

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ

МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау

институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

Момбеков М.

CAD/CAE / CAM жүйелерін пайдалану арқылы жеткізуші рольгангті

жобалау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071200 – «Машина жасау» мамандығы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ

МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау

институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

ҚОРҒАУҒА

ЖІБЕРІЛДІ

Өнеркәсіптік инженерия

кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, ассоц. проф.

_____Арымбеков Б.С.

«__» _____ 2020ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «CAD/CAE / CAM жүйелерін пайдалану арқылы жеткізуші

рольгангті жобалау»

5B071200 – «Машина жасау» мамандығы

Орындаған

Құмарбек Н.Е.

Ғылыми жетекші

Ассоц. проф.

_____Исаметова М.Е.

«__» _____ 2020ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ

МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау

институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

БЕКІТЕМІН

Өнеркәсіптік

инженерия

кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, ассоц. проф.

_____Арымбеков

Б.С.

«__» _____ 2020ж.

Дипломдық жұмысты даярлауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Момбеков Маулен Сах уғли*

Тақырыбы: *CAD/CAE / САМ жүйелерін пайдалану арқылы жеткізуші рольгангі жобалау*

Университет Ректорының 2018 жылғы «06» қараша №1252-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2020 жылғы «18» мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: *CAD/CAE / САМ жүйелерін пайдалану арқылы жеткізуші рольгангі жобалау*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе	20.02.2020	
Негізгі бөлім	20.03.2020	
Зерттеу бөлімі	20.04.2020	
Жұмыстың қорытындысы	10.05.2020	

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	Исаметова М.Е.		

Ғылыми жетекші

_____ Исаметова М.Е.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

_____ Момбеков Н.Е.

Күні

«__» _____ 2020ж.

АНДАТПА

Агрегат станогының жұмыс аймағына ірі габаритті құймаларды механикаландырылған беруді қамтамасыз ететін тасымалдаушы құрылғы (рольганг) әзірлеу объектісі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты - құймалардың нақты орнын ауыстырумен үйлесімде жоғары өнімділікті қамтамасыз ететін рольганг жетегінің және көтергіш жүйесінің құрылымын әзірлеу.

Жұмыс барысында цехтағы тиеу - түсіру жұмыстарына талдау жүргізілді және құйма дайындамаларды металл кесетін станоктарға тиеуді механикаландыру қажеттілігі, дайындамаларды тиеудің және тасымалдаудың мамандандырылған құралдарын пайдалану мүмкіндігі. Рольгангтің көтергіш жүйесінің жетектері мен тораптарының конструкциясы пысықталды, КОМПАС және АРМ WinMachine автоматтандырылған жобалаудың қазіргі заманғы жүйелерін пайдалана отырып, құрамдас бөліктердің жобалаушы және тексеру есептері жүргізілді.

Abstract

The object of development is a transporting device (roller), which provides a mechanized supply of large-sized castings to the working area of the aggregate machine.

The aim of the work is to develop a design of the roller-wheel drive and lifting system that provides high performance in combination with a specific movement of castings.

In the process of work, the analysis of loading and unloading operations in the shop and the need for mechanization of loading cast blanks on metal - cutting machines, the possibility of using specialized means of loading and transporting blanks. The design of the drives and components of the roller-lift system was developed, design and verification calculations of components were performed using modern computer-aided design systems COMPASS and APM WinMacine.

КІРІСПЕ

Халық шаруашылығы мен өнеркәсіптің қажеттіліктеріне жауап беретін машиналарды құру олардың барынша экономикалық тиімділігін және жоғары техникалық-экономикалық және пайдалану нұсқаларын көздеуі тиіс.

Жасалатын машинаға қойылатын негізгі талаптар: өнімділігі жоғары, сенімділігі, технологиялылығы, жөндеуге жарамдылығы, ең аз габариттері мен салмағы, пайдалану қолайлылығы, үнемділігі.

Өндірістік кәсіпорындарда тиеу-түсіру, көлік және қойма жұмыстары өнімнің өзіндік құнын құрайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады, сондықтан бұл жұмыстарды механикаландыру және автоматтандыруда өнімнің өзіндік құнын төмендету және еңбек өнімділігін арттыру бойынша үлкен мүмкіндіктер бар. Бір технологиялық операцияға, әдетте, негізгі және қосалқы жүктермен 10-15 түрлі көлік операцияларына тура келетіні белгілі, ал әр түрлі өндірістерде дайын өнімнің 1 т - на әр түрлі шикізаттың 10-15 т-ға дейін (кейде 100 т-ға дейін және одан да көп) жұмсалуды қажет.

Тасымалдау машиналары заманауи кәсіпорынның өндірістік процесінің ажырамас бөлігі болып табылады, өз кезегінде Автоматтандыру және икемді өндірістік жүйелерді құру құралдары болып табылады (ГПС)

Қазіргі кезеңде CAD/CAE/CAM жобалаудың заманауи құралдарын қолдану тасымалдау жабдығын оңтайлы жобалау міндетін шешуге мүмкіндік береді.

Аннотация

Объектом разработки является транспортирующее устройство (рольганг), обеспечивающее механизированную подачу крупногабаритных отливок в рабочую зону агрегатного станка.

Цель работы-разработка конструкции привода рольганга и подъемной системы, обеспечивающей высокую производительность в сочетании с конкретным перемещением отливок.

В процессе работы проведен анализ погрузочно - разгрузочных работ в цехе и необходимость механизации погрузки литых заготовок на металлорежущие станки, возможность использования специализированных средств погрузки и транспортировки заготовок. Отработана конструкция приводов и узлов подъемной системы рольганга, проведены проектные и проверочные расчеты компонентов с использованием современных систем автоматизированного проектирования КОМПАС и APM WinMachine.

1 Рольгангты құрастыру

1.1 Көтергіш көлік машиналары құрылымдарын шолу

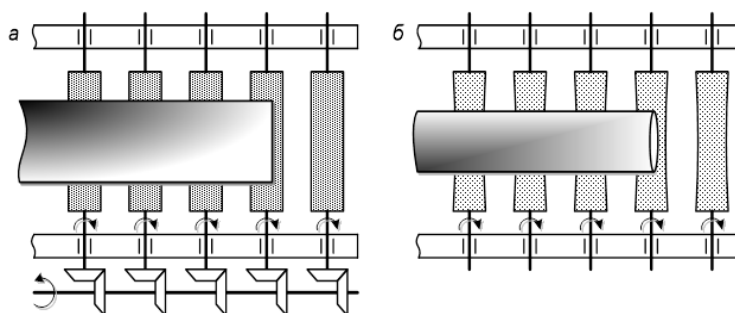
Көтеру-тасымалдау машиналары әрекет ету принципі бойынша екі дербес құрылымдық топқа бөлінеді: мерзімді және үздіксіз жұмыс істейтін машиналар. Бірінші болып барлық типтегі жүк көтергіш крандар, лифтілер, едендік көлік құралдары (арбалар, тиегіштер, тартқыштар), аспалы рельстік және арқан жолдар (кезеңдік әрекет ететін), скреперлер және басқа да осыған ұқсас машиналар, ал екінші (оларды үздіксіз көлік машиналары және Тасымалдаушы машиналар деп атайды) – әртүрлі типтегі конвейерлер, пневматикалық және гидравликалық көлік құрылғылары және оларға ұқсас Тасымалдаушы машиналар жатады.

Үздіксіз жұмыс істейтін машиналар тиеу немесе түсіру үшін тоқтаусыз берілген трасса бойынша үйінді немесе даналы жүктердің үздіксіз орын ауыстыруымен сипатталады. Осының арқасында үздіксіз жұмыс істейтін машиналар жоғары өнімділікке ие, бұл үлкен жүк ағыны бар заманауи кәсіпорындар үшін өте маңызды.

Сонымен қатар, жүлқимсіз әсер ететін Тасымалдау машиналарын пайдалану кезінде жекелеген қосалқы операциялар (негізінен тиеу) қолмен немесе тиімділігі аз әмбебап тиеу құрылғыларын қолдана отырып орындалады. Сондықтан конвейер желісінің өндірілуі жиі тиеу - түсіру құрылғыларының өнімділігімен шектеледі.

Жалпы мәліметтер. Роликті конвейерлердің жіктелуі мен құрылғысы Роликті конвейерлер әртүрлі даналы және ыдысты жүктерді – Машина тораптары мен бөлшектерін және механизмдерді, жәшіктерді, илем арқалықтарын, тақтайларды, бөренелерді, құбырларды, металл табактарды, қапты ыдыстағы үйінді жүктерді және т.б. тасымалдау үшін қолданылады. Өзінің конструктивтік және эксплуатациялық ерекшеліктерінің арқасында Роликті конвейерлер тиеу - түсіру және қойма жұмыстарын механикаландыру құралы ретінде кеңінен таралған. Конвейерлер жеке жүктерге арналған ауыстырып тиеу құрылғыларында, технологиялық машиналар мен желілерде жүктерді қабылдау және беру және желі ішіндегі операция аралық көлікте құрамдас элемент ретінде жиі қолданылады. Қозғалтқыш емес роликті конвейерлер тән ерекшелігі бар: роликтер мен олардың тіректерінің конструкциясына, салмағы мен жүк түріне байланысты еңіс роликті төсеніш бойынша соңғысының қозғалыс жылдамдығы конвейердің өнімділігін шектейтін белгілі бір шегі болады. Конвейер бойынша жүк қозғалысының жылдамдығы тұрақсыз, өйткені реттеуге келмейтін факторлардың (үйкеліс коэффициенттерінің белгісіздігі, монтаждың сөзсіз дәлсіздігі, тасымалданатын жүктердің беттерінің әртүрлі жай-күйі және т.б.) қатары туындады. Осыған байланысты жаппай жүктерге арналған қазіргі заманғы көлік-технологиялық желілерде қолданылатын гравитациялық Роликті конвейерлер жүктерді берілген қарқынмен және белгілі бір жағдайда беруді

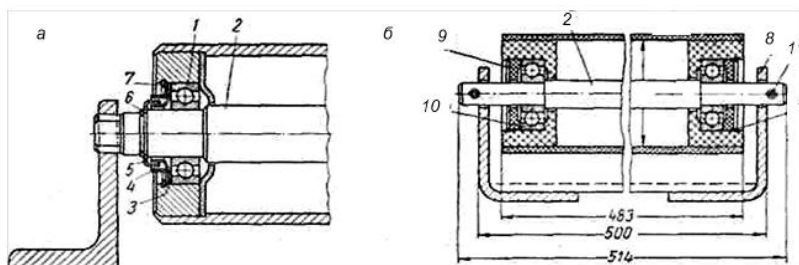
қамтамасыз ететін түрлі қосымша құрылғылармен жиі жабдықталады. Мұндай құрылғыларға бағыттаушы және тегістейтін шиналар, кіру немесе шығу учаскелеріндегі жеке жетек роликтері және т. б. жатады.



1 Сурет - Роликті конвейерлер: а-конустық тісті дөңгелектері бар орталық біліктен топтық жетекті роликті; б-жетекті емес роликті

Жетекті роликті конвейерлер берілген жылдамдықпен және қарқынмен жүктерді беруді қамтамасыз етеді, алайда конвейер төсеміндегі жүктің жағдайы оңай бұзылуы мүмкін, сондықтан осы конвейерлер үшін жиі бағыттаушы және тегістеуші құрылғылар қажет.

Конвейердің негізгі элементі ролик болып табылады. 2 суретте роликтердің тірек түйіндері көрсетілген. Жалпы мақсаттағы конвейердің ролигі (сурет. 17.3, а) 1 шарикоподшипниктен, 2 осьтен, 3 және 4 лабиринтті сақиналардан, 5 лабиринтті қақпақтан және 6 және 7 тиекті сақиналардан тұрады. Роликтің конструкциясының ерекшелігі-үш штампталған элементтерден тұратын лабиринтті тығыздау. Мұндай ролик тігіссіз болат құбырдан жасалған, прем өңделген және өңделмеген беті бар роликті орындау көзделеді (роликтің тозуын азайту үшін, алайда жүктердің жекелеген санаттарын жылжыту үшін қолданылмайды). Ролик құбырын қосымша бетпен қосу құбырдың бүйірін домалату арқылы жүзеге асырылады.



2 Сурет - Конвейердің роликтері: а – жалпы мақсаттағы; б – жеңіл жүктерге арналған; 1 – шарик тәріздес; 2 – ось; 3, 4 – лабиринттік сақиналар; 5-лабиринттік қақпақ; 6, 7 – тиекті сақиналар; 8 – рама; 9 – қосымша беттер; 10 – қақпақ; 11-байлау

1.2 Жобалауға арналған техникалық тапсырманы талдау

Техникалық тапсырмаға сәйкес рольганг қаңқасының барысы $S = 1,7$ м құрайды.

Өңделген құймаларды алу уақытына тең ($t = 50$ с) станоктың жұмыс аймағына құймаларды беру уақытын қабылдаймыз, онда талап етілетін жылжу жылдамдығы

$$V = \frac{S}{t} = \frac{1,7}{50} = 0,034 \text{ м/с} = 2,04 \text{ м/мин} \quad (1)$$

Рольгангтың беріктігін анықтаймыз

$$[L_h] = 365 \cdot L \cdot 24 \cdot k_{\text{жыл}} \cdot k_{\text{сут}} = 365 \cdot 10 \cdot 24 \cdot 0,64 \cdot 0,3 = 16820 \text{ сағ}$$

мұнда $L = 10$ жыл – жетектің қызмет ету мерзімі (техникалық тапсырмаға сәйкес);

$k_{\text{жыл}} = 0,64$ -жылдық пайдалану коэффициенті;

$k_{\text{сут}} = 0,3$ – коэффициенттері тәуліктік пайдалану.

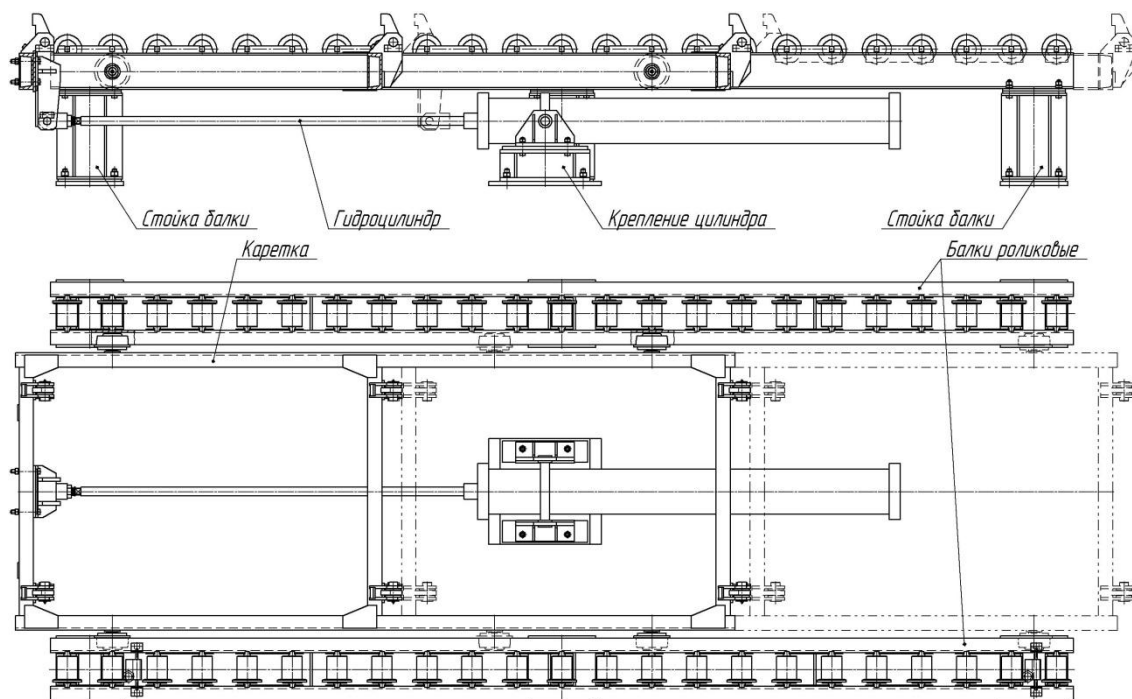
Кәсіпорында ірі габаритті құймалардың жауапты беттерін өңдеу үшін металл кесетін жабдықты, әртүрлі тасымалдаушы құрылғыларды және магистральды конвейерлермен қосылған машиналарды қамтитын технологиялық желі пайдаланылады. Өндірістік үй-жайларды жоспарлау станоктың жұмыс аймағына тікелей магистральдық конвейерден дайындамаларды беруді жүзеге асыруға әрдайым мүмкіндік бермейді, онда жалпы цехтық конвейерлік көлікке қосымша станоктардың жұмыс аймағы шегінде жергілікті қолданылатын қосымша жүк көтергіш құрылғылар орнатылады.

Қазіргі уақытта осындай қосымша құрылғылар ретінде еңкіш крандар немесе көпірлі кран-балкалар қолданылады. Бұл жабдықты пайдалану Жүкті ілмектеу, мұқият қолмен тексеру және құюды станок үстеліне орнату қажеттілігімен байланысты. Дайындамамен барлық манипуляциялар сөндірілген станокта жүргізіледі және шамамен 10 минут (Машина уақытының шамамен 20%) алады.

Ірі габаритті вагонды құйма тапшылығының өсуіне байланысты (арбалардың нығыздау және бүйір арқалықтары, автотіркегіш корпустары) кәсіпорының алдында вагон өнеркәсібінің қажеттілігі үшін, сондай-ақ басқа өңірлерге өткізу үшін өз өндірісін игеру міндеті тұр. Құюға сұраныстың болжамды өсуін ескере отырып, және соның салдарынан шығару бағдарламасының ұлғаюы, Өндірісті механикаландыру мен автоматтандырудың тиімді құралдарының болмауы жоспарлардың орындалуын үзуге және кәсіпорын пайдасының төмендеуіне алып келеді.

1.3 Рольгангтің жинақтау сұлбасын әзірлеу

3-суретте ұсынылған рольгангтың орналасуы көрсетілген.



3 Сурет - Рольгангты құрастырылған

Рольганг бір-бірінен 1580 мм қашықтыққа алты тіректе қатты бекітілген екі роликті Арқалықтан тұрады (қашықтық құймалардың шекті көлемдерімен анықталады).

Катоктардағы роликті арқалықтардың арасында құйманы гидроцилиндрден үдемелі қозғалуын хабарлайтын каретка жылжытылады.

Гидроцилиндрдің корпусы шарнирді қозғалмайтын кронштейнге бекітілген, цилиндр штогы кареткаға қосылған. Арқалықтардың тіректері мен гидроцилиндрдің кронштейні іргетасқа бекітіледі.

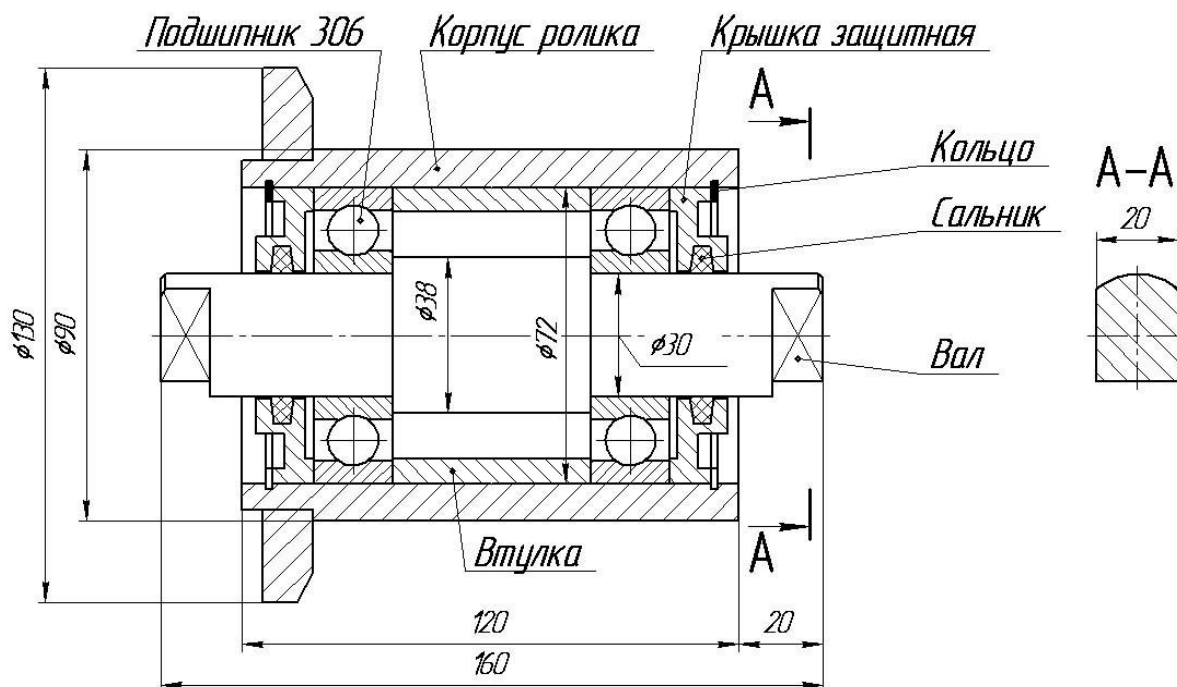
1.4 Роликті элементтерді есептеу және жобалау

Роликтер (3-сурет) рольгангтің қозғалмайтын бөлігіне қатысты жүктің қозғалуын жеңілдету үшін қажет.

Сырғанау беті цилиндрлік, бүйірлік және конустық беттердің комбинациясы болып табылады. Бүйір беті жүктің рольгангтен түсуіне кедергі жасайды, ал конустық беті құюды орнату кезінде орталықтандыруды қамтамасыз етеді.

Жүрістің бірқалыптылығы роликке тұспа-тұс келген подшипниктер жұбының есебінен қамтамасыз етіледі. Мойынтіректің ішкі сақинасы шығыңқы ұшында роликті арқалықтардың пазасына кіретін фрезерлі шаңғылар бар

білікке негізделеді.



4 Сурет - Ролик

Мойынтірек сақиналарын роликке қатысты бекіту орталық төлке және екі бүйірлік қақпақтың есебінен жүзеге асырылады, олар өз ортасында тілік сақиналармен бекітіледі.

Роликтің ішіне шаң кіріп кетпеу үшін, бүйір қақпақтарында сальниктердің астына жыралар толы. Подшипникті қуыстарды роликті жинау кезінде қалың майлаумен толтыру қажет.

Қондырғыны пайдалану кезінде роликтер құйма салмағына тең тік жүктемені қабылдайды, бұл ретте қозғалмайтын оське қатысты бұрылады. Бұл жағдайда жобалаудың сапа өлшемі шарикоподшипниктердің жеткілікті ұзақ мерзімділігі болып табылады.

Роликке тік жүктемені анықтаймыз:

$$P_r = (1 + k_d) \cdot \frac{Q}{n} = (1 + 0,25) \cdot \frac{10000}{3} \approx 4170 \text{ Н} \quad (2)$$

мұнда $k_d = 0,25$ -құйманы рольгангке түсіру кезіндегі динамикалық жүктемелерді ескеретін коэффициент;

$Q = 1000 \text{ кг} = 10000 \text{ Н}$ -құйманың ең үлкен салмағы;

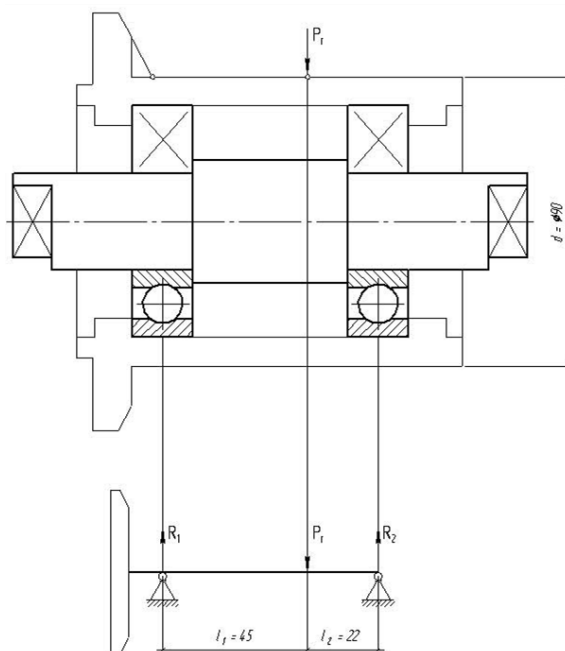
$n = 3$ -құймаларды бір мезгілде тиейтін роликтердің ең аз саны.

Құймалардың габариттік өлшемдеріне байланысты оны роликтерге қатысты орналастырудың екі жұп жағдайы болуы мүмкін:

- рольгангта орнатылған жүк роликті сырғанаудың негізгі цилиндрикалық бетіне қатысты;

- жүк шығыршықтардың ортадағы конустық бетіне қатысты.

Жүк роликті сырғанаудың негізгі цилин-дрикалық бетіне қатысты есептік жағдайды қарастырайық (5-сурет).



5 Сурет - Ролик тіректерінің есептік схемасы
(бірінші есептік жағдай)

$P_r = 4170$ Н ролигіне радиалды жүктемені анықтаймыз.

$P = 0$ Н ролигіне осьтік жүктемені анықтаймыз.

R_1 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық
Сонда

R_2 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық
Сонда

Тік оське күштер проекциясының теңдеуін құрастыра отырып, реакцияларды анықтаудың дұрыстығын тексереміз:

$$R_1 + R_{y2} - P_r = 1369 + 2801 - 4170 = 0 \quad (3)$$

Алдын ала 306 сериялы радиалды шарикті подшипниктерді белгілеп, оның сипаттамаларын жазамыз [1, б. 394, ПЗ кестесі]:

- ішкі диаметрі $d = 30$ мм;
- сыртқы диаметрі $d = 72$ мм;
- ені $b = 19$ мм;
- статикалық жүк көтергіштігі $C_0 = 14600$ Н;
- динамикалық жүк көтергіштігі $C = 28100$ Н.

Мойынтіректерді жүктеу 2 тірек бойынша таңдаймыз.

Баламалы жүктеме мынадай формула бойынша есептеледі:

$$P_{\Sigma} = (X \cdot V \cdot R_2 + Y \cdot P_a) \cdot K_{\epsilon} \cdot K_T = (1 \cdot 1,2 \cdot 2801 + 1 \cdot 0) \cdot 1 \cdot 1 \approx 3360 \text{ Н} \quad (4)$$

мұндағы $X = 1$ [1, с. 212, 9.18 – кесте]-радиалды жүктеу коэффициенті;
 $V = 1,2$ [1, с. 212] – сақиналарды жүктеу сипатын ескеретін коэффициент (сыртқы сақина айналады);

$K_T = 1$ [1, с. 214, кесте 9.20] – ескеретін коэффициент, жылу-ловое кеңейту тел домалау температурада $50 \dots 100^{\circ}\text{C}$.

Мойынтіректердің ресурсын анықтамас бұрын, роликтің айналу жиілігін есептейміз

Есептеу беріктігін анықтаймыз (ресурс)

$$L = \left(\frac{C}{P_{\Sigma}} \right)^3 \cdot 10^6 = \left(\frac{28100}{3360} \right)^3 \cdot 10^6 = 8,4 \cdot 10^6 \text{ айналым}$$

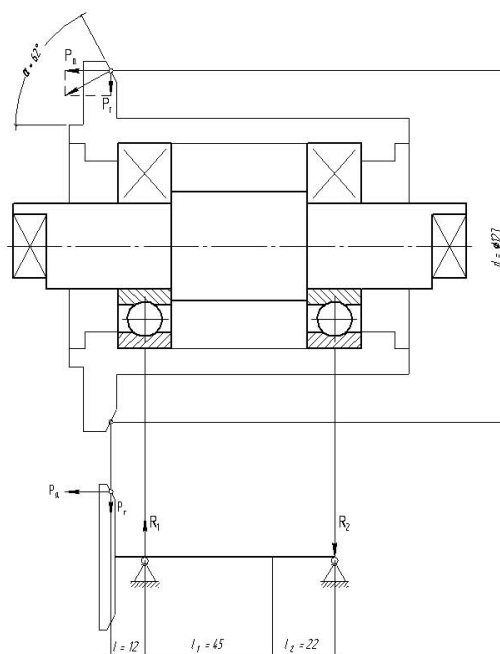
$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n_1} = \frac{8,4 \cdot 10^6}{60 \cdot 7,2} \approx 19400 \text{ сағ}$$

Техникалық тапсырмада белгіленген есептік беріктікті салыстырамыз:

$$L_h = 19400 \text{ сағ} > [L_h] = 16820 \text{ сағ}$$

Берілген есептеулердің негізінде алдын ала таңдалған подшипниктердің жарамдылығы туралы қорытынды жасаймыз.

Рольгангте орнатылған жүк роликті домалаудың негізгі цилиндрлік бетіне қатысы жоқ есептік жағдайды қарастырайық (6-сурет).



6 Сурет - Ролик тіректерінің есептік схемасы (екінші есептік жағдай)

Роликке радиальды жүктемесі $P_r = 4170 \text{ Н}$.

Роликке өстік жүктемесі

$$P_a = P_r \cdot \operatorname{tg} \alpha = 4170 \cdot \operatorname{tg} 62^\circ = 7843 \text{ Н} \quad (5)$$

мұнда $\alpha = 62^\circ$ - орташалайтын конустың жоғарғы жағында бұрыштың жартысы.

R_1 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық

$$\Sigma M_2 = P_r \cdot (\ell + \ell_1 + \ell_2) + 0,5 \cdot P_A \cdot d - R_1 \cdot (\ell_1 + \ell_2) = 0$$

Онда

$$R_1 = \frac{P_r \cdot (\ell + \ell_1 + \ell_2) + 0,5 \cdot P_A \cdot d}{\ell_1 + \ell_2} = \frac{4170 \cdot (12 + 45 + 22) + 0,5 \cdot 7843 \cdot 123}{45 + 22} = 12116 \text{ Н}$$

R_2 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық:

$$\Sigma M_1 = P_r \cdot \ell + 0,5 \cdot P_A \cdot d - R_2 \cdot (\ell_1 + \ell_2) = 0$$

Онда

$$R_2 = \frac{P_r \cdot \ell + 0,5 \cdot P_A \cdot d}{\ell_1 + \ell_1} = \frac{4170 \cdot 12 + 0,5 \cdot 7843 \cdot 123}{45 + 22} = 7946 \text{ Н}$$

Тік оське күштер проекциясының теңдеуін құрастыра отырып, реакцияларды анықтаудың дұрыстығын тексереміз:

$$R_1 - R_2 - P_r = 12116 - 7946 - 4170 = 0$$

Мойынтіректерді жүктеу 1 тірегі бойынша тексереміз.

Осьтік жүктемені қабылдауға жол беретін радиалды подшипниктердің беріктігін бағалау үшін осьтік жүктеменің подшипниктің статикалық жүк көтергіштігіне қатынасын анықтаймыз.

$$P_a / C_0 = 7843 / 14600 = 0,537$$

$P_a / C_0 = 0,537$ шамасы бойынша сызықтық интерполяция әдісін пайдалана отырып, осьтік жүктеу коэффициентінің мәнін анықтаймыз $e = 0,437$ [1, с. 212, 9 кесте.18]

Анықтаймыз қатынасын:

$$P_a / R_1 = 7843 / 12116 = 0,65 > e = 0,437$$

онда $X = 0,56$; $Y = 1,001$ [1, с. 212, 9 кесте.18].

Баламалы жүктеме мынадай формула бойынша анықталады:

$$P_{\Sigma} = (X \cdot V \cdot R_1 + Y \cdot P_a) \cdot K_6 \cdot K_T = (0,56 \cdot 1,2 \cdot 12116 + 1 \cdot 7843) \cdot 1 \cdot 1 \approx 15985 \text{ Н}$$

Роликтің айналу жиілігін есептейміз:

$$n = \frac{V \cdot 60}{\pi \cdot D} = \frac{0,034 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,123} = 5,3 \text{ мин}^{-1}$$

Есептеу беріктігін анықтаймыз (қорын)

$$L = \left(\frac{C}{P_{\Sigma}} \right)^3 \cdot 10^6 = \left(\frac{28100}{15985} \right)^3 \cdot 10^6 = 5,4 \cdot 10^6 \text{ айналым}$$

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n_1} = \frac{5,4 \cdot 10^6}{60 \cdot 5,3} \approx 17080 \text{ сағ}$$

Есептеу беріктігін техникалық тапсырмамен салыстырамыз:

$$L_h = 17080 \text{ сағ} > [L_h] = 16820 \text{ сағ}$$

Құймаларды орналастырудың кез келген есептік жағдайлары үшін алдын ала таңдалған подшипниктердің жарамдылығы туралы қорытынды жасаймыз.

Ролик осінің беріктігін тексереміз (6-сурет).

Бірінші есептік жағдай үшін (6-сурет) R_1 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық:

$$\Sigma M_2 = F_1 \cdot (\ell_1 + \ell_2) + F_2 \cdot \ell_2 - R_1 \cdot (\ell + \ell_1 + \ell_2) = 0$$

Онда

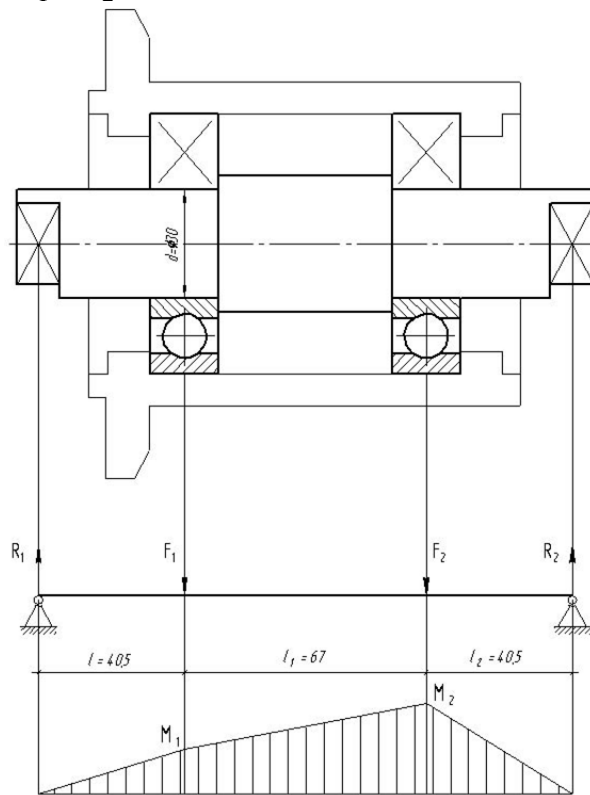
$$R_1 = \frac{F_1 \cdot (\ell_1 + \ell_2) + F_2 \cdot \ell_2}{\ell + \ell_1 + \ell_2} = \frac{1369 \cdot (67 + 40,5) + 2801 \cdot 40,5}{40,5 + 67 + 40,5} = 1761 \text{ Н}$$

R_2 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық:

$$\Sigma M_1 = R_2 \cdot (\ell + \ell_1 + \ell_2) - F_2 \cdot (\ell + \ell_1) - F_1 \cdot \ell = 0$$

Онда

$$R_2 = \frac{F_2 \cdot (l + l_1) + F_1 \cdot l}{l + l_1 + l_2} = \frac{2801 \cdot (40,5 + 67) + 1369 \cdot 40,5}{40,5 + 67 + 40,5} = 2409 \text{ Н}$$



7 Сурет - Ролик осінің есептік схемасы
(бірінші есептік жағдай)

Тік оське күштер проекциясының теңдеуін құрастыра отырып, реакцияларды анықтаудың дұрыстығын тексереміз:

$$R_1 + R_2 - F_1 - F_2 = 1761 + 2409 - 1369 - 2801 = 0$$

Осьтің ықтимал қауіпті қимасындағы иілу сәттерін анықтаймыз.
- сол мойынтіректің қону бетінің ортасында:

$$M_1 = R_1 \cdot l = 1761 \cdot 40,5 = 71320,5 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

- оң мойынтіректің қону бетінің ортасында:

$$M_2 = R_2 \cdot l_2 = 2409 \cdot 40,5 = 97564,5 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Оң мойынтірек астындағы қимадағы қалыпты кернеуді анықтаймыз:

$$\sigma = \frac{M_2}{W} = \frac{97564,5}{2650} = 37 \text{ МПа}$$

мұнда W – мойынтірек астындағы ось қимасының майысу

кедергісінің моменті

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 30^3}{32} = 2650 \text{ мм}^3$$

$d = 30$ мм – мойынтіректің 306 отырғызу диаметрі.

Ось материалы ретінде 20 МЕСТ 1050-88 механикалық сипаттамалары бар сапалы көміртекті болат қабылдаймыз:

- үзілуге уақытша кедергісі $\sigma_B = 410$ МПа;

- аққыштық шегі $\sigma_T = 245$ МПа.

Беріктік қоры кезінде таңдалған материал үшін рұқсат етілетін кернеуді анықтаймыз $n = 2,0$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{245}{2} = 122,5 \text{ МПа}$$

Есептік кернеуді рұқсат етілген кернеумен салыстырамыз:

$$\sigma = 37 \text{ МПа} < [\sigma] = 122,5 \text{ МПа}$$

Екінші есептік жағдай үшін (6-сурет) реакцияны R_1 анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық

$$\Sigma M_2 = F_1 \cdot (\ell_1 + \ell_2) - F_2 \cdot \ell_2 - R_1 \cdot (\ell + \ell_1 + \ell_2) = 0$$

Онда

$$R_1 = \frac{F_1 \cdot (\ell_1 + \ell_2) - F_2 \cdot \ell_2}{\ell + \ell_1 + \ell_2} = \frac{12116 \cdot (67 + 40,5) - 7946 \cdot 40,5}{40,5 + 67 + 40,5} = 6626 \text{ Н}$$

R_2 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық

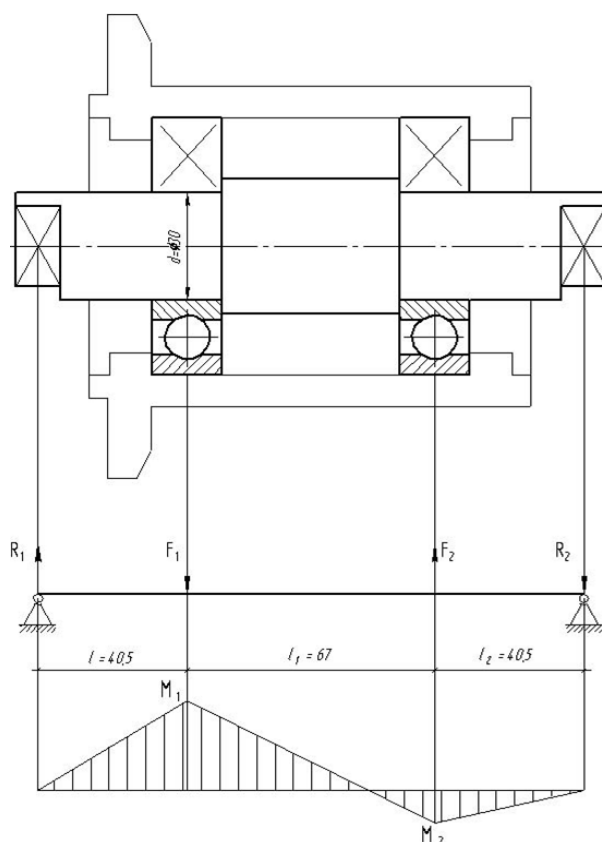
$$\Sigma M_1 = F_2 \cdot (\ell + \ell_1) - F_1 \cdot \ell - R_2 \cdot (\ell + \ell_1 + \ell_2) = 0$$

Онда

$$R_2 = \frac{F_2 \cdot (\ell + \ell_1) - F_1 \cdot \ell}{\ell + \ell_1 + \ell_2} = \frac{7946 \cdot (40,5 + 67) - 12116 \cdot 40,5}{40,5 + 67 + 40,5} = 2456 \text{ Н}$$

Тік оське күштер проекциясының теңдеуін құрастыра отырып, реакцияларды анықтаудың дұрыстығын тексереміз:

$$R_1 - R_2 - F_1 + F_2 = 6626 - 2456 - 12116 + 7946 = 0$$



8 Сурет - Ролик осінің есептік схемасы
(екінші есептік жағдай)

Осьтің ықтимал қауіпті қимасындағы иілу сәттерін анықтаймыз.
- сол мойынтіректің қима бетінің ортасында:

$$M_1 = R_1 \cdot \ell = 6626 \cdot 40,5 = 268353 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

- оң мойынтіректің қону бетінің ортасында:

$$M_2 = R_2 \cdot \ell_2 = 2456 \cdot 40,5 = 99468 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Сол мойынтірек астындағы қимадағы қалыпты кернеуді анықтаймыз:

$$\sigma = \frac{M_1}{W} = \frac{268353}{2650} = 101,5 \text{ МПа}$$

Есептік кернеуді рұқсат етілген кернеумен салыстырамыз:

$$\sigma = 101,5 \text{ МПа} < [\sigma] = 122,5 \text{ МПа}$$

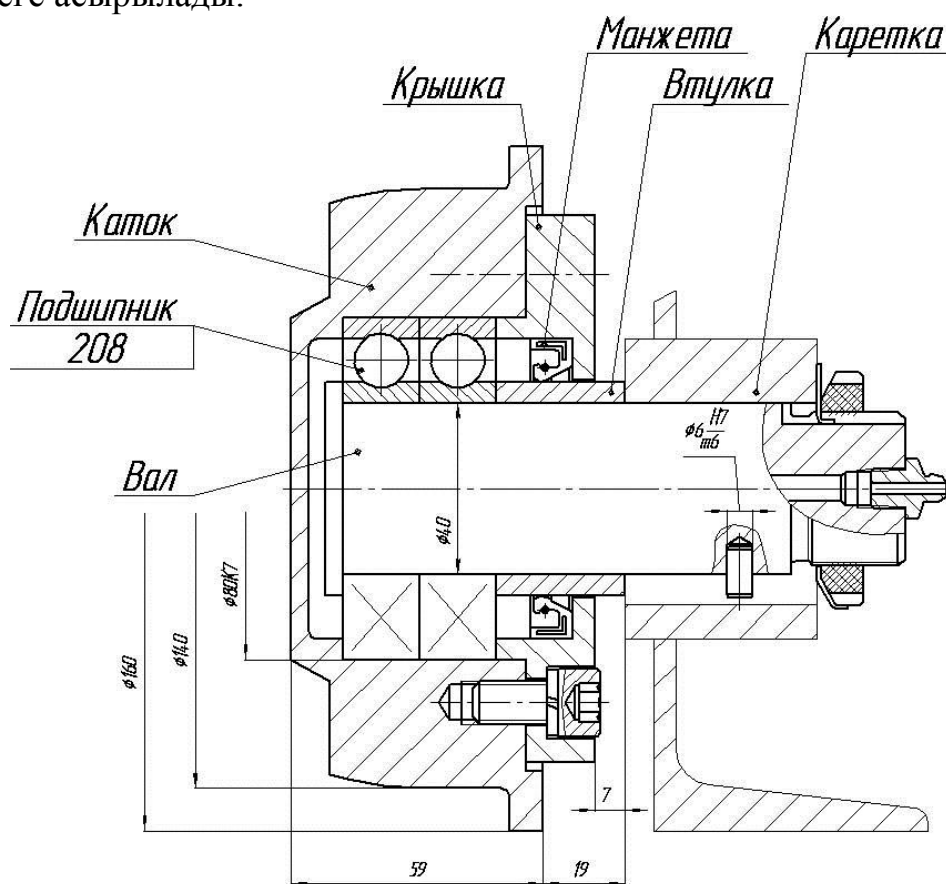
Осылайша, таңдалған осьтің өлшемдері мен материалы жүктеудің кез келген жүктеу нұсқасында талап етілетін статикалық беріктікті қамтамасыз етеді.

Катоктар (9-сурет) рольгангтің қозғалмайтын бөлігіне қатысты каретканың жылжуын жеңілдету үшін қажет.

Сырғанау беті цилиндрлік, шеткі және сферикалық беттердің комбинациясы болып табылады. Бүйір беті каретканың рольгангтен түсуіне кедергі жасайды, ал сфералық бет роликті арқалықтарға қатысты каретканың орталықтандырылуын қамтамасыз етеді.

Жүрістің бірқалыптылығы катоктың өсімдігіне престелген қосарлы подшипниктер есебінен қамтамасыз етіледі. Ішкі сақиналар валға негізделеді, оның шығыс ұшы кареткаға қатты бекітіледі.

Мойынтіректің сақиналары каткаға қатысты корпусына бекітілу жыртылған кемер және корпусында бұрандалармен бекітілген шеткі қақпақ есебінен жүзеге асырылады.



9 Сурет – Каток

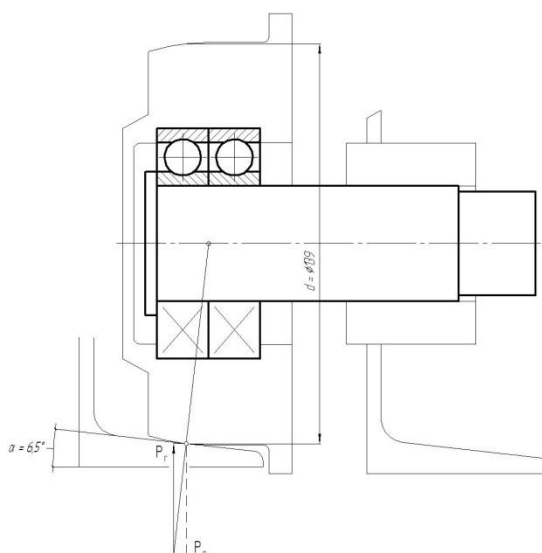
Роликтің ішіне шаң кіріп кетпеу үшін шеткі қақпақта манжет орнатылған. Мойынтіректі қуыстарды роликті жинау кезінде қалың майлаумен толтыру қажет. Қондырғыны пайдалану кезінде роликтер каретканың өз салмағына тең тік жүктемені қабылдайды, бұл ретте қозғалмайтын оське қатысты бұрылады.

Рольгангтің таңдалған схемасының ерекшелігі жүктемелерді бөлек қабылдау болып табылады: роликті арқалықтар құйма салмағымен жүктелген, ал каретка құйманы үдемелі қозғалысқа келтіру үшін ғана қызмет етеді.

Жобалаудың сапа өлшемі шарикті мойынтіректердің жеткілікті ұзақ

мерзімділігі болып табылады.

Катокты тіректердің есептік сұлбасы 8-суретте келтірілген.



10 Сурет – Каток тіректерінің есептік схемасы

Катокқа тік жүктемені анықтаймыз:

$$P_r = \frac{G_K}{n} = \frac{2800}{3} \approx 935 \text{ Н} \quad (6)$$

мұнда $G_K = 280 \text{ кг} = 2800 \text{ Н}$ – каретканың меншікті салмағы (шамамен); $n = 3$ – жұмыс катоктарының ең аз саны.

Катокқа осьтік жүктеме:

$$P_a = P_r / \operatorname{tg} \alpha = 935 / \operatorname{tg} 6,5^\circ = 107 \text{ Н} \quad (7)$$

мұнда $\alpha = 6,5^\circ$ – стандартты ыстықтай илектелген швеллер сөресінің еңіс бұрышы.

208 сериясының радиалды шарикті мойынтіректерін алдын ала белгілеп, оның сипаттамаларын жазамыз [1, б. 394, ПЗ кесте]:

- ішкі диаметр $d = 40 \text{ мм}$;
- сыртқы диаметр $D = 80 \text{ мм}$;
- статикалық жүк көтергіштігі $C_0 = 17800 \text{ Н}$;
- динамикалық жүк көтергіштігі $C = 32000 \text{ Н}$.

Осьтік жүктемені қабылдауға жол беретін радиалды мойынтіректердің ұзақ жарамдылығын бағалау үшін осьтік жүктеменің мойынтіректің статикалық жүк көтергіштігіне қатынасын анықтаймыз:

$$P_a / C_0 = 107 / 17800 = 0,006$$

$P_A/C_0 = 0,006$ шамасы бойынша сызықтық интерполяция әдісін пайдалана отырып, осьтік жүктеу коэффициентінің мәнін анықтаймыз $e = 0,17$ [1, б. 212, 9 кесте.18]

Қатынасын анықтаймыз:

$$P_a / P_r = 107 / 935 = 0,11 < e = 0,17$$

Егер $e = 0,17$ коэффициенттер: $X = 1,0$; $Y = 0$ [1, б. 212, 9 кесте.18].

Баламалы жүктеме мынадай формула бойынша анықталады:

$$P_{\Sigma} = (X \cdot V \cdot P_r + Y \cdot P_a) \cdot K_{\sigma} \cdot K_T = (1,0 \cdot 1,2 \cdot 935 + 0 \cdot 107) \cdot 1 \cdot 1 \approx 1122 \text{ Н}$$

Роликтің айналу жиілігін есептейміз:

$$n = \frac{V \cdot 60}{\pi \cdot D} = \frac{0,034 \cdot 60}{3,14 \cdot 0,139} = 4,7 \text{ мин}^{-1}$$

Есептеу беріктігін анықтаймыз (қорын):

$$L = \left(\frac{C}{P_{\Sigma}} \right)^3 \cdot 10^6 = \left(\frac{32000}{1122} \right)^3 \cdot 10^6 = 23200 \cdot 10^6 \text{ айналым}$$

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n_1} = \frac{23200 \cdot 10^6}{60 \cdot 5,3} \approx 82 \cdot 10^6 \text{ сар}$$

Берілген есептеулердің негізінде алдын - ала таңдалған мойынтіректердің жарамдылығы туралы қорытынды жасаймыз.

Каток осінің беріктігін тексереміз. Каток осінің есептік сұлбасы 9-суретте келтірілген. Осьтің қауіпті қимасындағы иілу моменттерін анықтаймыз:

$$M = P_r \cdot \ell = 935 \cdot 67,5 = 63112,5 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

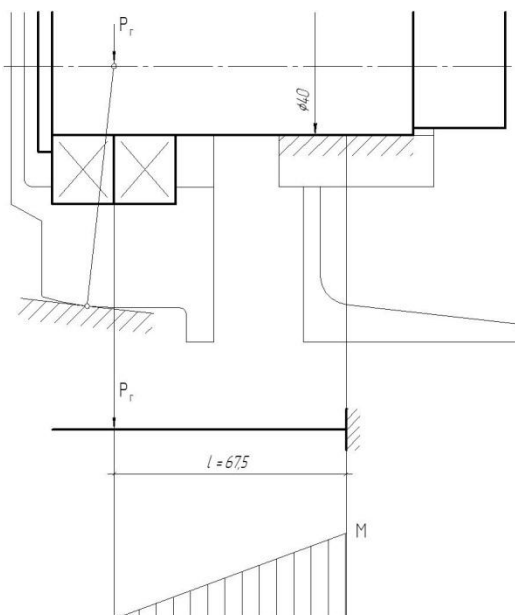
Қимадағы қалыпты кернеуді анықтаймыз:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{63112,5}{6283} = 10 \text{ МПа} < [\sigma] = 122,5 \text{ МПа} \quad (8)$$

мұнда W – ось қимасының майысу кедергісінің моменті:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{32} = 6283 \text{ мм}^3$$

$d = 40 \text{ мм}$ – осінің отырғызу диаметрі.



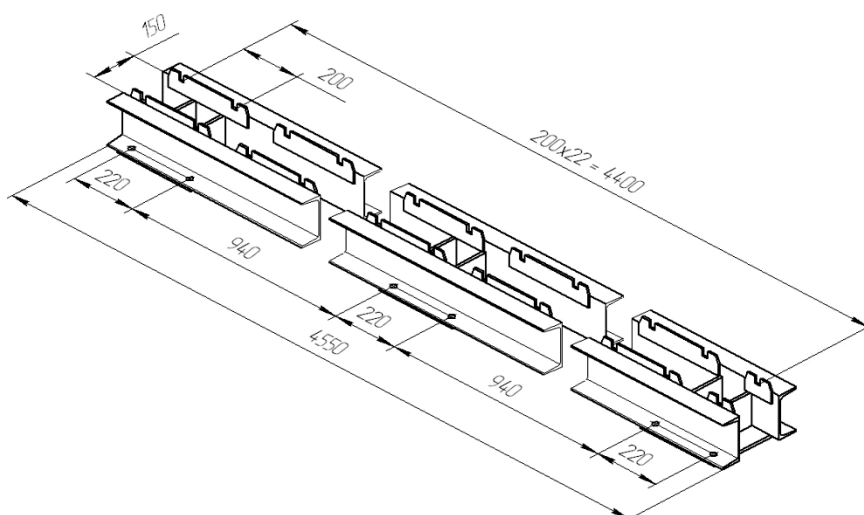
11 Сурет - Каток осінің есептік схемасы

Осылайша, таңдалған осьтің өлшемдері мен материалы талап етілетін статикалық беріктікті қамтамасыз етеді.

1.5 Роликті арқалықтарды есептеу және жобалау

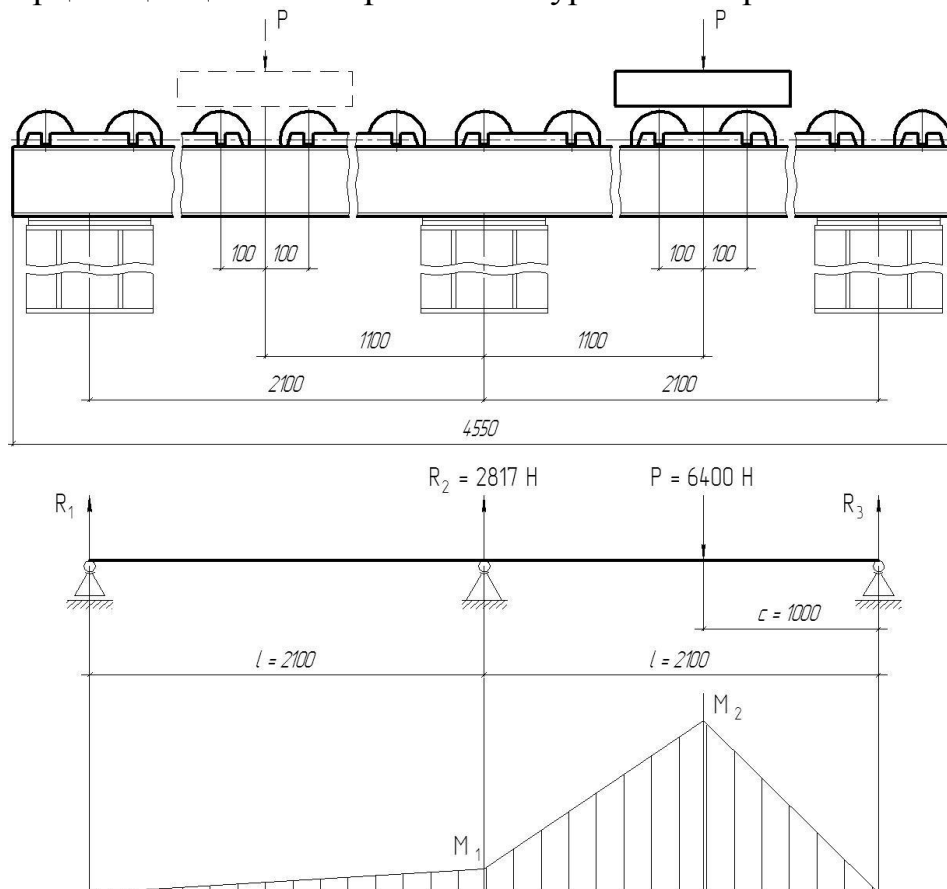
Роликті арқалықтар (12 сурет) көлденең диафрагмалармен біріктірілген №16 екі швеллерден тұрады. Швеллерлердің ішкі беттеріне роликтердің цапфалары орнатылған пазалары бар планкалар дәнекерленген.

Роликті арқалықты консольге бекіту швеллерлердің төменгі сөрелеріне дәнекерленген екі тірек табақтан кейін алты М16 бұрандамасы арқылы жүзеге асырылады.



12 Сурет – Роликті арқалық

Роликті арқалықтың есептік сұлбасы 13-суретте келтірілген.



13 Сурет - Роликті арқалықтың есептік схемасы

Роликті арқалыққа тік жүктеме роликтер мен каткалар арқылы беріледі, бұл ретте жүктеме жүкпен қаретканың қозғалысы процесінде Арқалықтың бойымен қозғалады.

Материалдар кедергісі курсынан екіпролетті кесілмеген арқалықтар үшін жүктемені қолданудың ең қолайсыз схемасы-шоғырланған күш орта және шеткі тіректердің арасындағы ортасында салынған жағдай. Тіректердің симметриялық орналасуын ескере отырып (11 сурет) екі есептік жағдай да (қаретка оң аралықтың ортасында болғанда және сол аралықтың ортасында болғанда) бірдей болады деген қорытынды жасаймыз. Есептеу кезінде Арқалықтың өз салмағын елемейміз

Оң жақ аралықтың ортасында салмақтық жүктемелерді қолдану схемасын қарастырайық.

Арқалықтағы жүктемені анықтаймыз:

$$P = \frac{Q + G_K}{n} = \frac{10000 + 2800}{2} = 6400 \text{ H} \quad (9)$$

мұнда $Q = 10000 \text{ H}$ – құйма салмағы;

$G_K = 280 \text{ кг} = 2800 \text{ H}$ – қаретка салмағы,

$n = 2$ – бір уақытта жұмыс істейтін роликтердің ең аз саны.

Орта тіректің реакциясын анықтау арқылы арқалықтың статикалық анықталмауын анықтаймыз:

$$R_2 = \frac{P \cdot c \cdot (3 \cdot \ell^2 - c^2)}{3 \cdot \ell^3} = \frac{6400 \cdot 1000 \cdot (3 \cdot 2100^2 - 1000^2)}{3 \cdot 2100^3} = 2817 \text{ Н}$$

R_1 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық:

$$\Sigma M_3 = P \cdot c - R_2 \cdot \ell - R_1 \cdot 2\ell = 0$$

Онда

$$R_1 = \frac{P \cdot c - R_2 \cdot \ell}{2\ell} = \frac{6400 \cdot 1000 - 2817 \cdot 2100}{2 \cdot 2100} = 115 \text{ Н}$$

R_3 реакциясын анықтау үшін статикалық тепе-теңдік теңдеуін құрайық

$$\Sigma M_1 = R_3 \cdot 2\ell - P \cdot (2\ell - c) + R_2 \cdot \ell = 0$$

Онда

$$R_3 = \frac{P \cdot (2\ell - c) - R_2 \cdot \ell}{2\ell} = \frac{6400 \cdot (2 \cdot 2100 - 1000) - 2817 \cdot 2100}{2 \cdot 2100} = 3468 \text{ Н}$$

Тік оське күштер проекциясының теңдеуін құрастыра отырып, реакцияларды анықтаудың дұрыстығын тексереміз:

$$R_1 + R_2 + R_3 - P = 115 + 2817 + 3468 - 6400 = 0$$

Арқалықтың ықтимал қауіпті қималарындағы иілу моменттерін анықтаймыз.

- орта тірек астында

$$M_1 = R_1 \cdot \ell = 115 \cdot 2100 = 241500 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

- ортаңғы және оң тірек арасындағы аралықтың ортасында

$$M_2 = R_3 \cdot c = 3468 \cdot 1000 = 3468000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Қима сипаттамалары бар МЕМСТ 8240-97 бойынша №16 екі швеллер түріндегі арқалықтың қимасын алдын ала тағайындаймыз:

- ауданы $F = 1810 \text{ мм}^2$;
- иілуге момент кедергісі $W_x = 9,34 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$;
- инерция моменті $J_x = 7,47 \cdot 10^6 \text{ мм}^3$.

Сол мойынтірек астындағы қимадағы қалыпты кернеуді анықтаймыз:

$$\sigma = \frac{M_2}{W} = \frac{3468000}{9,34 \cdot 10^4} \approx 37 \text{ МПа} \quad (10)$$

мұнда W – арқалық қимасының иілуге кедергілер моменті

$$W = 2 \cdot W_x = 2 \cdot 9,34 \cdot 10^4 = 1,868 \cdot 10^4 \text{ мм}^3$$

Есептік қалыпты кернеулер $\sigma = 37 \text{ МПа}$ $R = 163 \text{ МПа}$ (ВСт3сп5 маркасының материалы)

$$R = R_y = \frac{R_{yn}}{\gamma_m} = \frac{245}{1,5} = 163 \text{ МПа} \quad (11)$$

мұнда R_y – ағымдылық шегі бойынша сығуға және майысуға арқалық материалының есептік кедергісі;

$R_{yn} = 245 \text{ МПа}$ – ағымдылық шегі бойынша қысуға және майысуға арқалық материалының нормативтік кедергісі;

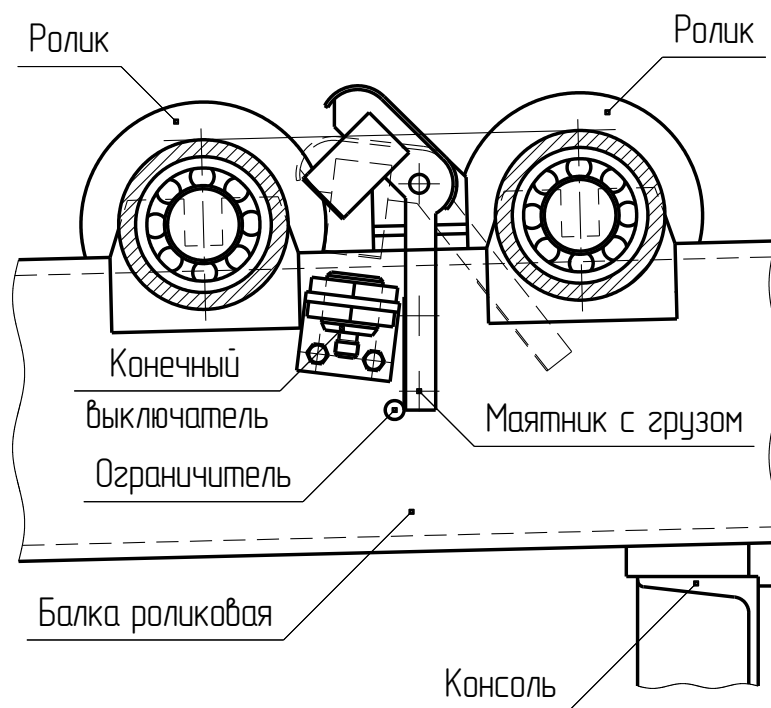
$\gamma_m = 1,5$ [2, б. 4, 3 кесте.2] – материал бойынша сенімділік коэффициенті.

Есептік кернеуді рұқсат етілген кернеумен салыстырамыз.

$\sigma = 37 < R = 163 \text{ МПа}$ – беріктік шарты орындалды.

1.6 Жол ажыратқыштарын құрастыру

Беріліс құрылғысы бар станокты басқару жүйесінің жұмысын синхрондау жол сөндіргішінің роликті арқалықтарының бірін сол жағында орнату есебінен жүзеге асырылады (14-сурет).



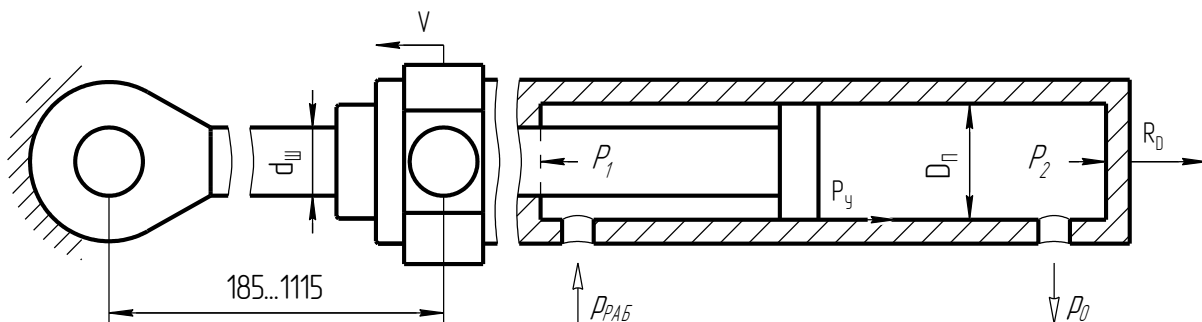
14 Сурет - Жол ажыратқышын орнату

Құйманы роликті арқалықтарға орнату кезінде жүк роликті сырғанаудың үстіне қойылады және бұл ретте Арқалықтың швеллерлері арасында орнатылған маятникпен өзара іс-қимыл жасайды. Маятниктің төменгі бөлігіне жүк бекітіледі, маятниктің бос күйінде қатаң тік орналасуын алатындай. Маятниктің жоғарғы бөлігінде магниттік материалдан жасалған пластинка, ал швеллер қабырғасында индуктивтік байланыссыз сенсор бекітілген. Роликтер жүкке тиемейді, магнитті пластинка мен датчик бір-бірінен жеткілікті қашықтықта және датчиктен станоктың командоаппаратына белгі болады. Бірақ құйма роликтерге қатысты болса, маятник сағат тіліне қарсы бұрылады (маятниктің жағдайы 12-суретте штрихты сызықтармен көрсетілген) және магниттік пластина датчиктен 5 мм қашықтықта болады, бұл оның іске қосылуын тудырады.

2 Гидроцилиндрдің жұмыс параметрлерін есептеу

Алдын ала есептеу және жобаны эскиздік өңдеу нәтижесінде каретканың сызықтық қозғалуының өлшемдері, салмағы және жылдамдығы белгіленген. Алынған деректер беруші құрылғының гидрожетегінің параметрлерін анықтау үшін қызмет етеді.

Гидроцилиндрдің есептік схемасын құрайық (15-сурет).



15 Сурет-гидроцилиндрдің есептік схемасы

Қарастырылып отырған гидроцилиндрде шток шарнирлі қозғалмайтын рамаға бекітілген, корпустың цапфасы шарнирлі каретканың кронштейнімен жалғанған. Келесі геометриялық параметрлер таңдалуы тиіс: $d_{п}$ поршень диаметрі, $d_{ш}$ шток диаметрі және S корпусының жүрісі.

Цилиндр жүрісі $H=1700$ мм каретканың жүрісіне сәйкес келуі тиіс, Көлденең қима ауданын есептеу үшін өрнектерді жазамыз:

- шток қуысы

$$F_1 = 0,25 \cdot \pi \cdot (D_{п}^2 - d_{ш}^2)$$

- поршень қуысы

$$F_2 = 0,25 \cdot \pi \cdot D_{п}^2$$

Гидроцилиндрдің геометриялық өлшемдерін есептеу үшін гидроцилиндрдің осі бойымен корпусқа әсер ететін күштер баланс теңдеуін құраймыз.

$$P_1 - P_2 = P_y + R_D, \quad (12)$$

мұнда P_1 – шток қуысындағы жұмыс қысымының күші;

P_2 – поршень қуысына қарсы күш;

P_y – поршень мен корпус жұптарындағы үйкеліс күші;

$R_D = 0,1 \text{ тС} = 1000 \text{ Н}$ – Технологиялық күш (құйма қозғалысына

кедергі күші).

P_1 және P_2 күшін гидроцилиндр қуысының көлденең қимасы ауданы, жұмыс қысымы және ағызу желісіндегі гидравликалық кедергі қысымы арқылы көрсетеміз $P_1 = p_1 \cdot F_1$

$$P_2 = p_0 \cdot F_2 \quad (13)$$

мұнда p_1 – жұмыс қысымы;

F_1 – шток қуысының көлденең қимасының ауданы;

p_0 – құю желісіндегі қысым;

F_2 – поршень қуысының көлденең қимасының ауданы.

Гидроцилиндрдің геометриялық параметрін енгіземіз-шток диаметрін поршень диаметріне алып жүру:

$$k = \frac{d_{III}}{D_{II}} \Rightarrow d_{III} = k \cdot D_{II}$$

Сонда шток қуысының көлденең қимасының ауданы:

$$F_1 = 0,25 \cdot \pi \cdot D_{II}^2 \cdot (1 - k^2)$$

Бірінші жақындаудағы ТҚ тығыздағыштарындағы үйкеліс күші R_D технологиялық күштің 25% тең деп қабылдаймыз:

$$P_y = 0,25 \cdot R_D$$

Қабылданған қатынасты ескере отырып, корпусқа әрекет ететін күштер баланс теңдеуін жазамыз:

$$p_1 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot D_{II}^2 \cdot (1 - k^2) - p_0 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot D_{II}^2 = 1,25 \cdot R_D$$

Соңғы өрнектен поршень диаметрі:

$$D_{II} = \sqrt{\frac{5 \cdot R_D}{\pi \cdot [p_1 \cdot (1 - k^2) - p_0]}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 1000}{3,14 \cdot [0,5 \cdot (1 - 0,5^2) - 0,196]}} = 157,3 \text{ мм} \quad (14)$$

мұнда $R_D = 1000 \text{ Н}$ – технологиялық күші;

$p_1 = 0,5 \text{ МПа}$ – жұмыс қысымы [3, б. 8];

$k = 0,5$ – шток диаметрінің поршень диаметріне қатынасы ("АПРЕЛЬ" фирмасының каталогы бойынша);

$p_0 = 0,196 \text{ МПа}$ – құю желісіндегі гидравликалық кедергі қысымы [3, б. 8].

Шток диаметрін анықтаймыз:

$$d_{\text{шт}} = D_{\text{п}} \cdot k = 157,3 \cdot 0,5 = 78,7 \text{ мм}$$

Каталогы бойынша жағалы жебенің көтерілу гидроцилиндрінің есептік өлшемдеріне сәйкес НС мәні бар цилиндр таңдаймыз.60.25.860-01 сипаттамалары бар:

- поршень диаметрі $D_{\text{п}} = 160$ мм;
- шток диаметрі $d_{\text{шт}} = 80$ мм;
- жүрісі $S = 1750$ мм.

Таңдалған цилиндр үшін көлденең қиманың ауданын есептейміз:

- шток қуысы

$$F_1 = 0,25 \cdot \pi \cdot (D_{\text{п}}^2 - d_{\text{шт}}^2) = 0,25 \cdot 3,14 \cdot (160^2 - 80^2) = 15080 \text{ мм}^2 = 0,015 \text{ м}^2$$

- поршень қуысы

$$F_2 = 0,25 \cdot \pi \cdot D_{\text{п}}^2 = 0,25 \cdot 3,14 \cdot 160^2 = 20106 \text{ мм}^2 = 0,02 \text{ м}^2$$

Жұмыс сұйықтығының шығынын есептейміз

- тікелей жүрісте

$$Q_1 = \frac{H}{t} \cdot F_1 = \frac{1,7}{50} \cdot 0,015 = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 30,6 \text{ л/мин}$$

- кері жүрісте

$$Q_2 = \frac{H}{t} \cdot F_2 = \frac{1,7}{50} \cdot 0,02 = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с} = 40,8 \text{ л/мин} \quad (15)$$

мұнда $H = 1700$ мм = 1,7 м – ход цилиндра;

$t = 50$ с –цикл уақыты;

$F_1 = 0,015 \text{ м}^2$ – шток қуысының көлденең қимасының ауданы;

$F_2 = 0,02 \text{ м}^2$ – поршень қуысының көлденең қимасының ауданы;.

Жұмыс сұйықтығының $Q_{\text{пв}}$ есептік шығысы үшін ең үлкен Q_1 және Q_2 ,

яғни

$$Q_{\text{пв}} = Q_2 = 40,8 \text{ л/мин}$$

3 Гидроцилиндірді беріктікке және орнықтылыққа есептеу

3.1 Гидроцилиндірді автоматтық жобалау жүйелер арқылы беріктікке және орнықтылыққа есептеу

АПИ Win Machine ортасында ақырғы элементтер әдісінің қолданысымен шешімдерді алты кезеңде табуға болады.

Тапсырманы анықтау, атын беру; конструкция мен жүктемелердің сызбасын дайындау.

Модельдің геометриясын ақырғы элементтер әдісіне сай етіп жасау.

Моделді ақырғы элементтер торына бөлу.

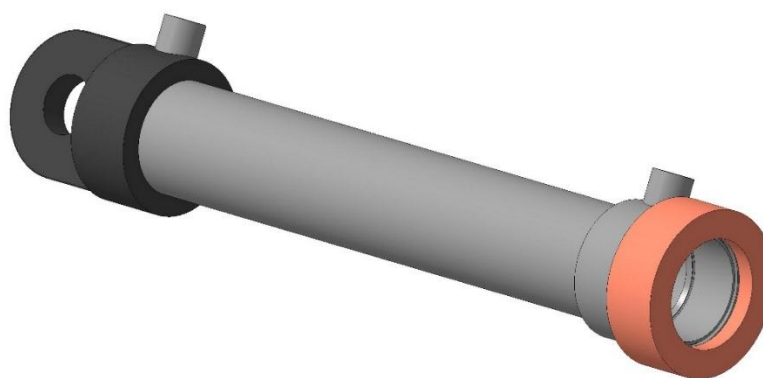
Моделге шекаралық шарттарды қосымшасы(шекарада бекіту немесе шекаралық жүктеме).

Теңдеулер жүйесінің сандық шешімі (автоматты түрде).

Нәтижелерін талдау.

1-4 кезеңдері препроцессорлық сатыға, 5-ші кезең процессорлық сатыға, 6 кезең постпроцессорлық сатыға жатады. Ең бейнетті 2 және 4-тармақтары.

АПИ WinMachine-де программа құру үшін екі режим қарастырылған: бағдарламалық және графикалық. Программа жасаудың ең жылдам тәсілі – графикалық тәсіл. Графикалық тәсілге тоқталайық. Осы тәсілдің көмегімен геометрияны құруға болады. Егер модель кез келген САД жүйесінде орындалса, интеграциаланған кеңейту көмегімен САЕ жүйесіне импортталуы мүмкін.



16 Сурет – КОМПАС жүйесінде тұрғызылған модель

Бағдарлама міндетке ат беруден басталады.

Тапсырманың атын енгізу: (мәзір утилиттері)

Деректер базасының аты беріледі

Цилиндр / Файл / (міндеттің атауы қойылады)

а) енгізу: жүктемедегі Цилиндр б) ОК басыңыз

Фильтрлерді орнату: (міндетті таңдау)

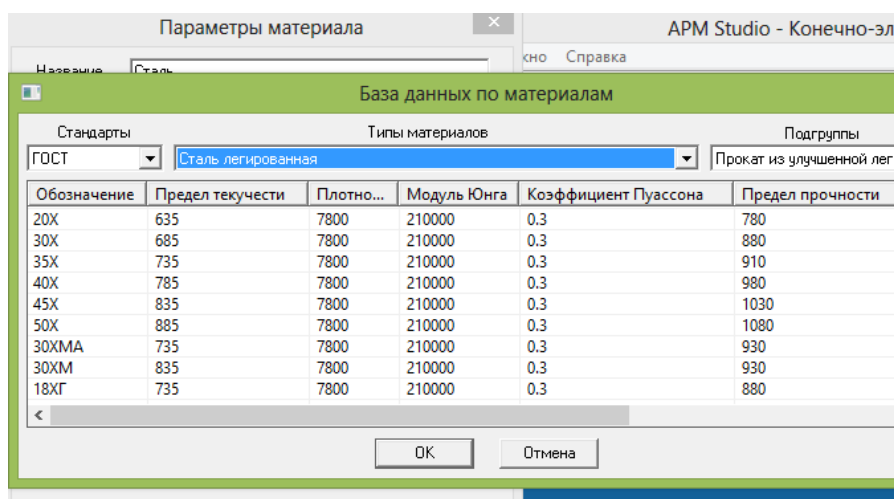
Орнату/ – ашылған терезеде Structural жанында жалауша орнатыңыз / ОК түймесін басыңыз. Бұл қатты дене механикасының таңдалғанын білдіреді. Өйткені мен өзекті ескере отырып келесі кезеңде элемент түрін таңдаймын. Элементті таңдау Main Menu мәзірінде келесі жолмен жүзеге асырылады:

Файл/ Импорт/Озор SAT кенеіу командасы бойынша екі тізімдерімен терезе ашылады: сол жақ тізімде элементтердің аттары, ал оң жағында элементтердің нысаны мен сипаттамасы бар. Қабығы жұқа және нөлдік қисықтықта болғандықтан беткі элементі таңдаймыз:

Shell / Elastic 4 node 63.

Бұл серпімді тікбұрышты элемент. Содан кейін материалдың қабығының қасиеттерін орнату қажет. Программада материалдардың бірнеше түрлері бар, негізгі түрлері Favorites және Structural. Тұрақты қасиеттері бар изотропный материалды таңдаймын:

Материалы/Другой/Загрузить базу



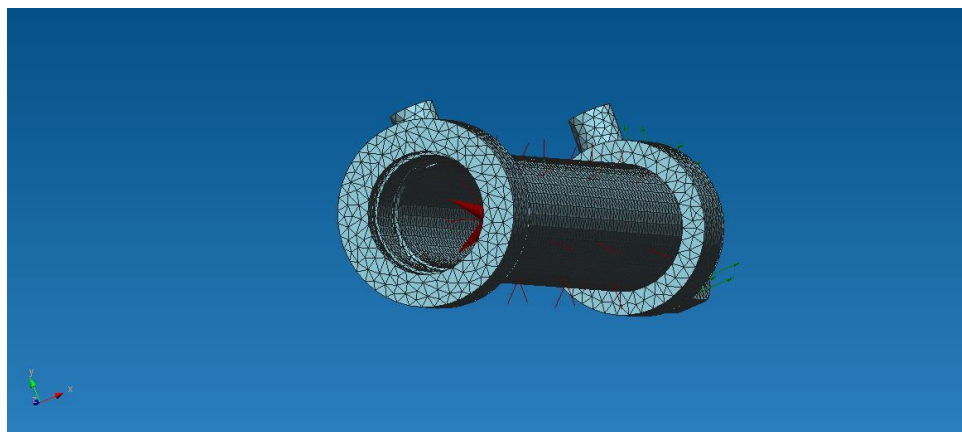
17 Сурет – Материалды енгізу терезесі

Таңдалған материал үшін тұрақтыларды енгіземіз: Юнг модулі (серпімділік модулі) $E = 2 \cdot 10^{11}$ және Пуассон коэффициенті $\nu = 0.3$.

Келесі кезең – торларды құру кезеңі. Еркін тор режимінің құрылысы кезкелген модельдер геометриясына жол беретін, мұнда элементтердің нысаны модельдің түріне тәуелді болады – жазық немесе кеңістік. Жазық модельдер жағдайында free – тор төртбұрышты, үшбұрышты немесе олардың комбинациясынан тұруы мүмкін. Кеңістіктік модель үшін free – тор әдетте тетраэдральдық элементтермен шектеледі. Егер торды құру үшін тек үшбұрышты немесе төртбұрышты элементтер таңдалынса, онда тор тек осы элементтерден салынады. Алайда, егер таңдалған элемент, бірнеше нысанға келтірілетіндей болса, онда командалардың көмегімен торды құрастырарда нысананы (немесе нысаналарды) тағайындауға болады:

Меню/КЭ/Задать автоматически. Алайда, сапалы торды алу үшін өлшемдерді автоматты түрде таңдау КЭ ұсынылады, бұл h – әдісі мен p – әдістері бойынша кейінгі шешімдерге қолайлы элементтер торын құрастыруға

мүмкіндік береді. Ұсыныстарды ескере отырып торды автоматты түрде саламыз. Торды жасау үшін Shell Elastic 4 node 63 элементін таңдадық. Яғни, жұқа қабыққа беткі элементтерді қолданамыз. Тор құрылады келесі командалар арқылы орындалады: Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Free/ Алдымен, цилиндрдің бір секторы бөлініп өлшемі белгіленеді, содан кейін цилиндрдің жұқа бөлігі бөлініп оның өлшемі белгіленеді



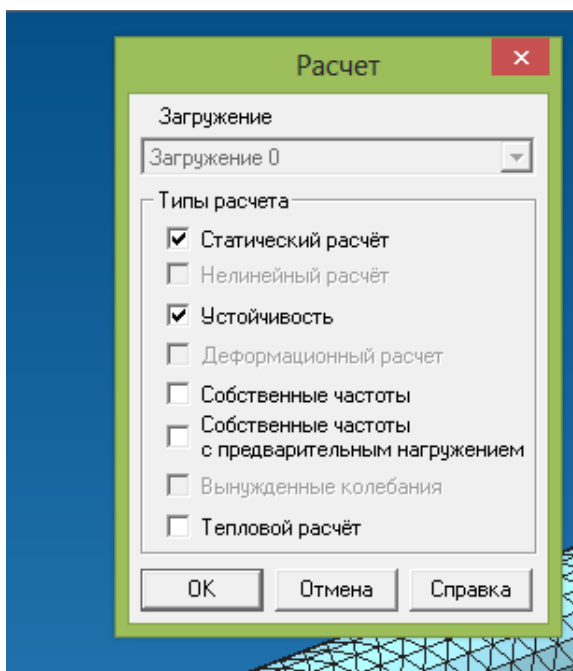
18 Сурет - Торды құрастыру терезесі.

Торды құрудан кейін ақырғы элементтерден шешімге көшеміз. Бірақ жұқа қабықтар үшін элементтің қалыңдығын орнату керек. Элементтің қалыңдығы. Жолымен қойылады. Ашылған терезеде элементтер тораптарының арасындағы қашықтықты орнату керек.

Шешімді табу кезеңі шекаралық шарттарды тапсыру, сондай-ақ әдістердің нұсқаулары мен параметрлерін есептеуден басталады. Қарастырылып отырған қабығы жұқа цилиндрдің кесінділерінің басым бөлігіне ұйқастырылған. Бұл U_x , U_y , U_z көрсетілген учаскелерде кесінділерін нөлге тең орынға ауыстыру қажет. Шекаралық шарттар тапсырмасы графикалық режимде келесі жолдар арқылы жүргізіледі: Рисование/Опоры/ Жесткая . Ашылған терезеде орын ауыстырудың бірін курсормен белгілеп, мысалы, U_z және VOLUME-ді енгізіп орын ауыстыру өлемін нөлге теңестіреміз. Сонымен барлық орын ауыстыруларға U_y , U_x . Күшті орнатамыз: созылғыш күшпен жылжымалы күш 18 суретте көрсетілгендей

Программада әр түрлі жүктеме қоюға болады. Жүктемені Рисование /Нагрузка к узлам жолымен қояды. Ашылған терезесінде сол жақтағы нүктені белгілеп Force Fz өрісіне z параллелінің анықтамасын енгіземіз. Кейін осы операцияны y параллеліне, содан кейін келесі шеттегі нүктеге де қайтйлаймыз. Бұл кезеңнің соңында модель мен торды сақтау қажет. Бұл іс-әрекетті екі тәсілмен орындауға болады.

Есептеу Үш өлшемді тапсырмаларды шешу кезінде осьтік жүктеуге ұшырайтын денелер үшін екі түрлі есептеу жолы қолданылады: статикалық және тұрақтылық



19 Сурет – Есептың түрін таңдау терезесі

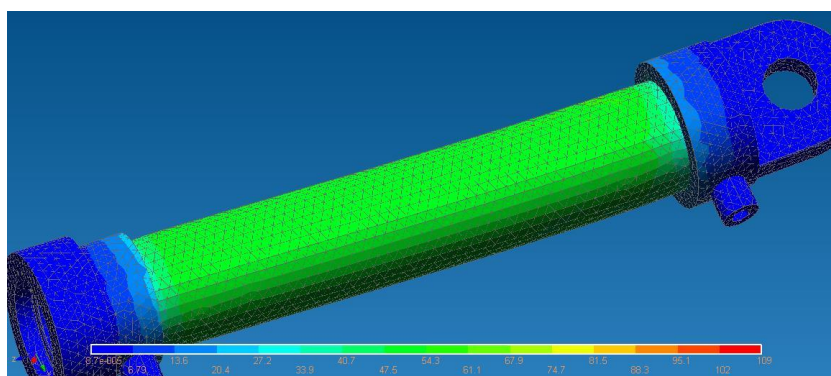
Ашылған Есептеу терезесінде Статикалық және Тұрақтылықты таңдау керек

- а) хабарлама терезесінде ақпараттық талдап терезені жабу
- б) ОК түймешесін басып программаны іске қосу (жүктеудің ағымдағы қадамы)
- в) Сары терезеде: Расчет. Хабарламасын күту (шешім табылды!)
- г) ОК .

Нәтижелерін талдау. Тапсырманың нәтижелерін графикалық және мәтіндік нысанда қарастыруға болады.

Бас постпроцессорды шақыру және нәтижелерін оқу. Жиынтықтан бірнешенің біріншісі таңдалады. Тапсырмалар жинағы бір ғана:

Кернеулердің картасы



20 Сурет - Эквивалентті кернеудың диаграмасы

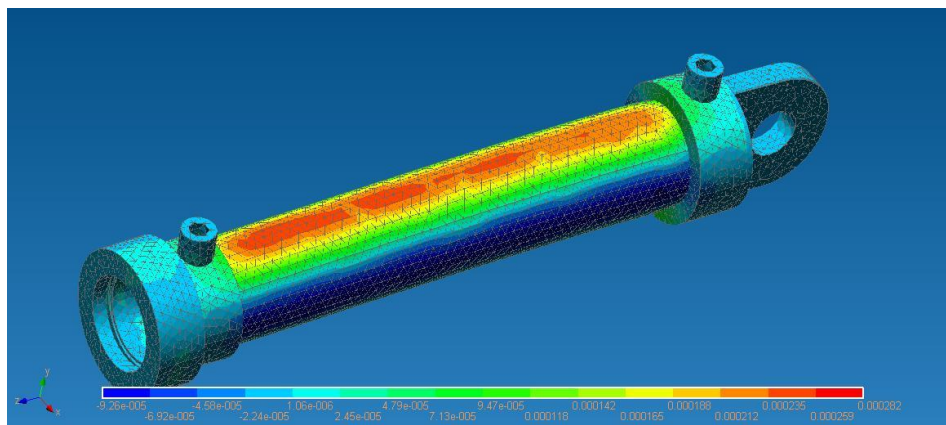
Бастапқы және деформацияланған моделдері бір мезгілде сурет 22 көрсетілген:

Кернеуді зерттеу, мысалы, σ_x :

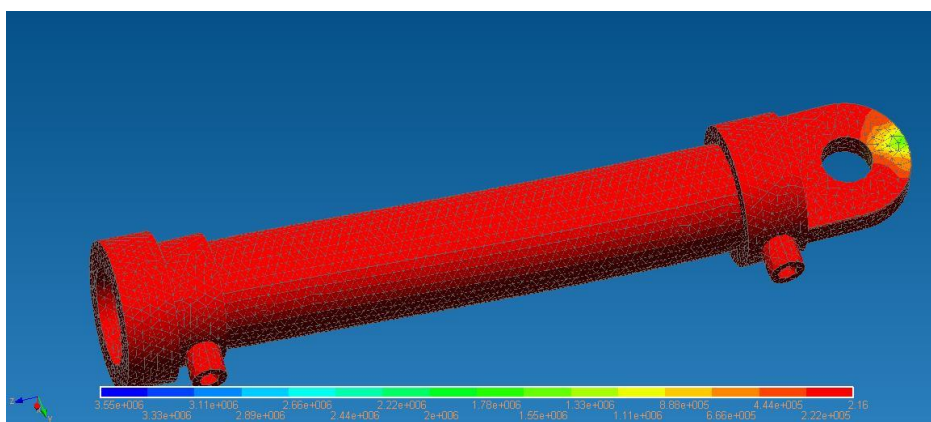
Карта результатов/Карта напряжений ... ашылған терезеде және SX. Нәтижесі-суретте 18.

Мизесу кернеуіне балама бойынша изолиниясын көрейік:

Напряжения (кернеу) сол жақ scroll-мәзірінен таңдау. Бұдан әрі von Mises (SEQV) оң жақтағы scroll – мәзірінен таңдау. ОК басыңыз. Мизесу кернеуіне балама бойынша изолиниясы көрсетілді.



21 Сурет - Конструкцияның деформациясы



22 Сурет - Беріктік қор коэффициенті

Нәтижелер талдауы соққыштың жеткілікті қаттылығын көрсетті беріктік қор коэффициенті $k=1,3$, және орнықтылық бойынша $f=4,3$.

3.2 CAD/CAE APM Structure3D рольганг конструкциясын модельдеу

Тұрақты конструкциялардың беріктігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ету, олардың конструкциясын әзірлеу және жобалау кезінде маңызды шарт болып табылады. Рольгангтармен орындалатын тиеп-түсіру жұмыстарының қауіпсіздігі мен өнімділігі едәуір дәрежеде жүйенің көтергіш элементтеріне статикалық жүктеменің металл конструкциясына әсер етуіне байланысты.

Компьютерлік 3D құралдарының жобалауы (CAD - жүйелері) және модульдер есептелуінің (CAE - жүйелері) дамуы жобалау кезеңдерінде жаңа

ғылым қажетсінетін бұйымдарды жасауға мүмкіндік береді. Әмбебапты есептік модульдер жиынтығында түрлі CAD жүйелері арасындағы деректермен алмасуға әзірленген халықаралық сандық стандарттары, бір CAD жүйесінде құрылған, басқа да ұқсас жүйелерге беру арқасында шешілетін міндеттерін кеңейтуге және ақпаратты таратуға мүмкіндік береді. Өндіріс кезендерінде беріктікке және т. б. 3D модельдерін есептеу нәтижесінде, CAD және CAE жобаланатын конструкцияның беріктік, динамикалық немесе басқа да есептелетін қасиеттері мен сипаттамаларын зерттеу үшін есептік модельдерді айтарлықтай лезде дайындау жылдамдығына әкеледі.

Зерттеу объектісі ретінде мұнара рольгангтың металл конструкциясы болып табылады. Шешу үшін келесі міндеттер қойылады:

- көтергіш металл конструкциясының есептік моделін құру,
- STRUCTURE модулінде рольгангтің өзекті моделін жасау
- беріктілік пен тұрақтылықты тексеру есебін жүргізу
- конструкцияның беріктілік қор коэффициентін талдау.

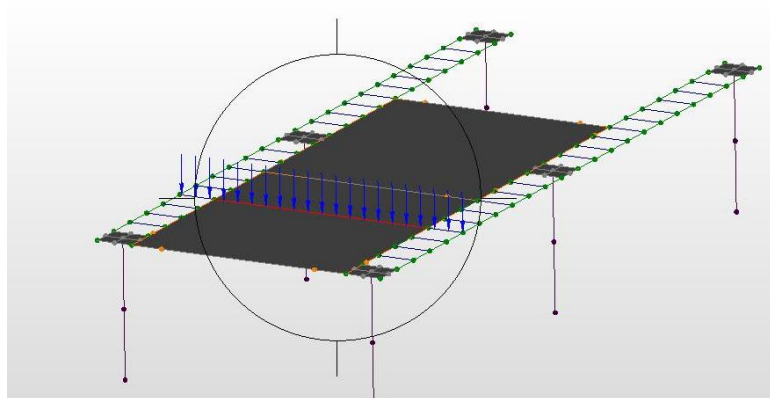
Соңғы-элементтік моделін әзірлеу және дайындау үшін, сондай-ақ есептерді жүргізу үшін ресейлік бағдарлама кешенінің APM WinMachine ғылыми-техникалық орталығында әзірленетін «АПМ» (Королев қ.) жүйесінің APM Structure3D жүйесі таңдалды. Көптеген функционалдылық АЖЖ арасында, бұл жүйеге стандартты илемдеу бұйымдарының базасын пайдалану ыңғайлылығы себебінен берілді. Мұнара кранының геометриялық моделін жасау. Есепті тексеру нәтижелерінің дұрыстығы көп жағдайда конструкция элементтерінің модельдеу тәсіліне және модельдің барабарлығына байланысты болады. APM Structure3D жүйесі конструкциялардың әртүрлі нұсқаларын, соның ішінде металл конструкциялардың есептік үлгілерін жасау үшін қажетті құралдардың жиынтығы бар. Рольганг конструкциясы элементтерінің әрқайсысы стандартты бұйым болып табылатындықтан, оларды есептеу үшін осы элементтерден жиналған модельдерді пайдалану орынды.

Техникалық өзгерістерді талап етпейтін конструкциялар үшін крандардың модульдік жүйелері болып табылады, жеке элементтерді есептеуімен салыстырғанда кран құрылымын толық есептеуі неғұрлым ыңғайлы болып табылады. Рольгангтың металл конструкциясының моделі толық жинақта құрастырмалы және бөлшектік сызбаларына сәйкес құрылды (1 сурет), кранның моделі дайындама салмағы 10000 Н жоғары жүктемені болжайды.

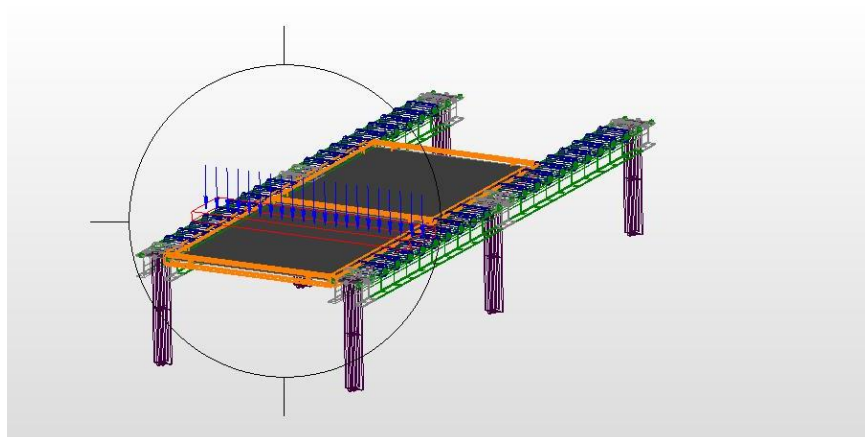
Металл конструкциясы өзекті және пластиналы (қабықты) соңғы элементтердің көмегімен модельденді (1 сурет). Құрамдас қималарының геометриясы екі өлшемді модельдеу APM Graph редакторында модельденді. Негіздерінде бекітілген стекалар мүлдем қатты тіректер болып табылады, яғни жаһандық координаттар жүйесінің тиісті осьтеріне қатысты еркіндік дәрежесі жоқ. Бұл рольгангта илемнің келесі түрлері қолданылды:

- қимасы $135 \times 140 \times 9$ мм шаршы құбыры; - қимасы 150×165 мм доңғалақ құбыры;
- қимасы $65 \times 75,5$ мм доңғалақ құбыры;

- № 16 швеллер;
- қалыңдығы 10 және 15 мм металл тілімшелері; - Ø 36 мм сымарқан.



А)



б)

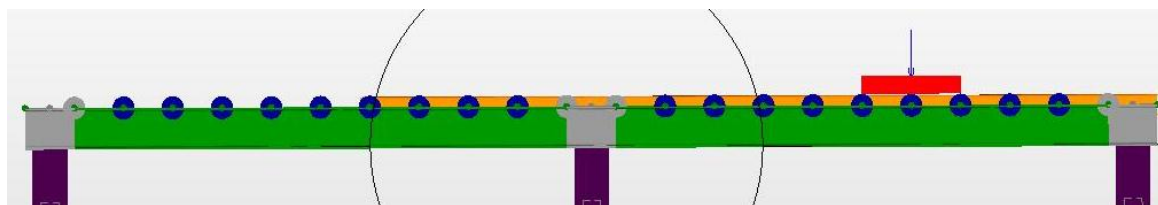
23 Сурет - Рольганг схемасы, а) өзекті конструкциясы, в) каркасты модель

Жүктемелерді модельдеу және жүктемелер комбинациясын құру. Рольгангты жобалау кезінде келесі мәліметтер қолданылды. Жүктемені жасау кезінде дайындаманы тасымалдайтын салмақ ескерілді. Деректер кестеге енгізілді

1 Кесте - Есептеу үшін мәліметтер

Бастапқы мәліметтер	Шамалары
Дайындаманың салмақ күші	10000 Н.
Каретканың салмақ күші	280 Н
Материал	Сталь СТ35
Серпімділік модулі E	$2 \cdot 10^5$ МПА
Пуассон коэффициенті	0,3
Тіреуіштер	Қатаң бекітілуі

22 суретте есептік схемасы келтірілген



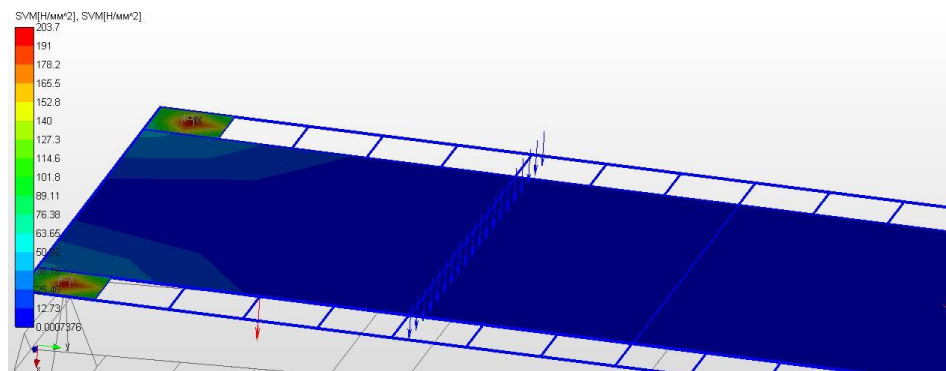
24 Сурет - Есептік схемасы

Конструкцияны егжей-тегжейлі жасау үшін бағдарламаның "қабаттар" функциясы қолданылды. Бірдей қималы барлық өзектер қабаттарға орналасқан (25-сурет).



25 Сурет - Қабаттар тізімі

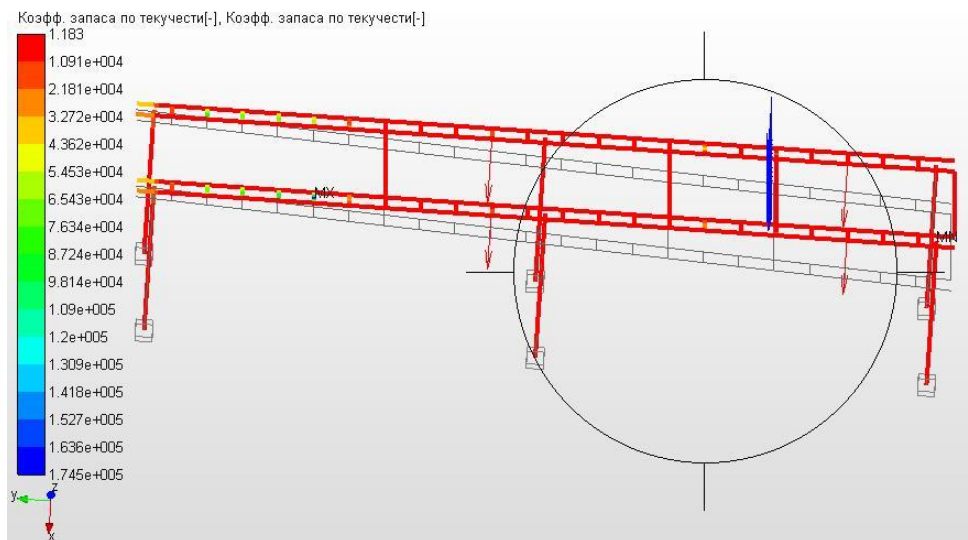
Статикалық есептеу нәтижелерін талдауы мынаны көрсетті, екі жүктеме комбинациясының ішінен эквивалентті кернеудің максималды мәні 203 МПа-ға жетеді, тұрақтылық қорының коэффициенті $k = 2,4$ максималды орын ауыстырулар 3 мм құрайды.



26 Сурет - Максимальные напряжения

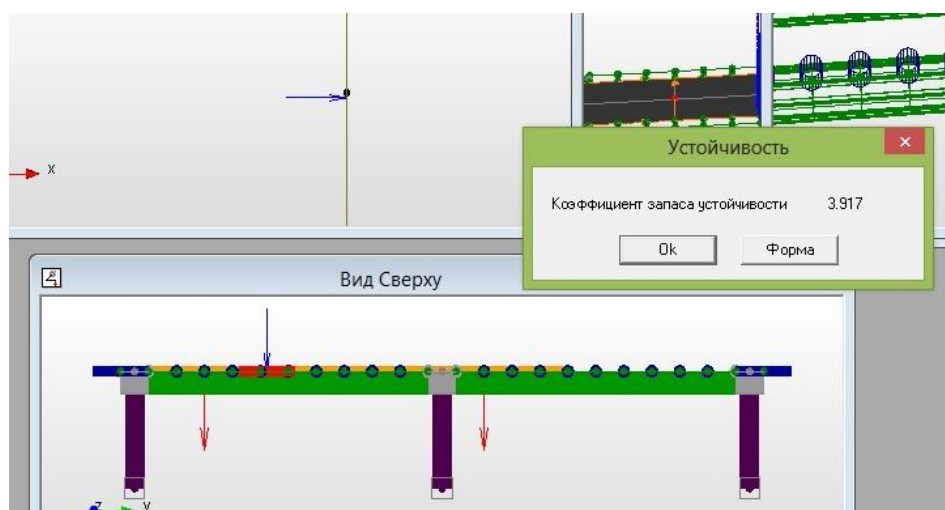
26 сурет Максимальды кернеулер

Беріктік қорының коэффициенті $k \approx 2$ құрайды, бұл өзекшелердің барлық таңдалған қималары беріктік бойынша стандартқа сәйкес келетінін білдіреді (25-сурет)



27 Сурет Беріктік қор коэффициентінің диаграммасы

Сондай-ақ, бағдарлама тірек тіреулерінің тұрақтылығын тексеруге мүмкіндік береді. Есептеу нәтижелері бойынша тұрақтылық қорының коэффициенті $N \approx 4$ құрады (28-сурет)



28 Сурет - Тұрақтылыққа есептеу нәтижесі

Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, жобалаушы есептеу сатыларында да, сондай-ақ тексеру есептеу сатыларында да, конструкциялардың тасымалдау қабілетін бағалау үшін, APM WinMachine

ресейлік автоматтандырылған жобалау жүйесін қолдану жүзеге асырылатын, жобаларға арналған уақытша шығындарын нақты қысқартады деген қорытынды жасауға болады.

APM Structure3D соңғы-элементтік есептеу жүйесін қолданылуы түрлі конструктивтік орындалуларына және жүктеу варианттарына талдау жасауға мүмкіндік береді, сонымен қатар жобалау кезеңінде тасымалдау қабілеттілігінің сапалы және сандық бағалауын жасауға мүмкіндік береді.

Қолданушының иелігіндегі құралдар жобалауды жаңа, қазіргі заманғы деңгейде жүргізуге мүмкіндік береді, бұл жұмыстың жеделдігін арттырады және жобалау шығындарын айтарлықтай төмендетеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

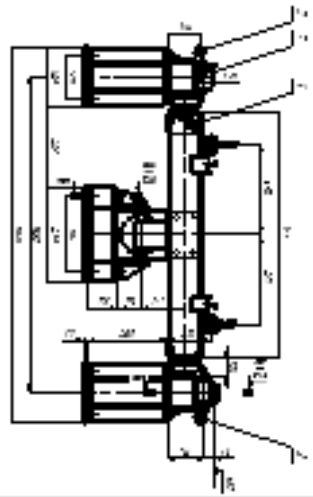
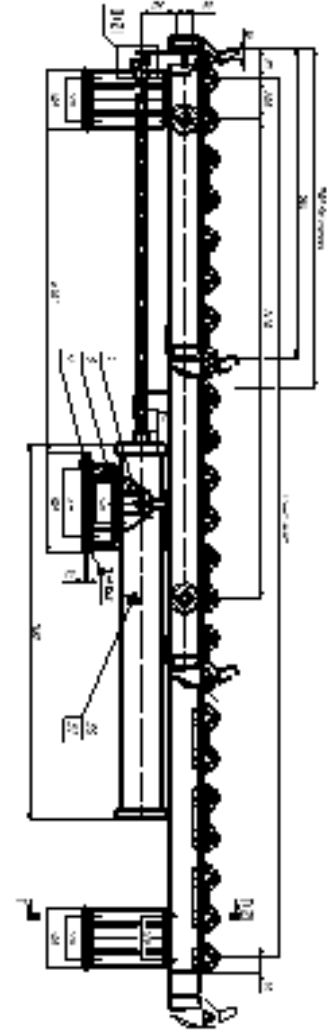
Орындалған дипломдық жоба негізінде мен агрегат станогының жұмыс аймағына қызмет көрсету үшін пайдаланылатын рольгангтің негізгі параметрлерін есептеуді үйрендім, сондай-ақ көтергіштің бөлшектері мен тораптарын құрастыруды үйрендім: дәнекерленген станиналар, рамалар, гидравликалық при-су элементтері.

Сонымен қатар тасымалдау машиналары мен технологиялық жабдықтардың конструкциясымен жобаланды, ірі габаритті вагон жапырағын өңдеу технологиясын зертеліп, қолданылатын механикаландыру және автоматтандыру құралдарын қарастырылды.

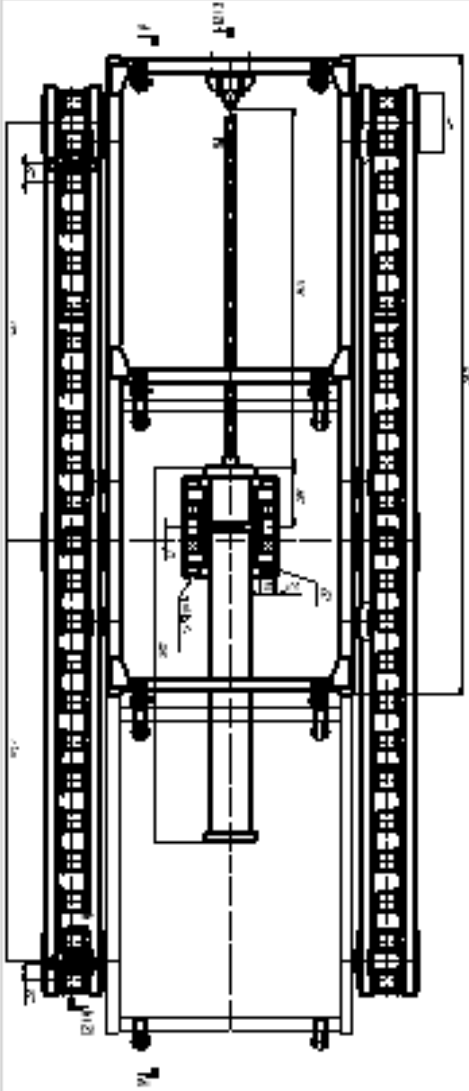
Стандартты емес жабдықтарды жасаудың өзіндік құнын есептеуді үйрендім. Бұл дипломдық жоба өзіндік шығармашылық жұмыс, рационализация, бейнелеу, анықтамалық әдебиетті, ГОСТ-тарды, нормаларды, кестелерді пайдалану дағдыларын дамытуда, сондай-ақ өндіріс, есептеу және жобаларға есептік-түсіндірме жазбаларды құрастыру дағдыларында үлкен маңызға ие.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ицкович, Г. М. Курсовое проектирование деталей машин: учебно-справочное пособие для ВУЗов - 6-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1970. – 558 с., ил.
2. Курсовое проектирование деталей машин: учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов. / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин [и др.] – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – 416 с.: ил.
3. Технология материалов в приборостроении. / Под ред. А. Н. Малова. - М. Машиностроение, 1969, 442 с
- 4 Немчинов, Ю.И. Расчет пространственных конструкций (метод конечных элементов) / Ю.И. Немчинов. - К.: Будивельник, 1980. – 232с.
- 5 «САПР и Графика» [Электронный ресурс]: электронная версия журнала -2007. - №9 – Режим доступа: <http://www.sapr.ru/>



1477



- 1 - Gearbox, shafts and gears, bearings, rollers, and
 shaft-hub assemblies for the gears, bearings, rollers,
 and shaft-hub assemblies
 2 - Gearbox, shafts and gears, bearings, rollers, and
 shaft-hub assemblies for the gears, bearings, rollers,
 and shaft-hub assemblies
 3 - Gearbox, shafts and gears, bearings, rollers, and
 shaft-hub assemblies for the gears, bearings, rollers,
 and shaft-hub assemblies
 4 - Gearbox, shafts and gears, bearings, rollers, and
 shaft-hub assemblies for the gears, bearings, rollers,
 and shaft-hub assemblies
 5 - Gearbox, shafts and gears, bearings, rollers, and
 shaft-hub assemblies for the gears, bearings, rollers,
 and shaft-hub assemblies

Part No.	Description	QTY.
1	GEARBOX, SHAFTS AND GEAR, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES FOR THE GEARS, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES	1
2	GEARBOX, SHAFTS AND GEAR, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES FOR THE GEARS, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES	1
3	GEARBOX, SHAFTS AND GEAR, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES FOR THE GEARS, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES	1
4	GEARBOX, SHAFTS AND GEAR, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES FOR THE GEARS, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES	1
5	GEARBOX, SHAFTS AND GEAR, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES FOR THE GEARS, BEARINGS, ROLLERS, AND SHAFT-HUB ASSEMBLIES	1

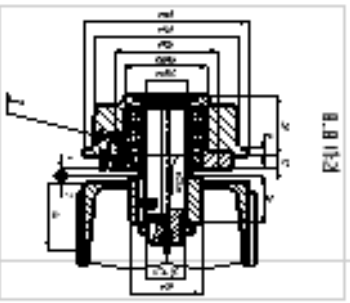
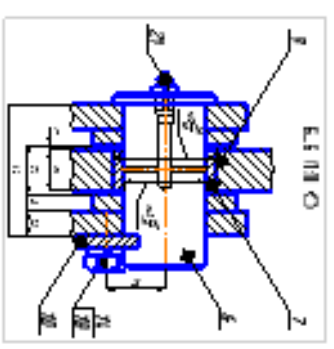
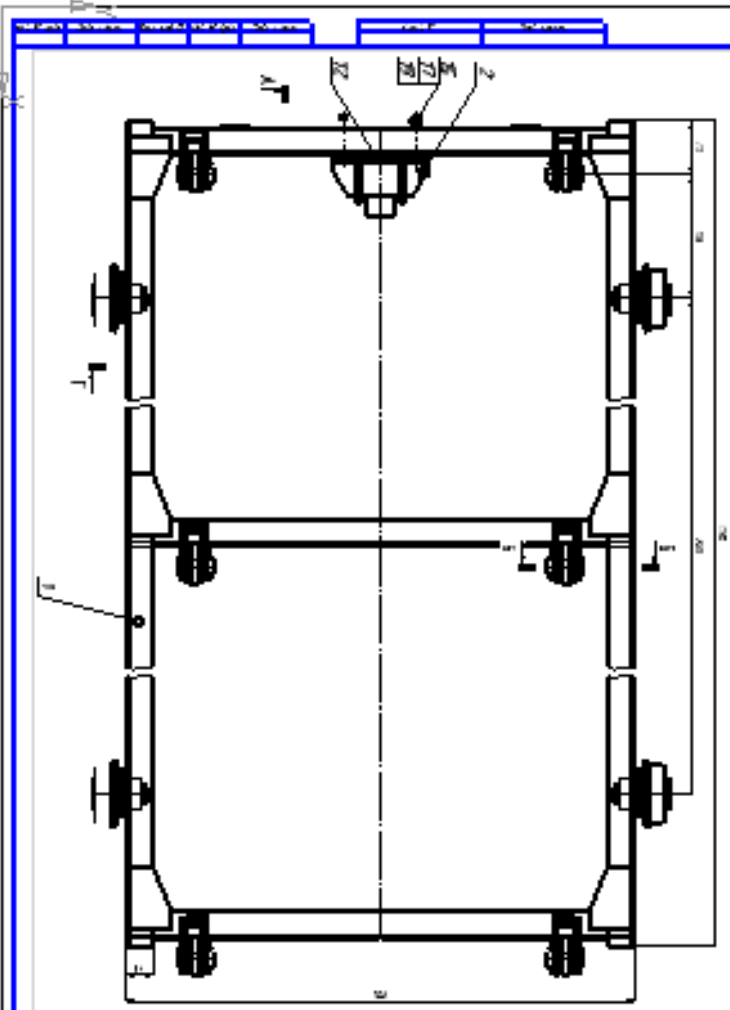
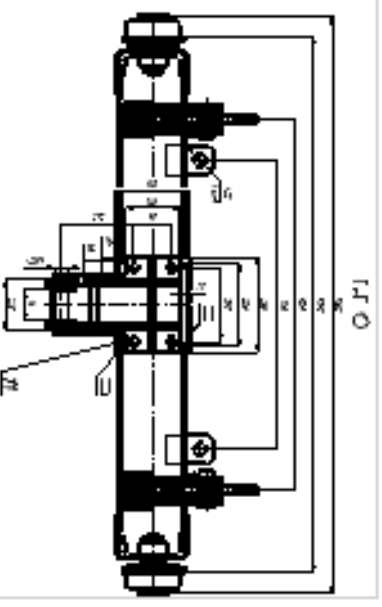
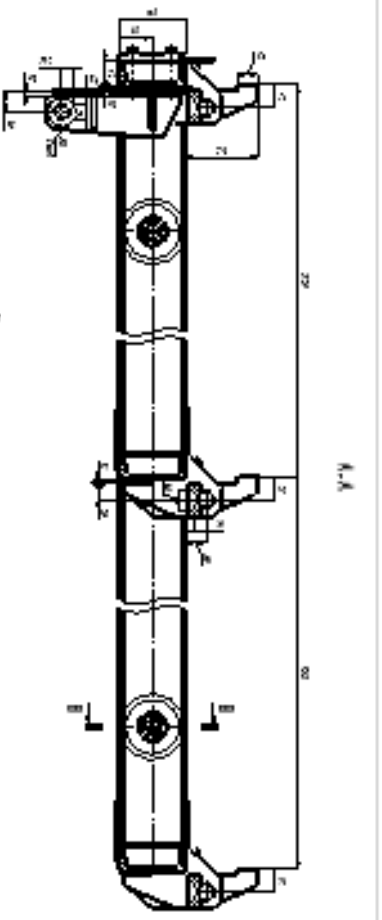


FIG 10

- 1. Dimensional details
- 2. Assembly details
- 3. Assembly details

DATE	BY	CHECKED	DATE
KIRAN MECH 3000 LAB 15 MECH 3000 LAB 15			