – орта нормальды, 4 – жеңіл; 5 – ерекше жеңіл);

$K_v$  - динамикалық жүктеме коэффициенті,  $v_s \leq 3$  м/с болғанда  $K_v \approx 1$  деп қабылданады,  $v_s > 3$  м/с болғанда  $K_v \approx 1,1 \div 1,3$  деп қабылданады;

Контакт кернеуді мына формуламен табады, (МПа)

$$\sigma_H = 1,18 \sqrt{\frac{E_{\text{кел}} T_2 K_H \cos^2 \gamma}{d_2^2 d_1 \delta \varepsilon_\alpha \sin 2\alpha_w}} \leq [\sigma_H],$$

$$\sigma_H = 1,18 \sqrt{\frac{1,26 \cdot 10^5 \cdot 1032,88 \cdot 10^3 \cdot 1,3 \cdot \cos^2 26^\circ 34'}{256^2 \cdot 64 \cdot 0,8727 \cdot 3,42 \cdot \sin 40^\circ}} = 130 \text{ МПа} \leq [\sigma_H],$$

мұндағы  $\delta$  – доңғалақтың бұрамдықты қамту бұрышы. Күш берілістері үшін әдетте  $2\delta = 100^\circ$  құрайды, немесе  $2\delta = 1,911$  рад,  $\delta = 0,8727$  рад

$\gamma$  – червяк винт сызығының көтерілу бұрышы, град

$d_1, d_2$  - бұрамдық және доңғалақтың бөлгіш шеңбер диаметрі, мм

$\varepsilon_\alpha$  – бұрамдық доңғалағының орта жазықтығындағы шеткі қапталу коэффициенті

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\sqrt{0,03z_2^2 + z_2 + 1} - 0,17z_2 + 2,9}{2,95} = 3,42 \cdot 10^6$$

$\xi$  - контакт сызығы ұзындығының кемуін есепке алушы коэффициент,  $\xi = 0,75$ ;

$\alpha$  - профильдік бұрыш, град, ( $\alpha = 20^\circ$ ,  $\sin 40^\circ = 0,6428$ ).

Бұрамдық беріліс беріктігін иілу кернеуге тексеру

Доңғалақ тістеріндегі иілу кернеуді мына формуламен табады, (МПа)

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F Y_F Z_{F\beta}}{b_2 m_n} \leq [\sigma_F]$$

мұндағы,  $Y_F$  – доңғалақ тісі формасының коэффициенті. Доңғалақтың эквиваленттістер саны мына формуламен табылады:

$$z_v = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma} = \frac{32}{\cos^3 26^\circ 34'} = 44,07$$

$Z_{F\beta}$  – иілу кернеуге берілістің беріктігін жоғарылату коэффициенті

$$Z_{F\beta} = \frac{1}{\varepsilon_\alpha \xi} = 2,56$$

$m_n$  – нормаль модуль, мм

$$m_n = m \cos \gamma = 8 \cdot \cos 26^\circ 34' = 7,2$$

Бұрамдық және бұрамдық доңғалақтың бөлгіш шеңбері диаметрі, (мм):

$$d_1 = m q = 8 \cdot 8 = 64 \text{ мм}$$

$$d_2 = m z_2 = 8 \cdot 32 = 256 \text{ мм}$$

Бұрамдық және бұрамдық доңғалақтың дөңес шеңбер диаметрі, (мм):

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 64 + 2 \cdot 8 = 80 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 256 + 2 \cdot 8 = 272 \text{ мм}$$

Бұрамдық және бұрамдық доңғалақтың ойық шеңбер диаметрі, (мм):

$$d_{a1} = d_1 - 2,4m = 64 - 2,4 \cdot 8 = 80 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 - 2,4m = 256 - 2,4 \cdot 8 = 272 \text{ мм}$$

Доңғалақтың сыртқы диаметрі, (мм):

$$d_{ae2} \leq d_{a2} + m = 272 + 8 = 280 \text{ мм} \quad Z_1 = 4$$

Бұрамдықтың кесілген бөлегінің ұзындығы:

$$b_1 = (13,5 + 0,009 \cdot 32) \cdot 8 = 110 \text{ мм}; \quad z_1 = 4 \text{ болғанда.}$$

Бұрамдық доңғалағының ені:

$$b_2 \leq 0,67d_{a1} = 0,67 \cdot 80 = 53 \text{ мм}; \quad z_1 = 4 \text{ болғанда.}$$

Бұрамдық шеңберлік күші  $F_{t1}$  (Н), доңғалақтың өстік күшіне тең  $F_{a2}$ ,

$$F_{t1} = F_{a2} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 162,63 \cdot 10^3}{64} = 5080 \text{ Н}$$

мұндағы,  $T_1$  – бұрамдықтағы айналдырушы момент (Н·мм)

Доңғалақтың шеңберлік күші  $F_{t2}$  (Н), бұрамдықтың өстік күшіне тең  $F_{a1}$ ,

$$F_{t2} = F_{a1} = \frac{2T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 1032,88 \cdot 10^3}{256} = 8069 \text{ Н}$$

мұндағы,  $T_2$  – доңғалақтағы айналдырушы момент (Н·мм)

Радиал күш  $F_r$  (Н):  $F_r = F_{t2} \tan \alpha = 8069 \cdot \tan 20^\circ = 2937 \text{ Н}$

Нормаль күш  $F_n$  (Н):  $F_n = \frac{F_{t2}}{\cos \alpha \cos \gamma} = \frac{8069}{\cos 30^\circ \cdot \cos 26^\circ} = 10371 \text{ Н}$

## 2.4 Ашық шынжырлы берілісті есептеу

Шынжырлы берілістің жетектеуші жұлдызша білігіндегі айландырушы момент  $T_1 = 162,63 \cdot 10^3 \text{ Нмм}$ .

Жетектеуші (кіру) білігінің айналу жиілігі  $n_1 = 973 \text{ мин}^{-1}$ .

Жетектегі (шығу) білігінің айналу жиілігі  $n_2 = 122 \text{ мин}^{-1}$ .

Беріліс қатынасы  $i_{шб} = 3$ .

Шынжырдың орналасуы – горизонтальды ( $\alpha = 30^\circ$ ).

Шынжырдың тартылуы - периодты реттеледі.

Шынжырдың майлануы – периодты.

Жұмыс екі аусымды.

Стандарт бойынша - жетекті төлкелі-роликті шынжыр ПРМЕСТ 13568-97 таңдаймыз.

Жетектеуші жұлдызша тістерінің саны:  $z_1 = 29 - 2i_{шб} = 29 - 2 \cdot 3 = 23$

мұнда,  $i_{шб}$  – шынжырлы берілістің беріліс қатынасы,  $i_{шб} = 3$

Жетектегі жұлдызша тістерінің саны:  $z_2 = z_1 i_{шб} = 23 \cdot 3 = 69 \quad z_2 \leq 120$  болуы ұсынылады.

Фактлы беріліс қатынасы:  $i_\phi = z_2/z_1 = \frac{69}{23} = 3$

Шынжырдың қадамы:

$$t' = 2,85 \sqrt[3]{\frac{T_1 k_\pi}{z_1 [p_0] k_m}} = 2,85 \sqrt[3]{\frac{162,63 \cdot 10^3 \cdot 2,34}{23 \cdot 29 \cdot 1}} = 43,8 \text{ мм}$$

мұндағы,  $T_1$  - жетектеуші біліктегі айландырушы момент, Нмм;

$k_m$  – шынжырдың қатар санының коэффициенті.

Шынжырдың қатар бойынша жүктеменің таралуының бірқалыпсыздығын ескеретін коэффициент. Шынжыр бір қатарлы болғандықтан  $k_m = 1$ ,  $t = 25,4$  мм;  $q = 2,6$  кг/м;  $A_{оп} = 179$  мм<sup>2</sup>;  $F_p = 60,0$  кН.

Жетектеуші жұлдызшаның бөлгіш диаметрі, мм:

$$d_1 = \frac{t}{\sin\left(\frac{180}{z_1}\right)} = \frac{44,45}{\sin\left(\frac{180}{23}\right)} = 326,4 \text{ мм}$$

Шынжырдың жылдамдығы, м/с

$$v = \frac{tz_1n_1}{60 \cdot 10^3} = \frac{44,45 \cdot 23 \cdot 122}{60 \cdot 10^3} = 2,08 \text{ м/с}$$

Жетектеуші жұлдыздағы шеңберлік күш, Н

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 162,63 \cdot 10^3}{326,4} = 6329 \text{ Н}$$

Шынжыр топсасындағы номиналь меншікті қысым, МПа

$$p = \frac{F_t k_{\Pi}}{A_{оп} k_m} = \frac{6329 \cdot 2,34}{472 \cdot 1} = 31,4 \text{ МПа}$$

Шынжырдың шыдамдылығы бойынша тәжірибеде оның жұлдызшалары өстерінің ара қашықтығының алдын ала мәні мына өрнекпен есептелінеді:

$$a' = (30 \div 50)t$$

Шамалардың азы кіші  $i \approx 1 \div 2$  үшін және көбі үлкен  $i \approx 6 \div 7$  үшін.

Өсаралық ара қашықтықты  $a = 40t$  қабылдаймыз.

Онда өсаралық ара қашықтықтың алдын ала мәні:

$$a' = 40t = 44,46 = 1778 \text{ мм}$$

Шынжырдың буындар саны:

$$L_e = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right)^2 \frac{t}{a} = \frac{2 \cdot 1016}{25,4} + \frac{23 + 69}{2} + \left(\frac{69 - 23}{2 \cdot 3,14}\right)^2 \frac{25,4}{1016} = 127,34$$

Жұп санға дейін дөңгелектейміз  $L_e = 128$ .

Өсаралақ ара қашықтықтың нақты мәні:

$$a_n = \frac{t}{4} \left( L_e - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left( L_e - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right) =$$

$$\frac{44,45}{4} \left( 128 - \frac{23 + 69}{2} + \sqrt{\left( 128 - \frac{23 + 69}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{69 - 23}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right) = 1024 \text{ мм}$$

Жобаланатын берілістің конструктивтік параметрлерінің стандарт берілістің параметрлерінен айырмашылығын ескеретін коэффициенттерді табамыз.

Беріліс (конструктивтік) параметрлер коэффициенттері:

$$k_k = \frac{k_L k_z k_i k_a}{k_n} = \frac{0,73 \cdot 0,92 \cdot 1,13 \cdot 1,34}{21,15} = 0,048$$

мұндағы,  $k_L$  - беріліс ресурсы(шыдамдылық) коэффициенті

$$k_L = L_{h6} / L_h = 15000 / 20542 = 0,73$$

мұнда,  $L_{h6}$  – базалық ресурс,  $L_{h6} = 15000$  сағ. ;

$L_h$  - есепті ресурс,

$$L_h = L \cdot 365 k_{жыл} \cdot 24 k_{тәу} = 5 \cdot 365 \cdot 0,7 \cdot 24 \cdot 0,67 = 20542 \text{ сағ.}$$

мұнда,  $L$  – берілістің қызмет мерзімі, жыл;  $k_{жыл}$  – берілістің жыл бойы пайдалану коэффициенті

$k_{тәу}$  – берілістің тәулік бойы пайдалану коэффициенті

$k_n$  – жетектеуші жұлдызшаның айналу жиілігі

$$k_n = \sqrt[3]{(0,1n_i)^2} = \sqrt[3]{(0,1 \cdot 973)^2} = 0,048$$

$k_z$  – жетектеуші жұлдызшаның тістер саны коэффициенті:

$$k_z = z_1/25 = 23/25 = 0,92$$

$k_i$  – беріліс қатынасы коэффициенті:

$$k_i = \sqrt[6]{i} = \sqrt[6]{3} = 1,13$$

$k_a$  – өсаралық ара қашықтық коэффициенті:

$$k_a = \sqrt[4]{\frac{w}{40}} = \sqrt[4]{\frac{128}{40}} = 1,34$$

Жобаланатын берілістің пайдалану параметрлерінің стандарт берілістің параметрлерінен айырмашылығын ескеретін коэффициент:

$$k_\delta = \frac{k_\delta}{k_o k_p k_c k_{реж}} = \frac{1}{1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1,26} = 0,427$$

мұндағы,  $k_\delta$  – шынжырдың салыстырмалы тозу нормасын ескеретін коэффициент

$$k_\delta = \delta_t/3 = 3/3 = 1$$

$k_{реж}$  – беріліс жұмыс режимін ескеретін коэффициент:

$$k_{реж} = \sqrt[3]{n_c} = \sqrt[3]{2} = 1,26$$

Центрден тепкіш күштен шынжыр топсасына қысым:

$$p_{цт} = \frac{F_{цт}}{A_{оп} m} = \frac{32,45}{472 \cdot 1} = 0,069 \text{ МПа}$$

Шынжыр топсасындағы тозуғатөзімділік бойынша мүмкіндік қысым:

$$[p_T] = [p]_6 k_k k_\delta - 2p_{цт} = 267 \cdot 0,122 \cdot 0,427 - 2 \cdot 0,08 = 13,75 \text{ МПа}$$

Жоғары ресурсты берілістер үшін  $[p_T] \leq 40 \text{ МПа}$ .

Есептеуде  $p \leq [p_T]$ ,  $8,3 < 13,75$ .

Шынжыр топсасындағы тозуғатөзімділік шарты орындалды.

Шынжырды жұлдызша тістеріне соққы саны бойынша тексеру:

$$u = \frac{4z_1 n_1}{60L_e} = \frac{4 \cdot 23 \cdot 973}{60 \cdot 128} = 11,65 \leq [u] = 30 \text{ с}^{-1}$$

мұнда,  $[u]$  – Секундағы соққының мүмкіндік саны,  $\text{с}^{-1}$ .

Шынжырға әсер ететін максималь күш:

$$F_{max} = F_t k_d + F_v + F_q = 6329 \cdot 1 + 32,45 + 784,9 = 7146,4 \text{ Н}$$

мұндағы,  $F_v$  – центрден тепкіш күштің әсерінен шынжырдың тартылуы

$$F_v = qv^2 = 7,5 \cdot 2,08^2 = 32,45 \text{ Н}$$

$F_q$  - шынжырдың салмағынан оның тартылуы:

$$F_q = \frac{9,81k_f q a}{1000} = \frac{9,81 \cdot 6 \cdot 7,5 \cdot 1778}{1000} = 784,89 \text{ Н}$$

мұнда,  $k_f$  – шынжырдың салбырауын ескеретін коэффициент

Шынжырдың беріктік қоры коэффициенті:

$$s = \frac{F_p}{F_{max}} = \frac{1724000}{7146,2} = 24,12 \geq [s]$$

мұнда,  $[s]$  - шынжырдың беріктік қоры коэффициентінің минималь мәні. Қадамы  $t = 44,45$  мм болған шынжыр үшін  $[s] = 6 \div 7$ .

$$s = 24,12 \geq [s] = 6 \div 7$$

Беріктік шарты орындалды.

Беріліс білігін жүктейтін күш, Н:  $F_G = kF_t = 1,15 \cdot 6329 = 7278,4$  Н  
мұнда  $k$  – беріліс жұлдызшалары центр өстерінің горизонтқа қиғаштығын ескеретін коэффициент [7]

$k = 1,15$  – горизонталь беріліс үшін

$k = 1,05$  – вертикаль беріліс үшін

## 2.5 Біліктердің алдын-ала есептелінуі

Жетекші білік  $[\tau] = 15 \dots 20$  МПа жанасу мүмкіндік кернеуі біліктің шығаберіс ұшының диаметрі:

$$d_{ш1} = \sqrt{\frac{16 T_1}{\pi [\tau]}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 162,63 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 34,6 \text{ мм}$$

Тістегергіш пен дөңгелектің құрылғы өлшемдері шапшаң саты үшін:

Тістегергіш:  $d_{ш1} = 35$  мм

дөңгелек:  $d_{ш2} = 65$  мм

$$d_{п1} = 35 + 5 = 40 \text{ мм}$$

$$d_{п2} = 70 \text{ мм}$$

Тістегергіш күпшексіз орындалады

Жетектегі білік  $[\tau] = 15 \dots 20$  МПа

$$d_{ш2} = \sqrt{\frac{16 T_2}{\pi [\tau]}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 1032,88 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 64,08 \text{ мм} \quad d_d = d_{п2} + 5 = 75 \text{ мм}$$

Доңғалақтардың күпшек диаметрі:  $d_k = 1,6d_d = 1,6 \cdot 75 = 120$  мм

Күпшектің ұзындығы:  $l_{k1} = 1,2 d_d = 1,2 \cdot 75 = 90$  мм,  $l_{k2} = 1,5 d_d = 1,5 \cdot 75 = 112,5$  мм,  $l_k = 100$  мм

Бұрамдық доңғалақ тоғыны (ободок) қалыңдығы:  $\delta_1 = 2m = 2 \cdot 8 = 16$

Бұрамдық доңғалақ дискісінің қалыңдығы:  $C = 0,25 \cdot b_2 = 0,25 \cdot 56 = 14$

## 2.6 Мойынтіректерді жұмыс істеу ұзақтығын тексеру

Бұрамдықтағы осьтік күшке тең бұралуықты доңғалақтағы шеңберлік күшті

$$\text{есептейміз: } F_{t_2} = F_{a_1} = \frac{2T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 1032,88 \cdot 10^3}{256} = 8069H$$

Доңғалақтағы осьтік күшке тең бұрамдықтың шеңберлік күшін анықтаймыз:  $F_{t_1} = F_{a_2} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 162,63 \cdot 10^3}{64} = 5080H$

Доңғалақ пен бұрамдықтағы радиалды күштерді анықтаймыз:

$$F_{r_2} = F_{r_2} = F_{t_2} \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 8069 \cdot 0,365 = 2937H$$

Червяк білігі:

$$F_{t_1} = 5080H$$

$$F_{r_1} = 1849H$$

$$F_{a_1} = 8069H$$

$$d_1 = 64\text{мм}$$

$$F_M = 125\sqrt{T_1} = 1594H$$

$$\sum M_1(F) = 0 \quad -F_1 \cdot l_M - F_{t1} \cdot l_1 + R_{x2}(l_1 + l_1) = 0$$

$$R_{x2} = \frac{F_1 \cdot l_M + F_{t1} \cdot l_1}{(l_1 + l_1)} = 2938,5H$$

$$\sum M_2(F) = 0 \quad -F_M(l_M + l_1 + l_1) - R_{x1}(l_1 + l_1) + F_{t1}l_1 = 0$$

$$R_{x1} = \frac{F_M(l_M + l_1 + l_1) - F_{t1}l_1}{(l_1 + l_1)} = -547,5H$$

$$\text{Тексеру: } \sum X = 0; \quad F_M - R_{x1} - F_{t1} + R_{x2} = 1594 + 547,5 - 5080 + 2938,5 = 0$$

Тіректердің xz жазықтығындағы реакциялары:

$$M_Z^I = F_{M1} \cdot l_{M1} |_0^{70} = |_0^{11580}$$

$$M_Z^{II} = F_{M1}(70 + l_{M1}) - R_{x1}l_1 |_0^{140} = |_{11580}^{411390}$$

$$M_Z^{III} = R_{x2} \cdot l_1 |_0^{140} = |_0^{411390}$$

yz жазықтығы бойынша:

$$\sum M_1(F) = 0 \quad F_1 \cdot l_1 + F_{a1} \frac{d_2}{2} - R_{y2}(l_1 + l_1) = 0$$

$$R_{y2} = \frac{F_{r1} \cdot l_1 + F_{a1} \frac{d_2}{2}}{(l_1 + l_1)} = 1846,67H$$

$$\sum M_2(F) = 0 \quad R_{y1}(l_1 + l_1) - F_{r1}l_1 + F_{a1} \frac{d_2}{2} = 0$$

$$R_{y1} = \frac{F_{r1}l_1 - F_{a1} \frac{d_2}{2}}{(l_1 + l_1)} = 2,3286H$$

$$\text{Тексеру: } \sum Y = 0 \quad -R_{y1} - R_{y2} + F_{r1} = -2,3286 - 1846,67 + 1849 = 0$$

$$M_Z^I = -R_{y1} \cdot l_1 |_0^{140} = |_0^{-326,004}$$

$$M_Z^{II} = -R_{y2}l_1 |_0^{140} = |_0^{-258533,8}$$

Қосынды реакциялар:

$$F_{r_1} = \sqrt{R_{x_1}^2 + R_{y_1}^2} = \sqrt{(-547,5)^2 + 2,3286^2} = 547,5H$$

$$F_{r_2} = \sqrt{R_{x_2}^2 + R_{y_2}^2} = \sqrt{2938,5^2 + 1846,67^2} = 3470,6H$$



Екінші мойынтіректі қарастырайық:

$$\frac{F_{a_2}}{F_{z_2}} = \frac{8441}{3470,6} = 2,43 > e \quad x = 0,4; V = 1$$

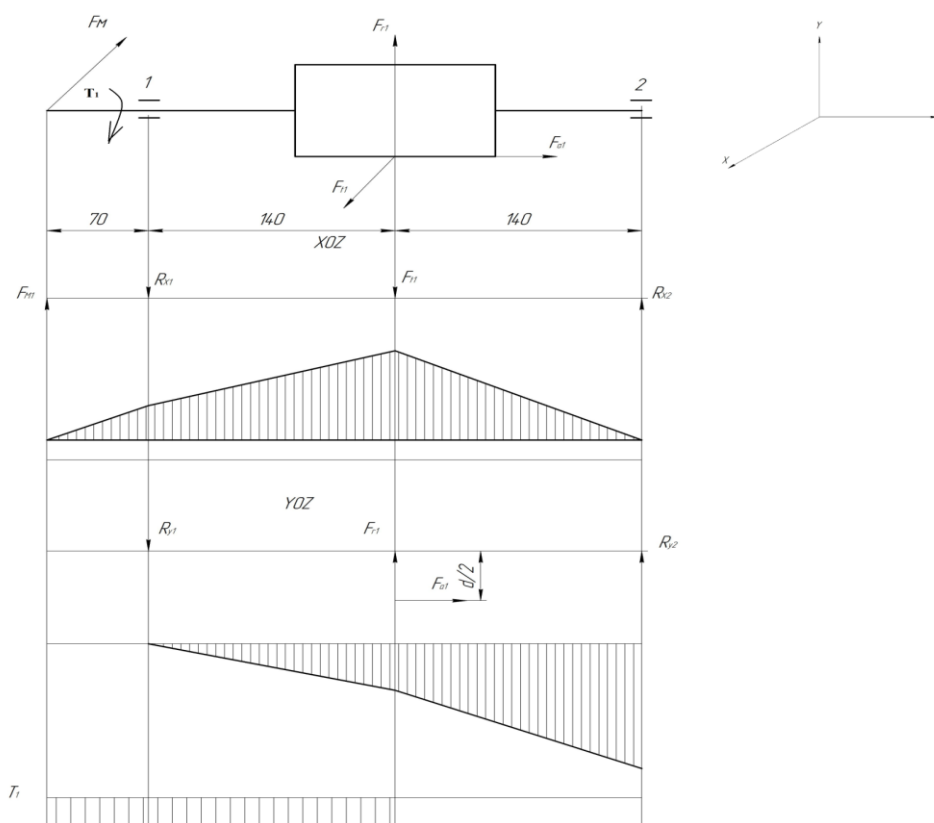
$$Y = 0,87kb = 1,3km = 1$$

$$P_{z_2} = (x \cdot F_{t_2} \cdot V + Y \cdot F_{a_2}) K_b \cdot K_m = (0,4 \cdot 3470,6 + 0,87 \cdot 8441) \cdot 1,3 = 10,97kH$$

Жұмыс істеу мерзімін анықтаймыз, млн.айн:  $L = \left(\frac{C}{P_{z_2}}\right)^3 = \left(\frac{170}{10,97}\right)^3 = 3721 \text{ млн. айн}$

$$\text{Жұмыс істеу мерзімі, сағ: } L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n_1} = \frac{3721 \cdot 10^6}{60 \cdot 1444} = 442948c$$

1 және 2 – ші мойынтіректердің эпюралары 2.2 – суретте көрсетілген.



2.2 – сурет

2) Жетектегі білік

$$F_{t_2} = 8069H$$

$$F_{t_2} = 2937H$$

$$F_{a_2} = 5080H$$

$$d_2 = 256mm$$

$$\sum M_3(F) = 0 \quad - R_{z4}(l_2 + l_2) + F_{t2} \cdot l_2 + F_{wx} \sin \alpha \cdot l_{w2} = 0$$

$$R_{z4} = \frac{F_{t2} \cdot l_1 + F_{wx} \sin \alpha \cdot l_{w2}}{(l_2 + l_2)} = 7413,76H$$

$$\sum M_4(F) = 0 \quad R_{z3}(l_2 + l_2) - F_{t2} l_2 - F_{wx}(l_{wx} + l_2 + l_2) = 0$$

$$R_{z3} = \frac{F_{t2}l_2 - F_{wx}(l_{wx} + l_2 + l_2)}{(l_2 + l_2)} = -2983,96 \text{ H}$$

Тексеру:  $\sum z = 0$

$$-F_{wx}\sin\alpha - R_{z3} + F_{t2} - R_{z4} = -3639,2 + 2983,96 + 8069 - 7413,76 = 0$$

Тіректердің xz жазықтығындағы реакциялары:

$$\begin{aligned} M_z^I &= F_{wx}\sin\alpha \cdot l_{w2} \Big|_0^{130} = \Big|_0^{473096} \\ M_z^{II} &= F_{wx}\sin\alpha(130 + l_2) + R_{z3}l_2 \Big|_0^{70} = \Big|_{473096}^{555354,8} \\ M_z^{III} &= -R_{z4} \cdot l_2 \Big|_0^{70} = \Big|_0^{518963,2} \end{aligned}$$

yz жазықтығындағы:

$$\sum M_3(F) = 0 \quad -F_{r2} \cdot l_2 + F_{a2} \frac{d_2}{2} + R_{y4}(l_2 + l_2) - F_{wy}\sin\alpha \cdot l_{w2} = 0$$

$$R_{y4} = \frac{F_{r2} \cdot l_2 + F_{a2} \frac{d_2}{2} + F_{wy}\sin\alpha \cdot l_{w2}}{(l_2 + l_2)} = 203,186 \text{ H}$$

$$\sum M_4(F) = 0 \quad -R_{y3}(l_2 + l_2) + F_{r2}l_2 + F_{a2} \frac{d_2}{2} - F_{wy}(l_{wx} + l_2 + l_2) = 0$$

$$R_{y3} = \frac{-F_{r2}l_2 - F_{a2} \frac{d_2}{2} + F_{wy}(l_{wx} + l_2 + l_2)}{(l_2 + l_2)} = 905,386 \text{ H}$$

Тексеру:  $\sum Y = 0 \quad F_{wx}\sin\alpha + R_{y4} - R_{y3} - F_{r2} = 3639,2 + 203,186 - 2937 - 905,386 = 0$

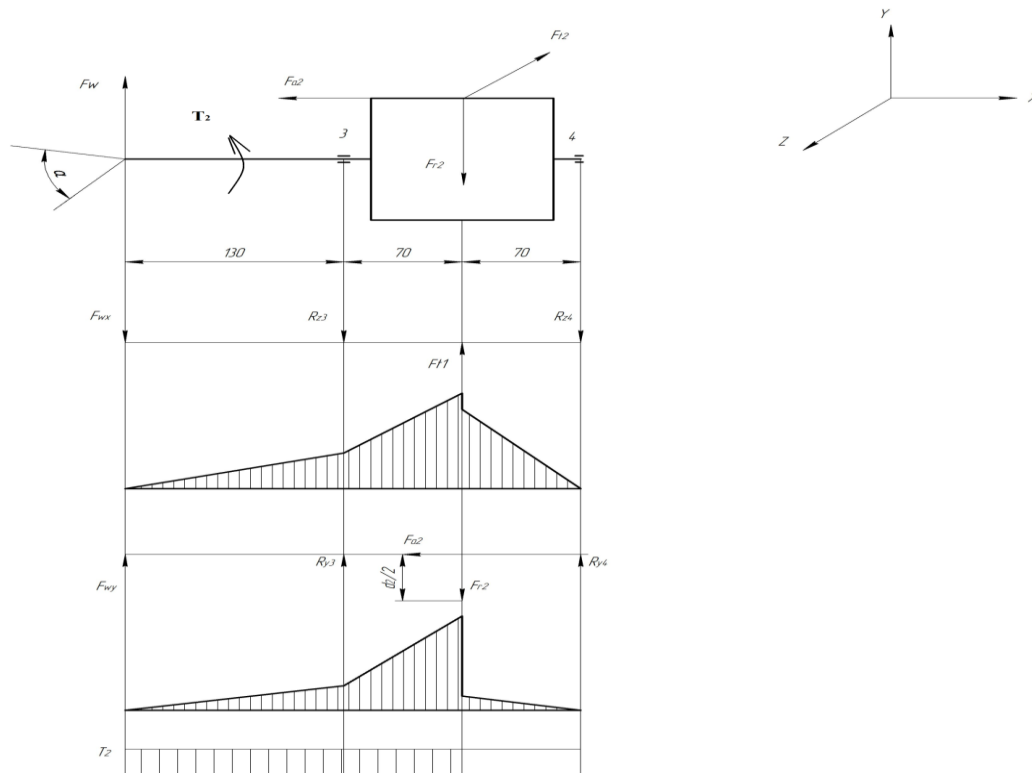
$$\begin{aligned} M_z^I &= F_{wy}\sin\alpha \cdot l_{w2} \Big|_0^{130} = \Big|_0^{473096} \\ M_z^{II} &= F_{wy}\sin\alpha(130 + l_2) + R_{y3}l_2 \Big|_0^{70} = \Big|_{473096}^{827609,02} \\ M_z^{III} &= R_{y4} \cdot l_2 \Big|_0^{70} = \Big|_0^{14223,02} \end{aligned}$$

Қосынды реакциялар:

$$F_{r3} = \sqrt{R_{z3}^2 + R_{y3}^2} = \sqrt{(-2983,96)^2 + 905,386^2} = 3118 \text{ H}$$

$$F_{r4} = \sqrt{R_{z4}^2 + R_{y4}^2} = \sqrt{7413,76^2 + 203,186^2} = 7416,5 \text{ H}$$

3 және 4 – ші мойынтіректердің эпюралары 2.3 – суретте көрсетілген.

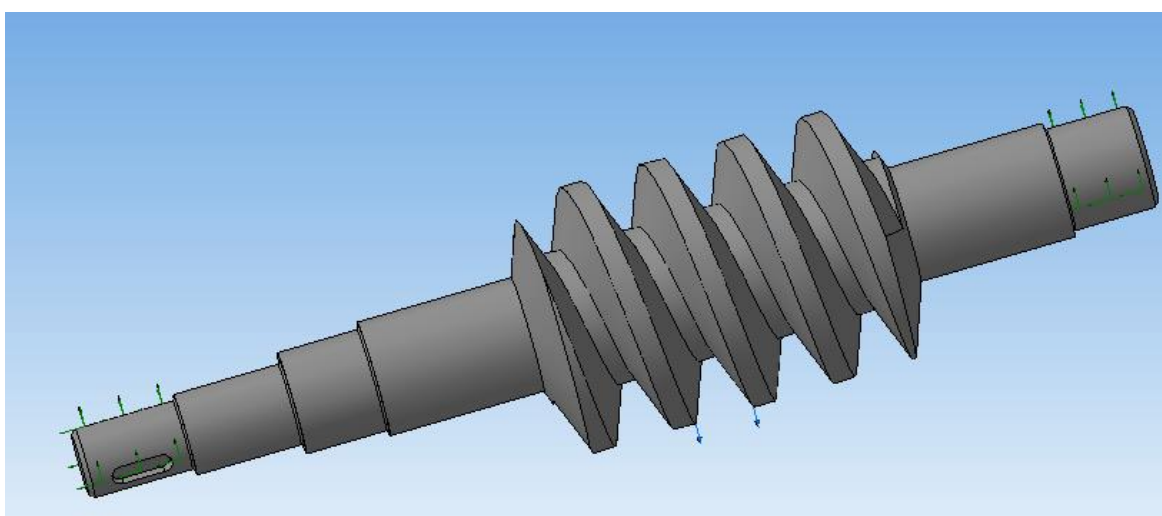


2.3 – сурет

### 3 Бұрамдық білікті Компас-3D бағдарламасының АРМ FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу

#### 3.1 Есептеу бойынша бастапқы мәлімет

Компас 3D жүйесінде бұрамдық біліктің 3D моделін сызып, АРМ FEM беріктік анализін құрдым (3.1 – сурет).



3.1 – сурет – Бұрамдық білік

Моделдің екі жағындағы сатыларға қатаң бекітпе береміз. Бұл жерде бұраманың жұмысы көп болғандықтан, осы бұрамаға керекті күштерді саламыз.

Күштер туралы ақпарат 3.1 – кестеде көрсетілген және бекітулер жайлы ақпарат 3.2 – кестеде көрсетілген.

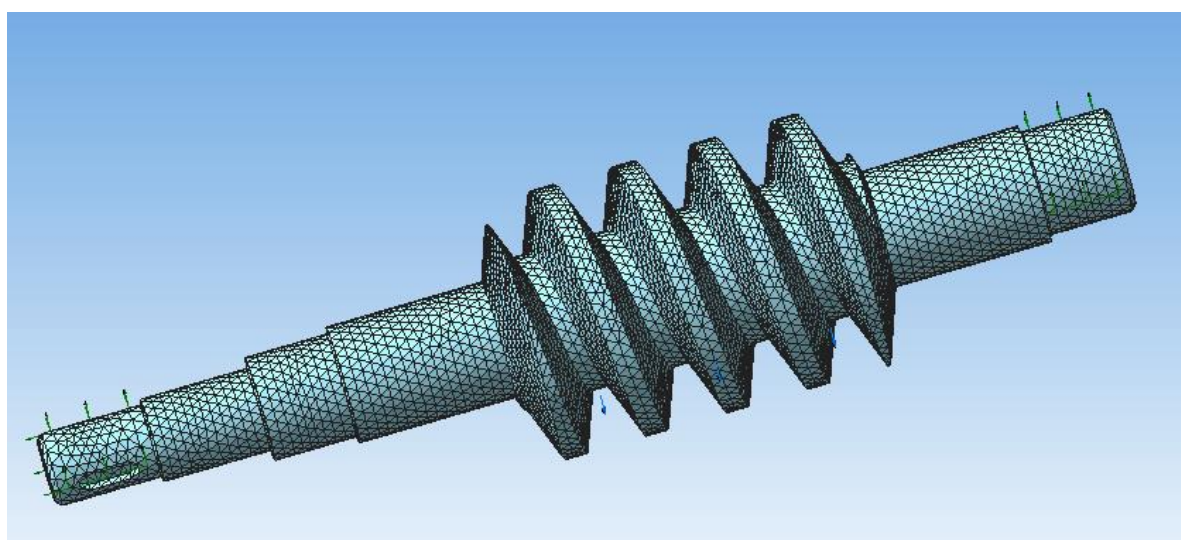
3.1 – кесте – Күштер туралы ақпарат

Атауы	Белгіленген объектілер	Күштің параметрлері
Таралған күш: таралған күш: 2	шекара: 2	Күш векторы: $X = -100000; Y = 0; Z = 0$

3.2 – кесте – Бекітулер туралы ақпарат

Атауы	Белгіленген объектілер	X [мм]	Y [мм]	Z [мм]	Rot. X [град]	Rot. Y [град]	Rot. Z [град]
бекіту: бекіту:1	шекара: 2	қозғалмайды	қозғалмайды	қозғалмайды	-	-	-

Білік-тістегергіш соңғы элементтерге бөлінгеннен кейін сетка түрінде 3.2-суретте көрсетілген. Инерциялық характеристикасы 3.3-кестеде көрсетілген.



3.2 – сурет – Соңғы элементтерге бөлінгеннен кейінгі бөлшек

### 3.3-кесте – Моделдің инерциялық характеристикасы

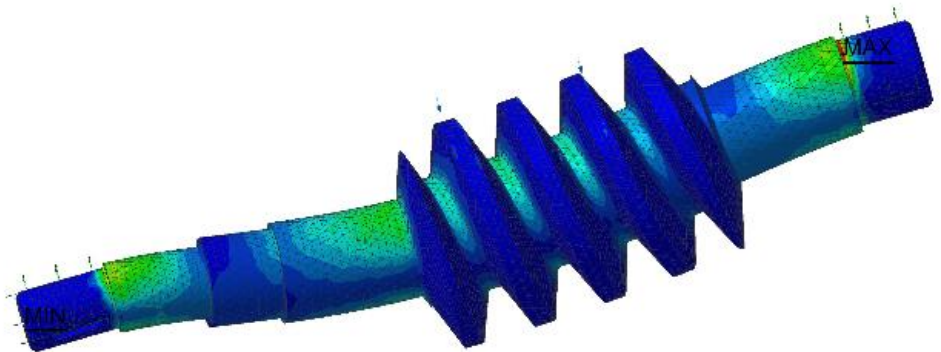
Атаулары	Шамасы
Моделдің массасы [кг]	8,276
Моделдің ауырлық центрі [м]	( 0; -0.000404; 0.0108)
Моделдің центрге қатысты инерция моменттері [кг*м <sup>2</sup> ]	( 0.00296; 0.00297; 0.0603 )
Центрге қатысты реактивті моменттер [Н*м]	( 0; -162.50583; 2.970212 )
Тіректердің қосынды реакциялары [Н]	( 15034.527653; 0 ; 0)
Реакциялардың абсолютты шамасы [Н]	15034.527653
Моменттің абсолютты шамасы [Н*м]	162.532969

### 3.2 Статикалық есептеудің нәтижелері

Статикалық есептеу нәтижесіндегі кернеулердің шамалары 3.4-кестеде көрсетілген. 3.3-суретте кернеулер графикалық түрде көрсетілген [8].

### 3.4-кесте – Минималды және максималды кернеудің шамалары

Атауы	Тип	Минималды шама	Максималды шама
Мизес бойынша эйвивалентті кернеу	SVM [МПа]	0,019673	81,5445

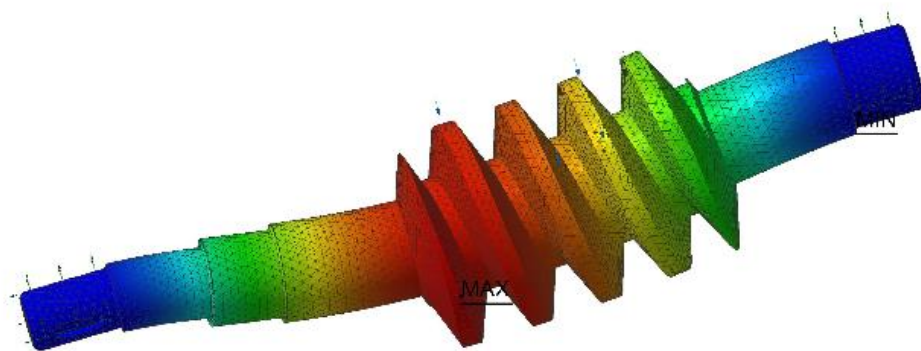
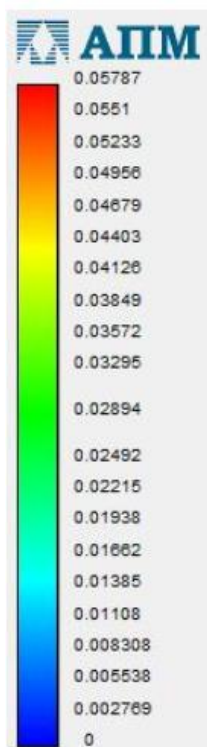


3.4 – сурет – Детальдағы кернеулер

Сызықтық орын ауыстыру шамасы 3.7-кестеде көрсетілген. 3.5-суретте Сызықтық орын ауыстырудың графикалық түрі көрсетілген.

3.7-кесте – Сызықтық орын ауыстыру

Атауы	Тип	Минималды шама	Максималды шама
Сызықтық орын ауыстыру		6.933	1000



3.5 – сурет – Сызықтық орын ауыстыру

## ҚОРЫТЫНДЫ

«Ленталық конвейердің жетегін есептеу» дипломдық жұмысын орындау барысында ленталық конвейер туралы көптеген мәліметтер қарастырылды. Конвейердің конструкциясы, жұмыс істеу принциптері, жетектері және де түрлері талқыланды. Олардың негізгі бөлшектері, көмекші құрылғылары және қозғалыс тетіктері қарастырылды.

Бұл жұмыстың мақсаты ленталық конвейердің жетегін есептеу болып табылады. Осы мақсатты орындау үшін көптеген теориялық мәліметтер жиналды. Материалдар кедергісі, машиналарбөлшегі және курстық жобалау оқу курстары бойынша керекті редуктор алынды. Редуктордың электро қозғаушы күші, тісті берілістер және мойынтіректерді төзімділікке есептелді. Сонан соң кеңістікте Компас-3D бағдарламасының көмегімен үш өлшемді моделі құрастырылды және компас үшін АРМ FEM мини бағдарламасы көмегімен беріктікке және төзімділікке компьютер көмегімен есептелді.

Жұмыс барысында беріктіктің барлық шарттары орындалды. Жалпы ленталық конвейердің жетегінің есебі сәтті аяқталғанын оқу курстары барысында алынған білімдермен растаймын.



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины / А.А. Вайнсон. – М.: Машиностроение, 1989. – 536 с.
- 2 Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций / А.А. Вайнсон. – М.: Машиностроение, 1976. – 152 с.
- 3 Зенков Р. Л. Машины непрерывного транспорта / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.
- 4 Конвейеры : справ. ; под ред. Ю. А. Пертена. – Л.: Машиностроение, 1984. – 367 с.
- 5 Транспортирующие машины. Атлас конструкций / А. О. Спиваковский. – М.: Машиностроение, 1971. – 116 с.
- 6 Чернавский С. А., Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие. – 3-е изд., стереотипное. Перепечатка с издания 1987 г. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 416 с.
- 7 Дунаев П. Ф., Леликов О. П., Детали машин. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для машиностроит. спец. Техникумов. – М.: Высш. шк., 1984. – 336 с.
- 8 Аскон: КОМПАС 3D Инструкция пользователя