

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машина жасау институты
Технологиялық машиналар және көлік кафедрасы

Симат Ермек Серікбекұлы

Жүкті тиіп-түсіруге арналған жүк көтерімділігі $Q=20$ т көпірлі кранды жобалау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6В07108 – Көліктік инженерия

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы


Энергетика және машина жасау институты

Технологиялық машиналар және көлік кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
«Технологиялық машиналар және көлік», техника ғылымының кандидаты

 Бортебаев С.А.
« 12 » 06 2023ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жүкті тиіп-түсіруге арналған жүк көтерімділігі Q=20т көпірлі кранды жобалау»

6B07108 – Көліктік инженерия

Орындаған

Симат Ермек Серікбекұлы

Пікір беруші
Техника ғылымының кандидаты,
қауымдастырылған профессоры
 Байжуманов К.Д.
« 8 » 06 2023ж.

Ғылыми жетекші
Аға оқытушы
 Абдуллаев С.С.
« 8 » 06 2023ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы


Энергетика және машина жасау институты

Технологиялық машиналар және көлік кафедрасы

6B07108 – Көліктік инженерия

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі
«Технологиялық машиналар және көлік», техника ғылымының кандидаты

 Бортебаев С.А.
« 28 » 11 2022ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Сымат Ермек Серікбекұлы

Тақырыбы: «Жүкті тиіп-түсіруге арналған жүк көтерімділігі Q=20т көпірлі кранды жобалау»

Академиялық мәселелер жөніндегі Проректордың 2022 жылғы «23» қараша №408-П-Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» маусым 2023 жыл

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: Көпірлі крандар мен жүк қармау құрылғыларының конструкциясы, ғылыми техникалық оқулықтар патенттік ақпараттар

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Жалпы бөлім;

б) Есептеу бөлім.

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсете отырып):

1-Бас жоспар – 1 бет; 2-Көпірлі контейнерлі кран ЖК– 1 бет;

3-Патенттік сараптама-1 бет; 4-Жүк арбасының жалпы көрінісі-1 бет;



5-Автоматты жүк қармау құрылғысы – 1 бет; 6-Бөлімдік сызба-1 бет

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 22 атаулардан

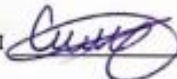
Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлім атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші ұсыну мерзімдері	Ескерту
Жалпы бөлімі	06.01.23ж. – 27.02.23ж.	орындалды
Есептеу бөлімі	13.04.23ж. – 05.05.23ж.	орындалды

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
Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімдері	Абдуллаев С.С.,аға Оқытушы	8.06.23	
Норма бақылау	Альпенсов А.Т., техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессоры	08.06.2023	

Ғылыми жетекші  Абдуллаев С.С.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды  Симат Е.С.

Күні « 07 » 06 2022 ж.

КІРІСПЕ

Берілген жұмыста теміржол қоймасының комплекстік механизациялау қарастырылған. Бұл қоймадағы жүктерді тиеп – түсіру жұмыстарын жоғары дәрежеде автоматтандыру, жүктерді көптонналы контейнерлерде сақтау арқылы мүмкін болып отыр. Контейнерлер - ішкі және сыртқы габариттері, сонымен қатар қармау құрылғылары стандартталған жүктерді сақтауға арналған. Контейнерлердің бұрыштарына арнайы элементтер - фитингтер орналасқан, оларды контейнерлерді бірінің үстіне бірін жинаған кезде тірек ретінде және тасымалдау кезінде контейнерлерді қармау элементі ретінде қолданады.

ТМД мемлекеттерінде көптонналы контейнерлердің ішінде массасы 10т (1Д) және 25т (1ВВ, 1В) қолданылмайтын болғандықтан теміржол қоймасын автоматтандыру кезінде жүк айналымын 20т (1С) контейнерімен жүргізетін боламыз.

Қоймадағы жүк айналым тиеп – түсіру операцияларына кеткен уақытқа тәуелді болғандықтан, автоматтандырудың негізгі мақсаты болып сол уақытты үнемдеу мен қойманың жүк айналымын үлкейту және қоймалық аудандарды қолдану кезінде максималды пайда табу. Сонымен қатар, автоматтандырудың тағы бір мақсаты болып өндірістік жарақаттың алдын – алу мақсатында тиеп – түсіру жұмыстары орындалатын жерден жұмысшыларды алып тастау.

Үлкен ауданды қоймаларда жерде жүретін тиегіштерді қолдану қиын, сондықтан да қойманы автоматтандыру құралы ретінде бұл дипломдық жұмыста көпірлі контейнерлі кран таңдалып алынды. Сонымен қатар, бұл контейнерлерді екі қабат жинау арқылы және тиегіш жүретін жол қалдырудың қажеті жоқ болғандықтан контейнерлер арасын тығыз қылып жинау арқылы қойманың сыйымдылығын үлкейтеді.

Кранда жүкті қармау құрылғысы ретінде арнайы жүк қармау құрылғысы – спредерді қолдандық. Спредер контейнермен ілінісу кезінде және сол ілмекті шешу кезінде тоқтатқыш адамның көмегінсіз автоматты түрде жұмыс істейді. Спредердің контейнерге түсірілуі кезінде оның Т - тәріздес қадалары фитингтердің тесіктеріне кіріп 90 градусқа бұрылады, осы арқылы спредердің контейнермен ілінісуі іске асады. Контейнерді тасымалдап болған соң қадалар өз орнына келіп, контейнерді босатады.

Спредердің контейнерге дәл келуі үшін қармау бұрылу механизмімен жабдықталған. Көпірлі контейнерлі кран 1С контейнерді электрлі ажыратқышпен жабдықталған жақтаушаны қармап, сонымен жұмыс істейді.

Көпірлі контейнерлі кран екі консольді. Оның құрылымын жасау кезінде арзандау болу үшін жүк көтергіштігі 1С контейнерімен шектелген. 1С контейнерлері кран тіректерінің арасынан қармау кезінде бұрылыссыз оңай өте береді, ал бұл өз кезегінде тиеп – түсіру жұмыстарын тездетеді.

1 Жалпы бөлім

1.1 Жүк көтеретін машиналар жайындағы жалпы мағлұматтар

Көтеру тасымалдау машиналары ерте заманнан адамдар өздерінің ауыр еңбектерін жеңілдету үшін әртүрлі әдістерді ойлап табудың негізінен құралады. Кез келген өндірісте шикізат өндіруден бастап дайын өнімдерді адамдарға тұтынуға жеткізгенге дейін көтеріп тасымалдаудың бірнеше әдістері қолданылады. Өте ертеде Египет пен Вавилонда ертедегі Римде алғаш рет жүкті көтерудің тәсілдерін қолданған. Салмағы 90 тонналық тасты тасымалдап пирамида тұрғызған.

Одан бері Италияда, Грецияда жүкті көтеріп-тасымалдаудың тәсілдерін ойлап табу өте жоғары қарқынмен дамыған. 14 ғасырдың аяғында 15 ғасырдың басында жүкті көтеріп тасымалдаудың тәсілдері Ресейде өте жоғары қарқынмен қолға алынады. Көтеріп-тасымалдаудың дамуына орыс механиктерінің үлесі өте зор. 1703 жылы Петрозаводскде шойын құятын заводта орыс механигі Пролов алғаш рет шойын құятын ыдысты көтеріп тасымалдаудың әдісін ойлап тапты. Одан кейін Алтай заводында жүк көтерудің жер жүзінде теңдесі жоқ тәсілдері қолданылады. 1769 жылы салмағы 1000 тонна тұратын қоңырауды орыстар Питер қаласына әкеліп қондырды. Одан кейін І-ші Петрдің ескерткішін әртүрлі әдістермен көтеріп қойды. Одан бертін келе бірнеше за уыттар ашылды.

Көтеріп тасымалдау машиналары халық шаруашылығының кез келген саласында қолданылады. Әрбір өнімнің бағасы жетпіс, жетпіс бес пайызы өнімді дайындау кезіндегі тасымалдауға кеткен шығыннан тұрады.

Көтеріп тасымалдау машиналары атқаратын қызметіне байланысты негізгі үш топқа бөлінеді.



1 – сурет - Көтеріп тасымалдау машиналарының жіктелуі

Жүк көтеру машиналары – дегеніміз жұмыс істеу барысында яғни жүкті көтеріп тасымалдағанда үзіліспен жұмыс істейтін машиналарды яғни жұмыс істеу уақытымен арасындағы үзілістері кезектесіп отырады. Мұндай машиналарды циклді машиналар тобына жатқызады. Мұндай машиналар жүкті тік жоғары көтереді.

Жүк көтеру машиналары арнайы, жекелей жүктердің үлкен массаларын көлденең, тік және қиғаш трассаларының аудандарында циклдік әдіспен қозғалтуға арналған. Олар жөнделетін элемент және қондырғыларды көтеруге және дұрыс құрумен байланысты монтаждық опер-ды жүзеге асырады. Сондайақ оларды жобалық түрге бекіткенге дейін көтеріп тура алады.

Жүк көтеру машиналары жүктер және адамдарды өзіне жақын немесе перидты вертикалды түрде көтеру- түсіруге арналған – көтергіш (лифты) - өздерінің ішінде жүк немесе пассажирлер орналасатын площадка немесе кабинасының қатаң бағыттаушытүрде қозғалатындығымен ерекшеленеді;

Жүк көтеру машиналары жүктерді көтеру, қозғалту және керек жерге тасымалдау үшін қолданады. Олар завод цехтарда және құрылыс объектілерінде өндірістік процесстерге қызмет көрсетеді, өндірістік қондырғыларды бекітеді және жөндейді, қоймаларда тиеп- түсіру жұмыстарын атқарады және халық шаруашылығының барлық салаларында өндірістік процесстерді кешенді механизациялаудың құрамдас бөлігі болып табылады. Қазіргі өнеркәсіпте КМ жүйесі көбінесе өндірістің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ететін техникалық қондырғының ажырамас бөлігі және органикалық байланысқан бөлігі болып табылады. Халық шаруашылығы салаларында 100 мыңнан аса жебелік, 10 мыңдай көпірлік крандар және басқада түрлері қолданылады.

Үздіксіз тасымалдау машиналары дегеніміз – жұмыс істеу барысында тоқтамайтын яғни бір жағынан жүкті тиеп жатса екінші жағынан түсіріп жататын машиналарды айтамыз.

Мұндай машиналарды тасымалдаудан басқа құрастыру жұмыстарында да қолданады. Мұндай машиналарға жататындар: конвейерлер, гидрокондырғылар, пневмокондырғыштар және элеваторлар.

Өз кезегінде екі түрге бөлінеді: тарту элементі бар және тарту элементі жоқ конвейерлер.

Тарту элементі бар конвейерлерге жататындар: таспалы конвейерлерге жататындар: таспалы конвейерлер, шынжырлы, қырғыш, шөмішті және аспалы конвейерлер.

Тарту элементі жоқ конвейерлерге: бұрамалы, роликті, көлбеулі, дірілдеуік, адымдайтын конвейерлер.

Элеваторлар және арнайы конвейерлер дегеніміз – әдейі бір жүкке арналып жасалынған машиналар. Бұған жататындар: шөмішті элеватор, таспалы элеватор, шөмішті шынжырлы элеватор, эскалатор.

Жүкті тиеп-түсіретін машиналарға қоймаларда сырттан келген жүкті түсіретін немесе сыртқа жіберетін жүкті салатын машиналар жатады.

Тиеп-түсіру машиналары қойма және көліктерден материал және жартылай фабрикаларды түсіруге және оларды басқа көліктерге тиеуге – темір жол қозғалатын құрамы, кемелерге және басқаларға тиеу үшін арналған. Олардың ерекшелігі- қарлығы органының болатындығында. Тиеп- түсіру машиналарын кез-келген жүктерді жүктеуге қолданады, бірақ құрылыста көбінесе төгілетін жүктер үшін қолданады.

2 Жобалық- конструкторлық бөлім

2.1 Кранның жүк көтеру механизмін есептеу

Көтеру механизмі көпірлі кранда арнайы жүк қармау қондырғысы - спреyderмен контейнерлерді көтеріп түсіруге арналған механизм. Механизм жүк арбашасына орналасқан төрт арқан орайтын атанақтан, екі қозғалтқыштан, екі бәсеңдеткіштен және тежегіштерден тұрады.

Көтеру механизмі жүкті әрбір бұрышында екі блоктан тұратын төрт бұрышынан болат арқандармен іліп көтереді. Жүк көтеретін полиспастаны 16 арқаннан тұрады, қозғалатын блоктары 8 дана олар контейнерге бекітілген.

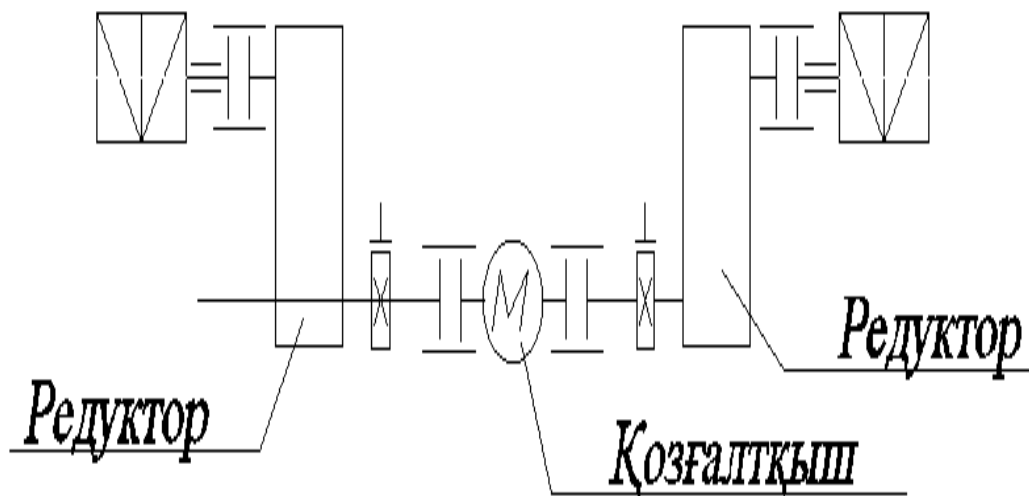
Көтеру механизмі электржетегінен және бір қабатты сегіз еселі полиспастан тұрады. Электр жетегінен асинхронды қозғалтқыш 1, қосқыш 2, тежегіш 3, редуктор 4 кіреді. Көтеру механизмін есептеу дегеніміз үзілу күші бойынша болат арқанды таңдап алу, блоктардың диаметрлерін анықтау, атанақтың өлшемдерін есептеу, жүк қармау қондырғысын есептеп таңдау, механизмге қозғалтқышты таңдау, беріліс санын анықтау, редуктор таңдау және механизмге тежеу моменті бойынша тежегішті есептеп таңдау. Жобалаған көпірлі кранда осы көрсеткіштердің тиімді жолдарын қарастырып дәлдігіне көз жеткіздік.

Кранның көтеру механизмінің кинеметикалық схемасы 2-суретте көрсетілген. Механизмнің басқа крандардағы аталған механизмнен ерекшелігі – жүк көтеру арбашасында орналасуы. Жобаланып отырған бұл кранда жүктің салмағымен қоса арнайы автоматтандырылған жүк қармау құрылғысы спредердің де салмағын қоса есептейміз.

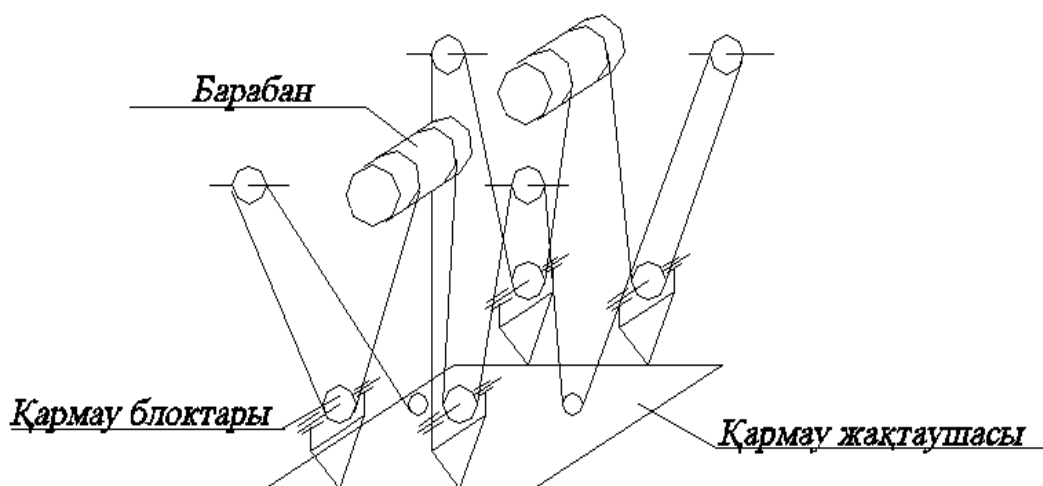
2.1.1 Белгілі мағлұматтар:

Жүккөтергіштігі, кг	$Q_H = 20000 ;$
Спредердің массасы, кг	$m_3 = 10000 ;$
Көтеру жылдамдығы, м/с	$v = 12 ;$
Полиспастан еселігі	$a = 3 ;$
Қозғалу дөңгелектерінің саны	$n_{x.k} = 16 ;$
Беріліс дөңгелектерінің саны	$n_{np.k} = 8 ;$
Жұмыс режимінің тобы	4;
Кранның массасы , кг	$m_{кр} = 220000 ;$
Арнайы қармау құрылғысының массасы, кг	$m_3 = 10000 ;$
Қозғалу жылдамдығы, м/с	$v = 1 .$

2.1.2 Көтеру механизмнің кинематикалық сұлбасы



2 – сурет - Кранның көтеру механизмнің кинематикалық сұлбасы



3 - сурет - Арқан қорының сұлбасы

Берілген схема үшін:

Еселік $a = 3$;

Арқан тармағының саны $m = 8$;

2.1.3 Арқанды таңдау және барабанның диаметрін анықтау

Арқанды таңдау келесі теңдеу орындалған кезде іске асады:

$$S_{разр} \geq S_{max} \cdot n;$$

мұндағы n - қор коэффициенті (жұмыс режимі 4-топ үшін $n = 5,6$
 S_{\max} - жүк салмағының арқанға максималды әсері.

Ол келесі формуламен анықталады:

$$S_{\max} = \frac{(G_{zp} + G_3) \cdot (1 - \eta)}{m \cdot (1 - \eta^a) \cdot \eta^t} \quad (2.1)$$

мұндағы G_{zp} - жүктің салмағы;

G_3 - спредердің салмағы;

η - блоктың ПӘК-і;

m - арқан тармағының саны.

$$(G_{zp} + G_3) = (20000 + 10000) \cdot 9,81 = 412020 \text{ Н} - \text{жүктің салмағы};$$

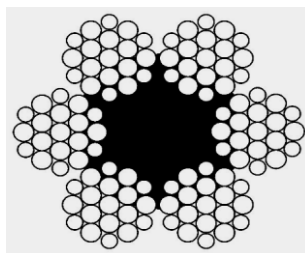
Егерде мәндерді орнына қойсақ:

$$S_{\max} = \frac{412020 \cdot (1 - 0,98)}{8 \cdot (1 - 0,98^3) \cdot 0,98^0} = 59841 \text{ Н}.$$

$$S_{разр} \geq 59841 \cdot 5,6 = 335109 \text{ Н}.$$

МЕСТ 2688-80 бойынша құрылымы $6 \times 19 (1+6+1/6)+1$ бұралмайтын (дәлме-дәл байланысқан) органикалық жүрекшесі бар ЛК-Р арқанын таңдап аламыз.

$\sigma_{вр} = 1862 \text{ МПа}$ болғандықтан және үзілу күші 335 кН аз болғандықтан немесе тең болғандықтан диаметрі $d_k = 24 \text{ мм}$ арқан таңдалып алынады. (Арқанның белгіленуі «11-Г-І-СС-Н-1862 МЕСТ 2688-80», бұл дегеніміз арқанның жүк көтеруге арналғанын көрсетеді, I сымның маркасы, белгілеу тобы 1862 МПа, сымның қаптамасы - мырышталған, арқан айқастырылып, бұралмай есілген).



4 – сурет - Арқанның көлденең қимасы

Барабанның диаметрі келесі теңдеумен анықталады:

$D_{бар} \geq h_1 \cdot d_k$; мұндағы d_k - арқанның диаметрі, ал h_1 - жұмыс режимінің тобына байланысты коэффициент.

Осылайша, $D_{бар} \geq 22,4 \cdot 24 = 537 \text{ мм}$. Стандартталған барабандар диаметрінің ішінде $D_{бар} = 605 \text{ мм}$ барабанның таңдап аламыз.

2.1.4 Барабанның ұзындығын және оның айналу жиілігін анықтау

Еселенген барабанның кесілу қадамы:

$$t = d_k + (2...3) \text{ мм} = 11 + (2...3) = 13.....14 \text{ мм}$$

Біздің таңдайтынымыз $t = 14 \text{ мм}$.

Барабанның ұзындығын келесі формуламен анықтаймыз

$$\ell_{бар} = 2 \cdot \ell_{кр} + 2 \cdot \ell_{непр} + 2 \cdot \ell_p + \ell_{ненар}, \quad (2.2)$$

мұндағы $\ell_{кр}$ - арқанның барабанға қосылған аумағының ұзындығы;

$\ell_{непр}$ - 1,5 түртілмеген орам;

$\ell_{ненар}$ - кесілмеген бөлігі;

ℓ_p - жұмыс бөлігі.

Барабанның кесілмеген бөлігін барабанның тележкаға максималды жақындаған кездегі арқанның ауытқу бұрышын шектеуден анықтаймыз. Құрылымдық тұрғыдан біз оны $\ell_{ненар} = 150 \text{ мм}$ деп қабылдап аламыз.

Барабанның жұмыс істеу бөлігіндегі орам саны: $\frac{H \cdot a}{\pi \cdot D_{бар}}$,

мұндағы $a = 3$ - полиспастаның еселігі.

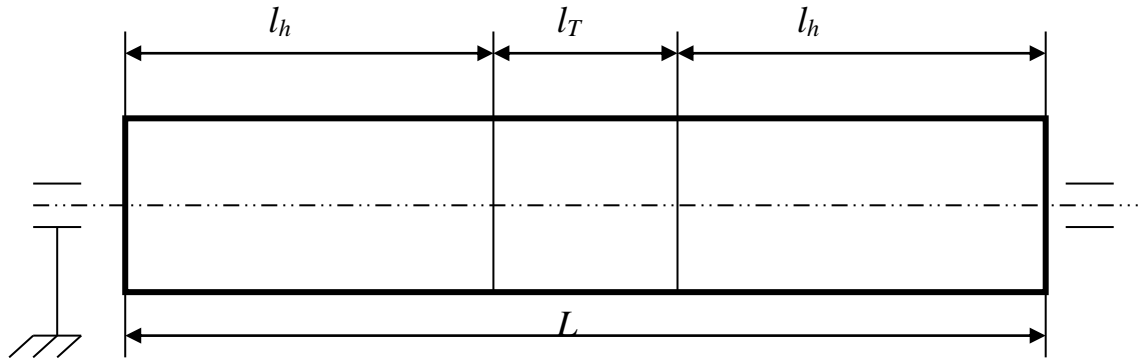
Осылайша,

$$\ell_{бар} = 2 \cdot \left(\frac{H \cdot a}{\pi \cdot D_{бар}} + 1.5 + 3 \right) \cdot t + \ell_{ненар} = 2 \cdot \left(\frac{8,5 \cdot 3 \cdot 1000}{\pi \cdot 605} + 1.5 + 3 \right) \cdot 14 +$$

$+ 150 = 889 \text{ мм}$ $\ell_{бар} = 890 \text{ мм}$ деп қабылдап аламыз.

Барабанның айналу жиілігін келесіден таңдап аламыз:

$$v_{окр} = \frac{\pi \cdot D_{бар} \cdot n_{бар}}{1000} \quad (2.3)$$



5 - сурет - Жүк арқанын орайтын атанак

Егерде оны өзгертсек, $v_{окр} = v_{зр} \cdot a$,

мұндағы $v_{зр}$ - жүкті көтеру жылдамдығы. Сонда:

$$n_{бар} = \frac{1000 \cdot v_{зр} \cdot a}{\pi \cdot D_{бар}} = \frac{1000 \cdot 12 \cdot 3}{\pi \cdot 605} = 18,23 \text{ мин}^{-1}.$$

2.1.5 Қозғалтқышты таңдау

Бізге керекті электрлі қозғалтқыштың қуаты:

$$N = \frac{(G_{зр} + G_3) \cdot v_{зр}}{1000 \cdot 60 \cdot \eta} = \frac{412020 \cdot 12}{1000 \cdot 60 \cdot 0,9} = 113 \text{ кВт}. \quad (2.4)$$

Жұмыс режимінің 4 тобының қосылуы уақыты ҚУ ($ПВ$)=25%, анықтамаларда кездесетін электроқозғалтқыштардың ішінде біз МТН 612-6-ны таңдаймыз. Оның негізгі көрсеткіштері:

Біліктегі қуаты:	112 кВт;
Айналу жиілігі:	$n_{дв} = 950 \text{ мин}^{-1}$;
Біліктегі максималды моменті:	3580Нм.

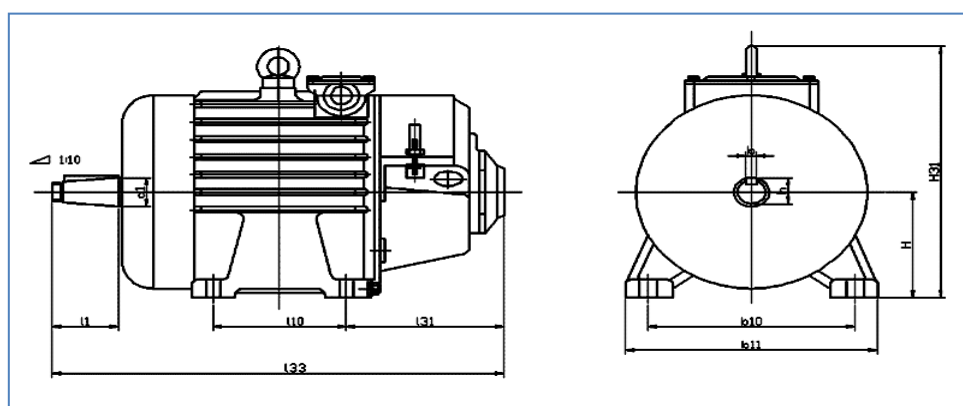
2.1.6 Редукторды таңдау

Редуктордың беріліс қатынасы келесіге тең:

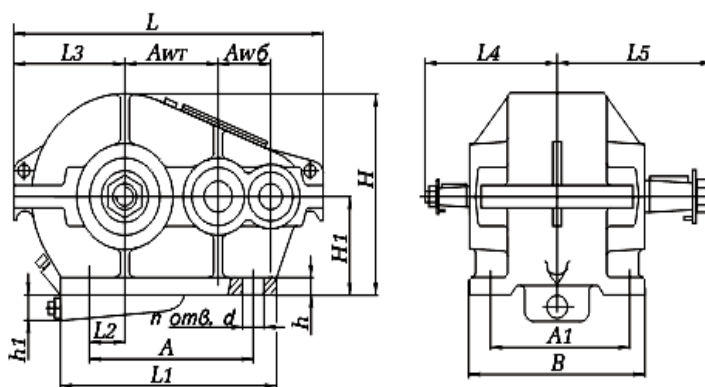
$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{бар}}} = \frac{950}{18,23} = 52,12$$

Техникалық тізбектен беріліс қатынасы біздің шығарған беріліс қатынасына жақын Ц2-650 редукторын таңдаймыз, оның беріліс қатынасы $u_{\text{ном}} = 50$ ($u_{\text{факт}} = 48,57$).

Тыныш жүрісті біліктегі рұқсат етілетін айналу моменті $M_T = 41005 \text{ Н} \cdot \text{м}$
Тыныш жүрісті біліктегі рұқсат етілетін консольді жүктеме 69651 Н



6 - сурет - Ассинхронды фазалы роторлы МТН612-6 қозғалтқышы



7 – сурет - Ц2-650 редукторы

2.1.7 Редукторды тексеру

Момент бойынша: $M_{\text{наиб}} \geq M_{\text{факт}}$

$$\text{Сәйкестігі} \begin{cases} M_{\text{наиб}} = m \cdot M_T = 1,6 \cdot 41005 = 65610 \text{ Н} \cdot \text{м} \\ M_{\text{факт}} = 2 \cdot S_{\text{max}} \cdot \frac{D_{\text{бар}}}{2} = 2 \cdot 59841 \cdot \frac{0,605}{2} = 36203 \text{ Н} \cdot \text{м} \end{cases}$$

Рұқсат етілетін консольді жүктеме бойынша: $P_{\text{конс}}^{\text{факт}} \leq P_{\text{конс}}^{\text{ред}}$

$$\text{Сәйкестігі} \begin{cases} P_{\text{конс}}^{\text{факт}} = S_{\text{max}} = 59841 \text{ Н} \\ P_{\text{конс}}^{\text{ред}} = 69651 \cdot 9,81 = 683276 \text{ Н} \end{cases}$$

2.1.8 Тежегішті таңдау

Тежегішті таңдау үшін алдымен оның есептелетін тежелу моментін анықтап алу керек. Оны анықтау үшін алдымен тежелу кезінде қозғалтқыштың білігінің статикалық моментін анықтаймыз:

$$I = \frac{Q D_{\delta} \eta_m}{2u_m} = \frac{(20000 + 10000) \cdot 0,605 \cdot 0,9}{2 \cdot 156,33} = 713,4 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.5)$$

мұндағы u_m – механизмнің жалпы беріліс саны, ол келесі формуламен есептеледі:

$$u_m = u_p \cdot u = 52,11 \cdot 3 = 156,33; \quad (2.6)$$

мұндағы $u = 3$ полиспастаның еселігі;

u_p – редуктордың беріліс саны:

$$u_p = \frac{n}{n_{\dot{a}}} = \frac{950}{18,23} = 52,11 \quad (2.7)$$

мұндағы $n_{\dot{a}}$ – барабанның айналу жиілігі = 18,23 мин⁻¹;

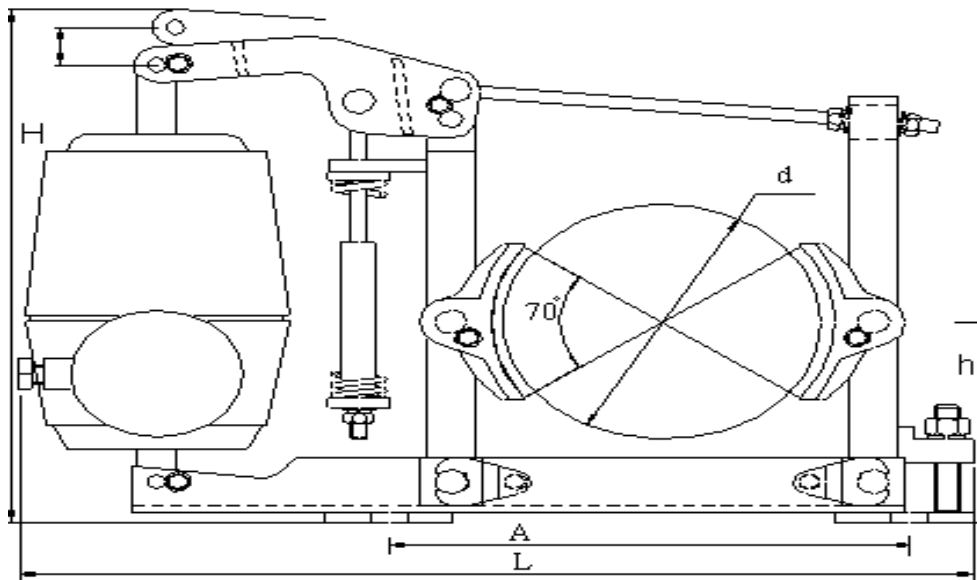
n – қозғалтқыштың айналым саны = 950 мин⁻¹;

Есептеліп алынған мәліметтердің мәндерін орнына қойып, қозғалтқыштың тежелу моментін есептейік:

$$M_m = k \cdot M_{\text{см.м}} = 2,5 \cdot 731,4 = 1828,5 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.8)$$

Алынған мәліметтерді жақсылап сараптап, арайы техникалық анықтамалардан өзімізге керекті, тежелу моменті біздің есептеген тежегішіміздің тежелу моментіне жақын етіп аламыз.

Электрлі және гидравликалық итергіші бар, екі қалақшалы ТКГ-500 тежегішін таңдаймыз. Оның максималды тежелу моменті=250 Н·м [16].



8 – сурет - ТКГ-500 тежегіші

2.2 Арбаның қозғалу механизмі

Есептеуге берілген мәліметтер:

Жүктің араласуының салмағы

$$Q = 20 \text{ тонна}$$

Арбаның салмағы

$$G = 25 \text{ кН}$$

Катканың диаметрі

$$D = 250 \text{ мм}$$

Біліктің диаметрі

$$d = 60 \text{ мм}$$

Сырғанаудың үйкеліс коэффициенті

$$\mu = 0,1$$

Тербелістің үйкеліс коэффициенті

$$f = 0,08 \text{ см}$$

Қабырғасының кедергі коэффициенті

$$k = 1,4$$

Механизмнің сұлбесі: мотор, цилиндрлі редуктор, ашық беріліс және каток.

Мотор

$$N = 4 \text{ кВт}$$

Мотордың айналым саны

$$n = 950 \text{ айн/мин.}$$

Бір жұпты редуктор

$$i_1 = 5$$

Ашық тісті беріліс

$$i_2 = 3,54$$

Жалпы беріліс саны

$$i_0 = i_1 \cdot i_2, i_0 = 5 \cdot 3,54 = 17,7$$

Катоктың айналым саны

$$n_K = \frac{n_M}{i_0}, n_K = \frac{950}{17,7} = 53,7$$

Арбаның жылдамдығы

$$\vartheta = \pi \cdot D \cdot n_k, \vartheta = 3,14 \cdot 0,25 \cdot 53,7 = 42 \text{ м/мин}$$

Жүк тиелген арбаның қозғалысының кедергісі:

$$W = \frac{(Q + G) \cdot (f + \mu \frac{d}{2}) \cdot k}{D/2} \quad (2.9)$$
$$W = \frac{(5000 + 2500)(0,08 + 0,1 \frac{6}{2}) \cdot 1,4}{25/2} = \frac{7500 \cdot 0,38 \cdot 1,4}{12,5} = 320 \text{ кН}$$

Қажетті қуат қалыптасқан қозғалыс кезінде:

$$N = \frac{W \cdot \vartheta}{75 \cdot \eta \cdot k_1} \quad (2.10)$$
$$N = \frac{320 \cdot 42}{75 \cdot 0,8 \cdot 1,36 \cdot 60} = 2,8 \text{ кВт}$$

Арбаны қозғалысқа келтірер кездегі қажетті қуат.

Қосу уақыты $t = 3 \text{ сек}$

Үдеу:

$$a = \frac{\vartheta}{t} \quad (2.11)$$
$$a = \frac{42}{3 \cdot 60} = 0,23 \text{ м/сек}^2$$

Жүк тиелген арбаның инерция күші:

$$P = m \cdot a \quad (2.12)$$
$$P = \frac{(Q + G)}{g} \cdot a$$
$$P = \frac{7500}{9,81} \cdot 0,23 = 176 \text{ кН}$$

Қосар кездегі қажетті қуат:

$$N_0 = \frac{(W + P) \cdot g}{75 \cdot \eta \cdot k} \quad (2.13)$$

$$N_0 = \frac{(320 + 176) \cdot 42}{75 \cdot 0,8 \cdot 1,36 \cdot 60} = 4,35 \text{кВм}$$

Бос арбаның қозғалысының кедергісі:

$$W_T = \frac{G \cdot (f + \mu \cdot \frac{d}{2}) \cdot k}{D/2} \quad (2.14)$$

$$W_T = \frac{2500 \cdot (0,08 + 0,1 \cdot \frac{6}{2})}{25/2} = \frac{2500 \cdot 0,38 \cdot 1,4}{12,5} = 106 \text{кз}$$

2.2.1 Арбаның каткасын түсетін күшті анықтау

1. Арбаның салмағы $G = 25 \text{кН}$

2. Жүктің салмағы $Q = 50 \text{кН}$

Үштік полиспастының бар болуынан жүктің салмағын келесі ретпен бөлеміз:

кері қайтарушы блокта болады $R_D = \frac{2}{3} \cdot Q; R_D = 33,30 \text{кН}$

ал шығырға $R_C = \frac{1}{3} \cdot Q; R_C = 16,70 \text{кН}$

Арбаның каткасын түсетін күштің бөлінуінің сұлбесі.

Арбаның өз салмағына күш түсу тура тең бөлінеді: жетекші және жетексіз каткалар болып, яғни:

$$R'_A = R'_B = \frac{G}{2} \quad (2.15)$$

$$R'_A = \frac{2500}{2} = 1250 \text{кН}$$

Күшпен каткаға түсетін қысым

$$\sum M_A = 0 \quad (2.16)$$

$$R_D \cdot b + R_C \cdot a - R_B'' \cdot l = 0$$

$$R_B'' = \frac{R_D \cdot b + R_C \cdot a}{l} \quad (2.17)$$

$$R_B'' = \frac{3330 \cdot 61 + 1670 \cdot 105}{150} = \frac{203000 + 175300}{150} = \frac{378300}{150} = 25,20 \text{кН}$$

$$R_A'' = Q - R_B'' \quad (2.18)$$

$$R_A'' = 5000 - 2520 = 2480 \text{кН}$$

Каткалардағы қысымның қосындысы:

Жетекті:

$$R_A = R_A' + R_A'' \quad (2.19)$$

$$R_A = 1250 + 2480 = 37,30 \text{кН}$$

Жетексіз:

$$R_B = R_B' + R_B'' \quad (2.20)$$

$$R_B = 1250 + 2520 = 37,70 \text{кН}$$

Жетекті каткамен рельс арасындағы ілініс күші:

$$W_0 = R_A \cdot \mu \quad (2.21)$$

$$W_0 = 3730 \cdot 0,15 = 560 \text{кН}$$

мұндағы $\mu = 0,15$ болаттың үйкеліс коэффициенті. Алынған ілініс күші үлкен кедергі күшінен және арбаны қозғалысқа қосар кездегі инерция күшінен тұрады, ол мынаған тең:

$$W + P = 320 + 176 = 496 \text{кН} \quad (2.22)$$

Бұдан жетекші катка кранның рельсі мен ешбір кедергісіз жүрілуін дәлелдейміз.

Катка мен рельстің арасындағы меншікті қысым:

$$q = \frac{R_A}{2 \cdot D \cdot b} \quad (2.23)$$

$$q = \frac{3770}{2 \cdot 25 \cdot 3,5} = 21,5 \text{кН / см}^2,$$

мұндағы, $b = 3,5 \text{см}$

рельс пен катканың ені, $D = 25 \text{см}$, $r = 12,5 \text{см}$

Герц бойынша:

$$q_{\max} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{R_B \cdot E}{b \cdot r}} \quad (2.24)$$

$$q_{\max} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{3770 \cdot 2 \cdot 10^6}{3,5 \cdot 12,5}} = 0,418 \sqrt{173 \cdot 10^6} = 5550 \text{ кН / см}^2$$

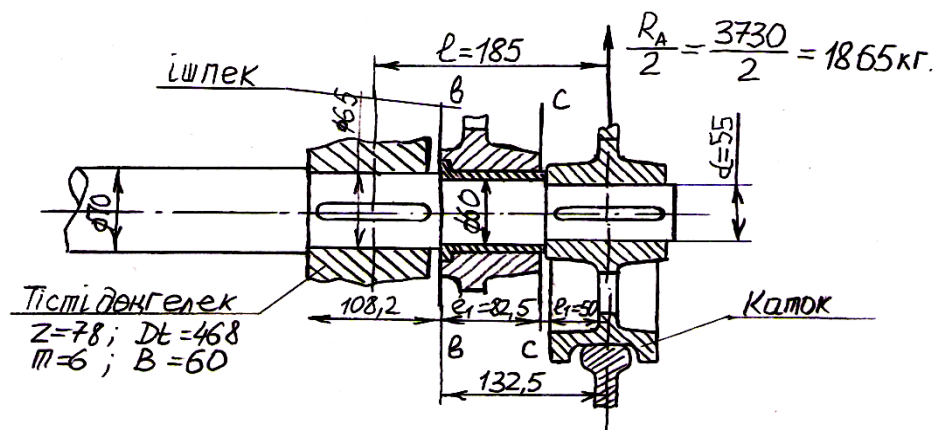
Жіберілетіні, $6000 \div 7000 \text{ кН / см}^2$.

Арба тоқтап тұрған кездегі ішпектегі меншікті қысым (төлке бронзадан жасалған, $d = 60, b = 80 \text{ мм}$):

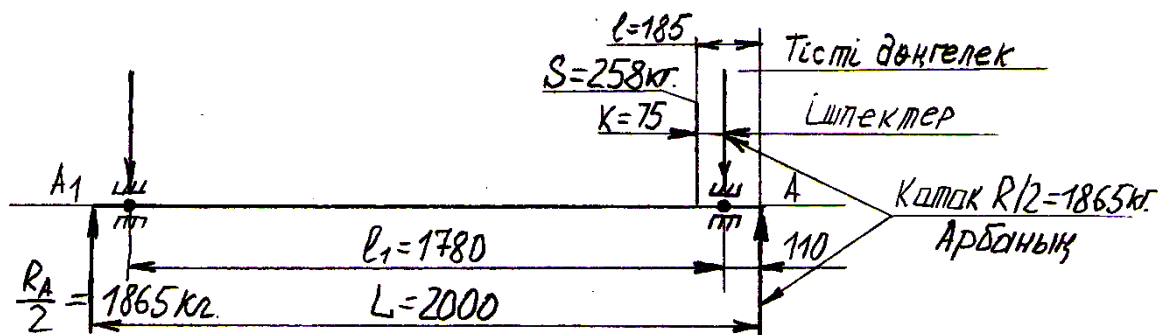
$$q_k = \frac{R_B}{2 \cdot d \cdot b} \quad (2.25)$$

$$q_k = \frac{3770}{2 \cdot 6 \cdot 8} = 39,3 \text{ кг / см.}$$

2.2.2 Жетекші өстің есебі



9 – сурет - Жетекші ось



10 - сурет - Білікке түсетін күштің сұлбесі

Білікке түсетін күштер. Дөңгелектегі қысым, $\frac{R_A}{2} = 1865 \text{кг}$. Тісті дөңгелектегі қысым жетекші жұлдызшадан және катокты қозғалысқа келтіретін айналу моментінен тұрады.

Арбаны орнынан қозғалтар кездегі білікте пайда болатын ең үлкен моменті.

Қозғалту кедергісі:

$$W + P \approx 500 \text{кг} \quad (2.26)$$

Айналу моменті:

$$M_K = (W + P) \cdot \frac{D}{2} \quad (2.27)$$

$$M_K = 500 \cdot \frac{25,0}{2} = 6250 \text{кН.см}$$

Тісті дөңгелектегі қысым:

$$S = \frac{M_{KP}}{D \cdot t/2} \quad (2.28)$$

$$S = \frac{6250 \cdot 2}{46,8} = 258 \text{кН}$$

Ішпектің төлкесіндегі қосымша қысым:

$$q_s = \frac{S}{d \cdot b} \quad (2.29)$$

$$q_s = \frac{258}{6 \cdot 8} = 5,4 \text{кН / см}^2$$

Төлкедегі қысымдардың қосындысы:

$$q = q_R + q_s \quad (2.30)$$

$$q = 39,3 + 5,4 = 44,7 \text{кН / см}^2$$

С-С қимасының білігіне әсер ететін иілу моменті:

$$M_C = \frac{R_A}{2} \cdot C_1 \quad (2.31)$$

$$M_C = 1865 \cdot 5 = 9325 \text{кН} \cdot \text{см}$$

Иілу моменті:

$$M = \frac{R_l \cdot (l-b) \cdot b}{l} \quad (2.32)$$
$$M = \frac{2600 \cdot (150-61) \cdot 61}{150} = 94000 \text{кН} \cdot \text{см}$$

Кернеу:

$$\sigma = \frac{M_l}{W} \quad (2.33)$$
$$\sigma = \frac{94000}{180} = 520 \text{кН} / \text{см}^2$$

Арбаның қозғалу механизмінің сұлбесі $Q = 50 \text{кН}$
Кедергі моменті,
иілуге:

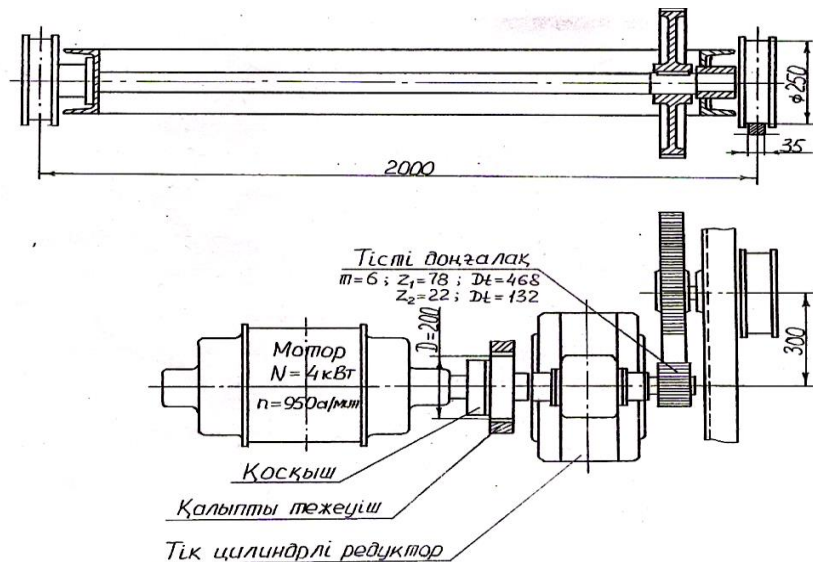
$$W = 0,1 \cdot d_1^3; W = 0,1 \cdot 5,5^3 = 16,6 \text{см}^3 \quad (2.34)$$

бұрауға:

$$W = 0,2 \cdot d_1^3; W = 0,2 \cdot 5,5^3 = 33,2 \text{см}^3 \quad (2.35)$$

Қимадағы кернеу,
иілуге:

$$\sigma_c = \frac{M}{W}; \sigma_c = \frac{9325}{16,6} = 562 \text{кН} / \text{см}^2 \quad (2.36)$$



11 - сурет- Арбаның қозғалу механизмінің сұлбесі

бұрауға:

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_{KP}}; \tau = \frac{6250}{33,2} = 190 \text{кН} / \text{см}^2 \quad (2.37)$$

С-С қимасындағы кернеулердің қосындысы беріктіліктің қосындысы беріктілігінің үшінші теориясы бойынша:

$$\sigma_0 = \sqrt{4 \cdot \tau^2 + \sigma_c^2} \quad (2.38)$$

$$\sigma_0 = \sqrt{4 \cdot 190^2 + 562^2} = \sqrt{144400 + 315600} = \sqrt{460000} = 678 \text{кН} / \text{см}^2$$

В-В қимасын тексереміз.

Дөңгелектегі қысымнан болатын иілу моменті: $M_R = 9325 \text{кН} \cdot \text{см}$.

Күштен болатын иілу моменті, $S = 258 \text{кГ}$.

$$M_B = \frac{S \cdot (l_1 - k) \cdot k}{l} \quad (2.39)$$

$$M_B = \frac{258 \cdot (178 - 7,5) \cdot 7,5}{178} = 2480 \text{кН} \cdot \text{см}$$

Қиманың кедергі моменті,

$$d = 6,0 \text{см}, W_u = 21,6 \text{см}^3; W_{KP} = 43,2 \text{см}^3 \quad (2.40)$$

Кернеу:

$$\begin{aligned}\sigma_{из} &= \frac{M_K + M_B}{W} \\ \sigma_{из} &= \frac{9325 + 2480}{21,6} = 550 \text{кН} / \text{см}^2; \\ \tau_{кр} &= \frac{M_{кр}}{W_K} \\ \tau_{кр} &= \frac{6250}{43,2} = 144 \text{кН} / \text{см}^2.\end{aligned}\tag{2.41}$$

В-В қимасындағы кернеулердің қосындысы:

$$\sigma_u = \sqrt{4 \cdot 144^2 + 550^2} = \sqrt{385700} = 620 \text{кН} / \text{см}^2.\tag{2.42}$$

2.2.3 Редуктордың есебі

Арбаны қозғалту механизмі.

Редуктор-тік тісті цилиндрлі дөңгелектерден тұрады.

Беріліс саны, $i = 1 \div 5$.

Берілетін қуат, $N = 7,5 \div 12 \text{кВт}$, $n = 1000 \text{айн} / \text{мин}$.

Біліктің кедергі моменттері, $d = 30 \text{мм}$.

бұралуға:

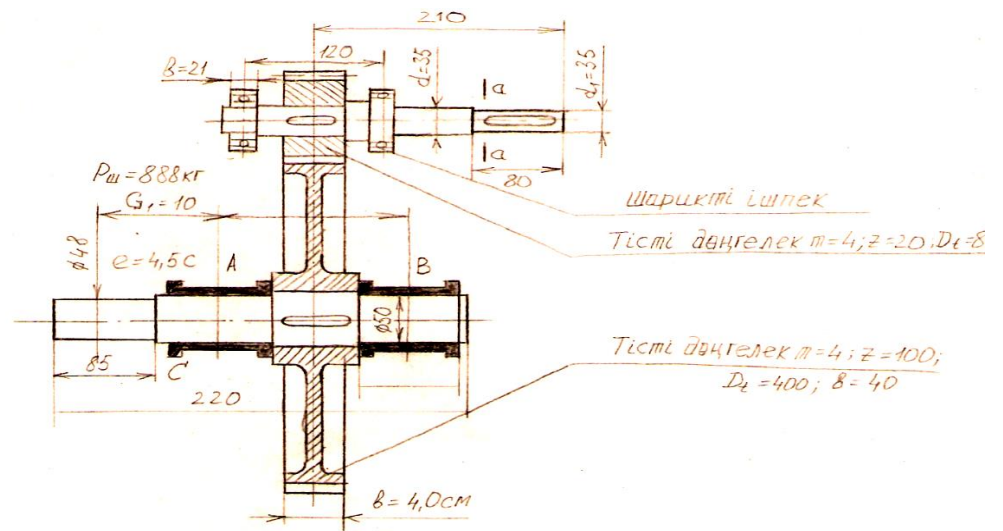
$$W_{30} = 0,2 \cdot d_1^3; W_{30} = 0,2 \cdot 3^3 = 5,4 \text{см}^3.\tag{2.43}$$

иілуге:

$$W_{30} = 0,1 \cdot d_1^3; W_{30} = 0,2 \cdot 3^3 = 2,7 \text{см}^3.\tag{2.44}$$

$d = 35 \text{мм}$,

$$W_{35} = 4,25 \text{см}^3.\tag{2.45}$$



12 – сурет - Редуктордың сұлбесі

Есепті мынадай берілу кезінде шешеміз, $N = 12 \text{ кВт}$; $n = 1000 \text{ айн / мин}$.
Осындай қуат кезіндегі берілістің айналу моменті:

$$M_{KP} = \frac{71620 \cdot N \cdot K}{n} \quad (2.46)$$

$$M_{KP} = \frac{71620 \cdot 12 \cdot 1,36}{1000} = 11,70 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Тісті дөңгелектің қысым және шарикті ішпектің тұғырының қысымы:

$$P = \frac{M_K}{Z} \quad (2.47)$$

$$P = \frac{1170}{4} = 294 \text{ кН}$$

Жоғарғы біліктің а-а қимасындағы кернеу:

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_{30}} \quad (2.48)$$

$$\tau = \frac{1170}{5,4} = 216 \text{ кН} / \text{см}^2$$

Шарикті ішпектің қысымы:

$$P_{ш} = \frac{P}{2} \quad (2.49)$$

$$P_{ш} = \frac{294}{2} = 147 \text{кН}$$

Тістегі иілу моменті:

$$M = P \cdot k \quad (2.50)$$

$$M = 294 \cdot 0,88 = 259 \text{кН} \cdot \text{см}$$

Кедергі моменті:

$$W = \frac{b}{G} \cdot \left(\frac{t}{2}\right)^2 \quad (2.51)$$

$$W = 4 \cdot \frac{0,63^2}{6} = 0,267 \text{см}^3$$

Астыңғы біліктің айналу моменті:

$$M'_{KP} = M_{KP} \cdot i \quad (2.52)$$

$$M'_{KP} = 1170 \cdot 5 = 5850 \text{кГ} \cdot \text{см}$$

Біліктің кедергі моменті, $d = 48 \text{мм}$.

$$W_1 = 0,1 \cdot d^3$$

$$W_1 = 0,1 \cdot 4,8^3 = 11 \text{см}^3$$

$$W_{KP} = 0,2 \cdot d^3 \quad (2.53)$$

$$W_{KP} = 0,2 \cdot 4,8^3 = 22 \text{см}^3$$

Астыңғы біліктен бұл айналу моменті тісті дөңгелек арқылы беріледі,
 $D_i = 132$

Тісті дөңгелектің тісіндегі қоршалған күш мынаған тең:

$$P_M = \frac{M'_{KP}}{D/2} \quad (2.54)$$

$$P_M = \frac{5850}{132/2} = 888 \text{кН}$$

С-С қимасындағы иілу моменті:

$$M_u = P_{III} \cdot e \quad (2.55)$$

$$M_u = 888 \cdot 4,5 = 4000 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Иілуден болатын кернеу:

$$\sigma_{II} = \frac{M_u}{W_u} \quad (2.56)$$

$$\sigma_{II} = \frac{4000}{11} = 364 \text{кН} / \text{см}^2$$

Бұралудан болатын кернеу:

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_{KP}} \quad (2.57)$$

$$\tau = \frac{5850}{22} = 256 \text{кН} / \text{см}^2$$

Кернеулердің қосындылары:

$$\sigma_0 = \sqrt{\sigma_u^2 + 4\tau^2} \quad (2.58)$$

$$\sigma_0 = \sqrt{364^2 + 4 \cdot 256^2} = \sqrt{392520} = 626 \text{кН} / \text{см}^2$$

Тұғырға түсетін күш; ең көп түсетіні А нүктесінде:

$$R_A = \frac{P}{2} + \frac{P_{III}(C_1 + C_2)}{C_2} \quad (2.59)$$

$$P_A = \frac{294}{2} + \frac{888(10+16)}{16} = 147 + 1388 = 15,35 \text{кН}$$

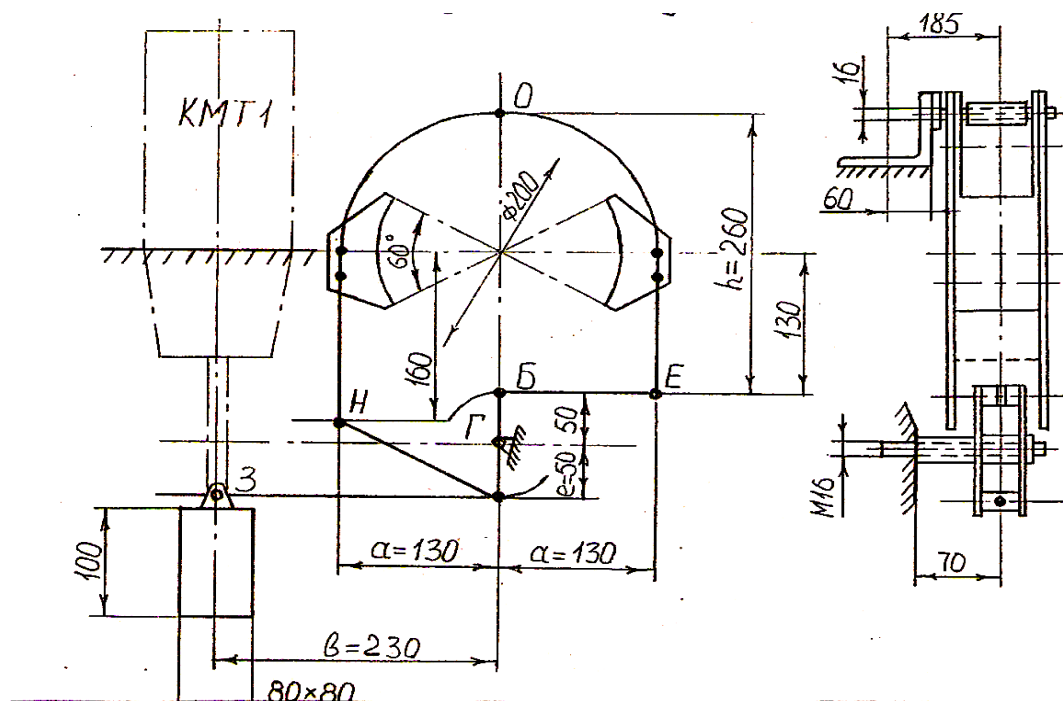
Меншікті қысым:

$$q = \frac{R_A}{l \cdot d}$$

$$q = \frac{1535}{9 \cdot 5} = 34,2 \text{ кН} / \text{см}^2 \quad (2.60)$$

Қорытынды –редуктор $N = 12 \text{ кВт}$ дейін қуат бере алады, $n = 1000 \text{ айн} / \text{мин}$ айналым саны кезінде және $N = 8 \text{ кВт}$ дейін қуат, $n = 720 \text{ айн} / \text{мин}$ айналым саны кезінде.

2.2.4 Қозғалту механизмінің тежеушінің есебі



13 – сурет - Қозғалту механизмінің тежеуші

Тартылу күші -10кг.

Жүрісі-40мм.

Жұмыс жүрісі-30мм.

Тежеуішті қосқыштың диаметрі

$D = 200 \text{ мм.}$

Қосқыштың ені

$B = 70 \text{ мм.}$

Үйкеліс коэффициенті

$\mu_\phi = 0,3.$

Қалыптың ені

$B = 70 \text{ мм.}$

Қалыптың табакпен жанасуының ауданы:

$$F = B \cdot l \cdot B \cdot \frac{\pi \cdot D \cdot 60^0}{360^0}$$

$$F = 7 \cdot \frac{3,14 \cdot 20}{6} = 73,5 \text{ см}^2.$$
(2.61)

Тежеуіштің қозғалту механизмінде тек якорьдің үдеуінің тежелу моменттері және қосқыштары, арбаның бірден тоқтауы кезінде болады. Тоқтату уақытын $t = 2 \text{ сек}$ деп қабылдаймыз.

Мотордың айналу моменті: $GD^2 = 0,8 \text{ кН} \cdot \text{м}^2.$

Қосқыштың инерция моменті $\Phi 200 \text{ мм}$, $I_M = 0,01 \text{ кН} \cdot \text{м} \cdot \text{сек}^2.$

Мотордың және қосқыштың үдету моменті:

$$M_{BP} = \left(\frac{GD^2}{4g} + I_M \right) \frac{n \cdot \pi}{30t}$$

$$M_{BP} = \left(\frac{0,8}{4 \cdot 9,81} + 0,01 \right) \cdot \frac{950 \cdot 3,14}{30 \cdot 2} = (0,0204 + 0,01) \cdot 50 = 1,52 \text{ кН} \cdot \text{мм}.$$
(2.62)

Қалыпты басуға қажетті күш тежеуіштің айналу моменті үшін:

$$T = \frac{M}{2 \cdot \frac{D}{2} \cdot \mu_\phi}$$

$$T = \frac{152}{2 \cdot \frac{20}{2} \cdot 0,3} = \frac{152}{6} = 25,3 \text{ кН}$$
(2.63)

Қалыптағы меншікті қысым:

$$q = \frac{T}{F}$$

$$q = \frac{25,3}{73} = 0,35 \text{ кН} / \text{см}^2.$$
(2.64)

Жүктің тежелген мөлшерін анықтау: $2T \cdot \frac{h}{2} = G \cdot \frac{b}{2} \cdot \frac{h}{e}$ қайдан,

$$G = \frac{T \cdot 2e}{b}$$

$$G = \frac{25,3 \cdot 2 \cdot 5}{23} = 11 \text{ кН}$$
(2.65)

Электрлі магниттің және иіктіректің якорінің жүгінің салмағының өзтек салмағы:

$$G_q = G - G_{я} - G_p$$

$$G_q = 11 - 3,5 - 1 = 6,5 \text{ кН} \quad (2.66)$$

Жоғарғы саусағының тежеуіштегі кернеу $\Phi = M16$.

Тежелу кезінде саусаққа артық қоршалған күш

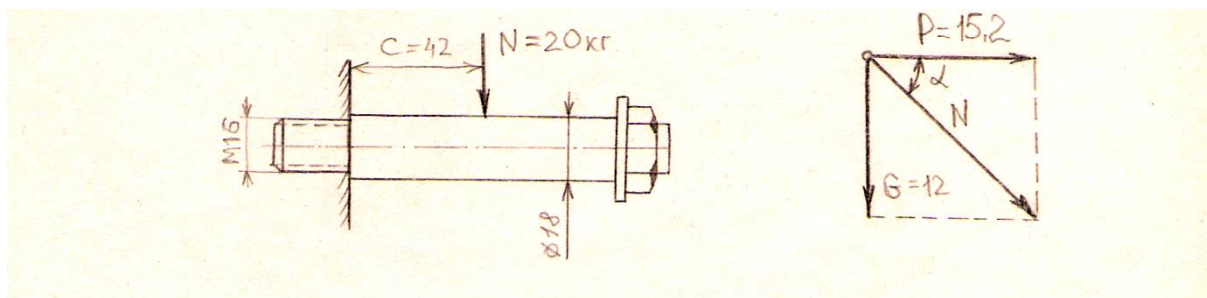
әсер етеді:

$$P = \frac{M}{D/2}; P = \frac{152}{20/2} = 15,2 \text{ кН}$$

және тежеуіш қалыбының иіктірекпен бірге салмағы, $G_k = 12 \text{ кН}$

Бұл күштер саусаққа бір-біріне тура бұрышпен әсер етеді, олар мынаған тең:

$$\text{tg} \alpha = \frac{G}{P}; \text{tg} \alpha = \frac{12}{15,2} = 0,79, \alpha = 38^\circ 20'$$



14 – сурет - Саусаққа әсер ететін күштер

$$N = \frac{G}{\sin \alpha}$$

$$N = \frac{12}{\sin 38^\circ 20'} = \frac{12}{0,62} = 19,4 \approx 20 \text{ кН}$$

Саусаққа әсер ететін иілу моменті:

$$M = N \cdot C$$

$$M = 20 \cdot 4,2 = 84 \text{ кН} \cdot \text{см} \quad (2.67)$$

Саусақтың бұрандасындағы кедергі моменті:

$$W = 0,1 \cdot d \cdot p^3$$

$$W = 0,1 \cdot 1,34^3 = 0,24 \text{ см}^3. \quad (2.68)$$

Кернеу,

$$\frac{M}{W} = \frac{84}{0,24} = 350 \text{кН} / \text{см}^2 \quad (2.69)$$

Қалған элементтері қолайлы жағдайда табылады және оны есептейміз.

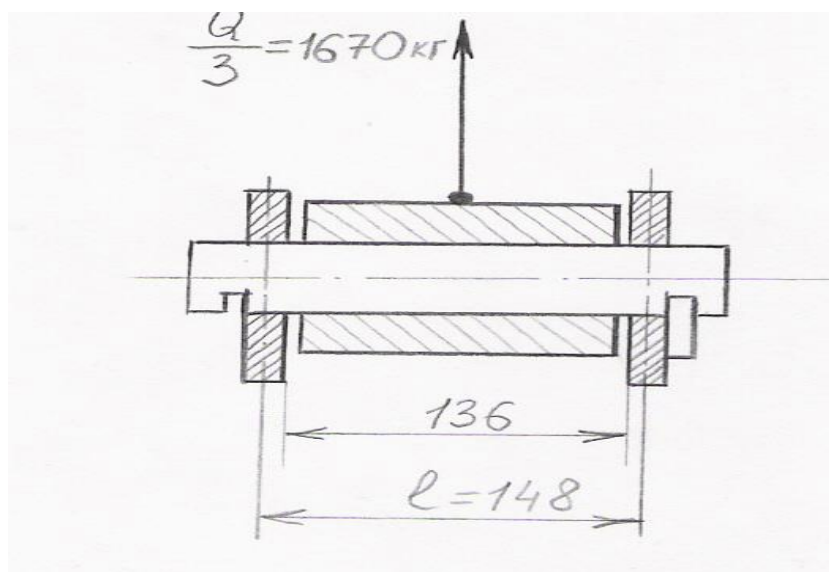
2.2.5 Арбаның рамасының есебі

Арбаның рамасының сұлбесінде көрсетілгендей кері қайтарушы блокты тасымалдаушы аралық ең көп күш түсетін элемент болып есептеледі және шоғырдың аралықтары үшін тұғыр қызмет атқарады. “D” нүктесіне кері қайтарушы блоктан түсетін күш мынаған тең:

$$R = Q/3 = 15000 / 3 = 5000 \quad (2.70)$$

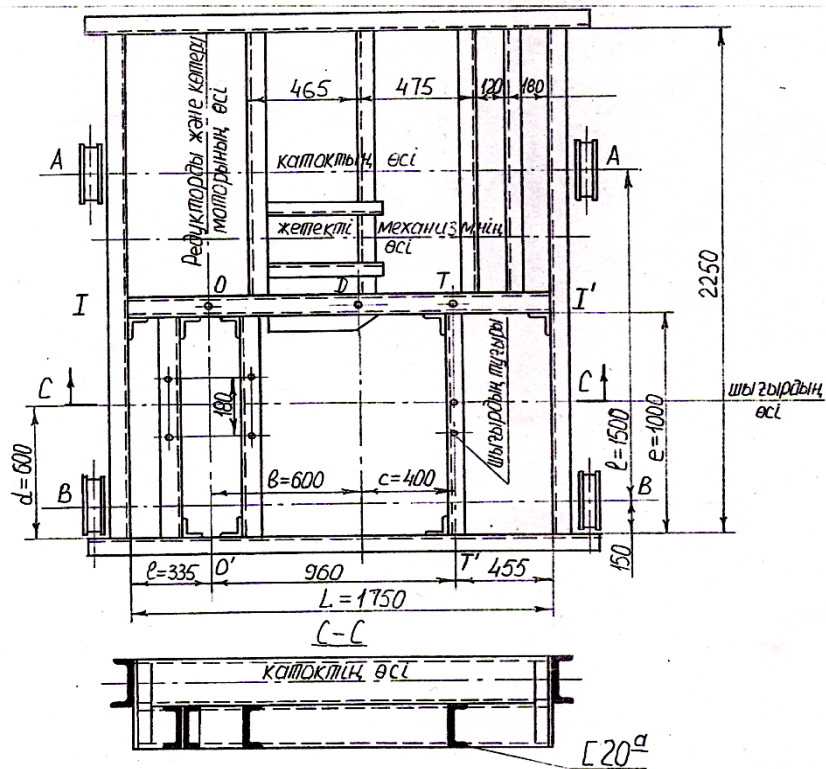
О және Т нүктелеріндегі шығырдан түсетін күшті анықтау.

Шығырға түсетін күш $\frac{Q}{3} = 1670 \text{кг}$.



15 - сурет- Шығыр

Арбаның рамасының сұлбесі
Масштаб: 1:20. Салмағы 600кг



16- сурет -Арбаның рамасының сұлбесі

О – О' және Т – Т' остері арқылы шоғырдың тұғырына түсетін күш:

$$R_{O-O'} = \frac{Q}{3} \cdot C$$

$$R_{O-O'} = \frac{1670 \cdot 40}{60 + 40} = 668 \text{кН}; \quad (2.71)$$

$$R_{T-T'} = \frac{Q}{3} - R_0$$

$$R_{T-T'} = 1670 - 668 = 1002 \text{кН}.$$

О және Т нүктелеріндегі I – I' аралығына түсетін күш,

$$P_O = \frac{R_0 \cdot d}{e}$$

$$P_O = \frac{668 \cdot 60}{100} = 4 \text{кН};$$

$$P_T = \frac{R_T \cdot d}{e}$$

$$P_T = \frac{1002 \cdot 60}{100} = 6,12 \text{кН} \quad (2.72)$$

Көтеру механизмінің салмағы $G = 900\text{кг}$ (моторсыз),
 $G_{OO} = 700\text{кг}$; $G_{TT} = 200\text{кг}$ деп қабылдаймыз.

О және Т нүктелеріндегі $I - I'$ аралығына түсетін күштер,

$$G_0 = \frac{G_{OO} \cdot d}{e}$$

$$G_0 = \frac{700 \cdot 60}{100} = 420\text{кН};$$

$$G_T = \frac{G_{TT} \cdot d}{e}$$

$$G_T = \frac{200 \cdot 60}{100} = 120\text{кН}$$
(2.73)

Көтерілетін жүктің және көтеру механизмінің салмақтарының $I - I'$ аралығына түсетін күштердің қосындысы (аралықтың өзінің салмағы есепке алынбайды).

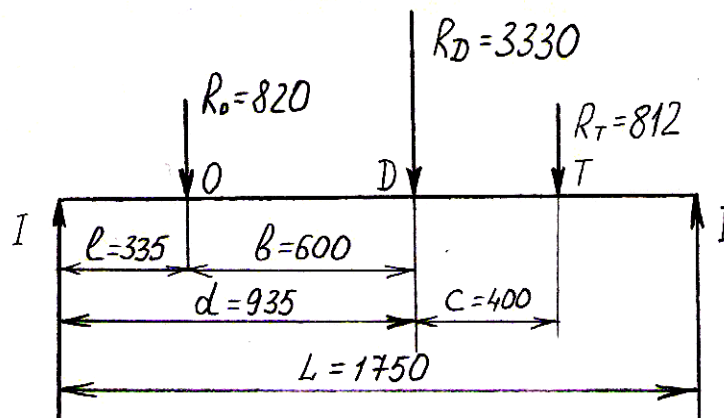
$$R_0 = P_0 + G_0$$

$$R_0 = 400 + 420 = 820\text{кг};$$

$$R_T = P_T + G_T$$

$$R_T = 612 + 200 = 812\text{кг}.$$

$$P_D = 3330\text{кг}.$$
(2.74)



17- сурет -Тұғыр реакциялары

I және I' нүктелеріндегі тұғыр реакциялары:

$$R_I = \frac{R \cdot l + R \cdot d + R_T \cdot (a + c)}{L}$$

$$R_I = \frac{820 \cdot 33,5 + 3330 \cdot 93,5 + 812 \cdot (93,5 + 40)}{175} = \frac{27500 + 312500 + 113500}{175} =$$

$$= \frac{453500}{175} = 26 \text{кН}$$

$$R_I = R_0 + R_D + R_T - R_T$$

$$R_I = 820 + 3330 + 812 - 2600 = 2,362 \text{кН}.$$

“O” қимасындағы иілу моменті:

$$M_O = R_I \cdot e$$

$$M_O = 2362 \cdot 33,5 = 785 \text{кН} \cdot \text{см}.$$

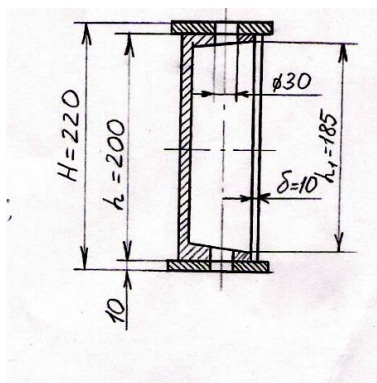
(2.75)

“D” қимасындағы иілу моменті:

$$M_D = R_I \cdot a - R_0 \cdot (a - e)$$

$$M_D = 2362 \cdot 93,5 - 820 \cdot (93,5 - 33,5) = 221500 - 49200 = 1723 \text{кН} \cdot \text{см}.$$

(2.76)



18 - сурет - Тұғыр

Аралықтың қимасы,

$$L =; I = 1804 \text{см}^4; F = 29,7 \text{см}^2; W = 180 \text{см}^3.$$

C-C өсіне қатысты иілу моменті:

$$M_C = R_T \cdot (e - d)$$

$$M_C = 812 \cdot (100 - 60) = 32480 \text{кН} \cdot \text{см}.$$

(2.77)

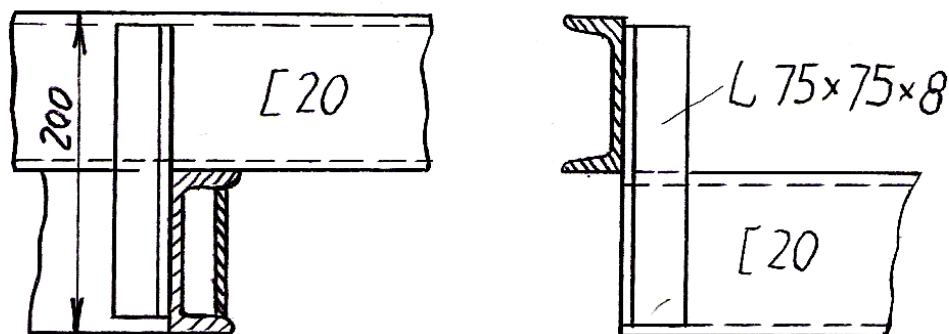
Кернеу:

$$\sigma = \frac{M_c}{W_c} \quad (2.78)$$

$$\sigma = \frac{32480}{180} = 180 \text{кН} / \text{см}^2.$$

I-I аралығын А-В аралығына біріктіретін электр жапсарларындағы кернеу.

Тұғыр реакциясы, $R_I = 26 \text{кН}$



19 - сурет - Жапсар

Аралықтар бір-біріне периметр бойынша бұрыш арқылы пісіріледі.
Жапсар тұтас: Жапсардың қимасы $\delta = 6 \text{мм}$.

Периметрдің ұзындығы: $L = 2 \cdot 20 + 2 \cdot 7,5 = 55 \text{см}$.

Жапсардың ауданы:

$$F = L \cdot \delta \quad (2.79)$$

$$F = 55 \cdot 0,6 = 33 \text{см}^2.$$

$$\tau_{CP} = \frac{R_I}{F}$$

$$\tau_{CP} = \frac{2600}{33} = 79 \text{кН} / \text{см}^2.$$

А-В аралығының есебі:

Түсетін күш: $R_I = 26 \text{кН}$

Аралыққа күш тек I нүктеде ғана түсіп тұр деп есептейміз

2.3 Көпірлі кранның толық есебі

Есептеуге арналған жалпы мәліметтер:

Кранның жүк көтеру қабілеттілігі

$$Q = 20 \text{кН}$$

ТЭ-511 электрлі төлінің салмағы	$G_T = 470кН$
Астыңғы рамасының салмағы	$G_1 = 361кН$
Үстіңгі рамасының салмағы	$G_2 = 372кН$
Бағананың салмағы (кранның аяғының)	$G_K = 2090кН$
Ригельдің салмағы	$G_P = 1465кН$
Кранның қозғалу жылдамдығы	$g_K = 23,36кг / мин$
Кранның көтерілуі	$L = 9,5м$
Рельстің басымен аяғының биіктігі	$H = 7,76м$
Кранның базасы	$B_K = 3,5м$
Қозғалту механизмінің электрлі двигателі	$A02 - 21 - 6$
Электрлі двигательдің қуаты	$N = 0,8кВт$
Айналым саны	$n = 930айн / мин$
Жалпы беріліс саны	$i_{жс} = 40$
РЧУ-63 редукторы, беріліс санымен	$i_p = 20$
Жүрдек дөңгелектің диаметрі	$D = 320мм$
Кран жолының рельсі	$P38МЕСТ3542-47$
Кранның салмағы	$G_K = 57кН$

2.3.1 Кранның қозғалу механизмі

Статикалық кедергінің қозғалысына:

$$W_C = W_{TP} \pm W_Y \quad (2.80)$$

Үйкелістен пайда болған кедергі:

$$W_{TP} = (G_K + Q) \cdot \frac{\mu \cdot d + 2 \cdot k}{D_K} \cdot K_P \quad (2.81)$$

мұндағы:

$G_K = 57кН$ -кранның толық салмағы

$Q = 20кН$ -кранның жүк көтеру қабілеттілігі

$\mu = 0,02$ -ішпектің үйкеліс коэффициенті

$d = 60мм$ -цапфаның диаметрі

$D_K = 320мм$ -жүрдек дөңгелектің диаметрі

$K_P = 1,5$ -дөңгелектің рельс пен қабырғаларының арасындағы кедергі коэффициенті $k = 0,6мм$ -тербелмелі үйкелісінің иіні.

$$W_{TP} = (5700 + 5000) \cdot \frac{0,02 \cdot 60 + 2 \cdot 0,6}{320} \cdot 1,5 = 120кН \quad (2.82)$$

Кран жолының көлбеу қозғалысының кедергісі:

$$W_y = (G_K + Q) \cdot i_y \quad (2.82)$$

мұндағы: $i_y = 0,002$ -мыңнан бір бөлігінің көлбеулігі.

$$W_y = (5700 + 5000) \cdot 0,002 = 21,4кН \quad (2.83)$$

$$W_C = 120 + 21,4 = 141,4кН$$

Кранның двигателінің статикалық қуаты:

$$N_C = \frac{W_C \cdot g_K}{6120 \cdot 2K} = \frac{141,4 \cdot 23,36}{6120 \cdot 0,74} = 0,73кВт \quad (2.84)$$

мұндағы:

$$r_K = r_p \cdot r_0 \cdot r_m; r_K = 0,8 \cdot 0,94 \cdot 0,99 = 0,74\text{-беріліс механизмінің ПӘК-і;}$$

$$\eta_0 = 0,94\text{-ашық берілістің ПӘК-і;}$$

$$\eta_p = 0,8\text{-редуктордың ПӘК-і РЧУ-63}$$

$$\eta_m = 0,99\text{-қосқыштың ПӘК-і}$$

Біз АО2-21-6 электрлі двигателін қабылдаймыз, қуаты $N = 0,8кВт$, айналым саны $n = 930\text{айн/мин}$, механизмінің беріліс саны

$$i = \frac{n_{\text{Э}}}{n_K}; n_K = \frac{n_{\text{Э}}}{i}; n_K = \frac{930}{40} = 23,25\text{айн/мин} \quad (2.85)$$

Кранның қозғалу жылдамдығы:

$$g = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_K}{1000} \quad (2.86)$$

$$g = \frac{3,14 \cdot 320 \cdot 23,25}{1000} = 23,36\text{айн/мин}$$

Алдын ала қабылданған двигательді тексереміз: $M_C^{\max} = \frac{W_C \cdot D_K}{2i\eta_K} \leq Mg^{\max}$,

$$M_C^{\max} = \frac{141,4 \cdot 320}{2 \cdot 40 \cdot 0,74} = 0,76кг \cdot м \leq Mg^{\max} < 1,84кН \cdot м. \quad (2.87)$$

Двигателдің номиналды моментін M_H анықтаймыз:

$$M_H = 975 \frac{N}{n} \quad (2.88)$$

$$M_H = 975 \frac{0,8}{930} = 0,838 \text{кН} \cdot \text{м}.$$

Двигательдің максималды моментін Mg^{\max} анықтаймыз:

$$\frac{Mg^{\max}}{M_H} = 2,2; Mg^{\max} = 2,2 \cdot M_H; Mg^{\max} = 2,2 \cdot 0,838 = 1,84 \text{кН} \cdot \text{м} \quad (2.89)$$

Біздің қабылданған электрлі двигателіміз жұмыс жағдайын қанағаттандырады.

2.3.2 Катканың диаметрін тексеру

Сызықтық беттесуде жергілікті кернеудің жұмсауын былай табамыз:

$$G_{CM} = 600 \cdot \sqrt{\frac{P}{b \cdot r}} \quad (2.90)$$

$$P = \frac{G_K + G_1 + G_M + Q + G_T}{2}; \quad (2.91)$$

мұндағы:

$G_K = 2,09 \text{т}$ - бағананың салмағы

$G_1 = 0,361 \text{т}$ - астыңғы арбаның салмағы

$G_M = \frac{2}{3} \cdot G_{\Sigma M} = \frac{2}{3} \cdot 1,465$ - ригельдің салмағы

$Q = 5 \text{т}$ - жүктің салмағы

$G_T = 0,47 \text{т}$ - электрлі тальдің салмағы

$b = 7 \text{см}$ - доңғалақ шеңберінің жұмыс бетінің ені

$r = 16 \text{см}$ - доңғалақтың радиусы.

$$P = \frac{2,09 + 0,361 + \frac{2}{3} \cdot 1,465 + 5 + 0,47}{2} = 4,445 \text{т};$$

мұндағы:

P-ең жоғарғы катокқа түсетін күш.

$$G_{CM} = 600 \cdot \sqrt{\frac{4445}{7 \cdot 16}} = 600 \sqrt{39,68} = 600 \cdot 6,3 = 37,80 \text{кН} / \text{см}^2$$

$$3780 \text{кН} / \text{см}^2 < [G]_{CM} = 4500 \text{кН} / \text{см}^2$$

Болат $45HB = 250$ қаттылығы кезінде.

2.3.3 Рельс пен катканың ілініс қорын тексеру

$$K_{CI} = \frac{G'_2 \cdot f_1}{(W - \frac{G_0(a-b)}{a}) \cdot f \frac{d}{D_{KK}}} = 1,1 \dots 1,2 \quad (2.92)$$

$$G'_2 = \frac{G_2 + \frac{1}{3} G_M + G_T}{2} \quad (2.93)$$

$$G'_2 = \frac{372 + \frac{1}{3} \cdot 1465 + 470}{2} = 6,65 \text{кН}$$

мұндағы:

G'_2 - жүгі жоқ үстіңгі арбаның бастаушы доңғалағына түсетін ең жоғарғы қысым;

$f = 0,15$ - іліну коэффициенті;

$$W = (G_{KP} + G_T) \cdot \frac{2\mu + d \cdot f}{D_{KK}} \cdot K_P \quad (2.94)$$

$$W = (5700 + 470) \frac{2 \cdot 0,05 + 6 \cdot 0,015}{32} \cdot 1,5 = 6170 \cdot 0,0059 \cdot 1,5 = 54,6 \text{кН}$$

W - жүгі жоқ кранның қозғалғандағы статикалық кедергінің қосындысы;

G_K - кранның салмағы;

μ - тербелістің үйкеліс коэффициенті;

d - цапфаның диаметрі;

D_{KK} - катоктың диаметрі;

K_P - қабырғаның үйкеліс коэффициенті;

G_0 - жүксіз кранның тельфермен бірге жалпы салмағы;

$$G_0 = G_{KP} + G_T \quad (2.95)$$

$$G_0 = 5700 + 470 = 61,70 \text{кН}$$

$a = 4$ - жалпы доңғалақтың саны;

$b = 2$ -жүрдек доңғалақтың саны;
 $f = 0,015$ -тылындағы үйкеліс коэффициенті;

$$K_{сц} = \frac{665 \cdot 0,15}{(54,6 - \frac{6170(4-2)}{4} \cdot 0,015 \cdot \frac{6}{32})} = \frac{99,75}{45,948} = 2,18 \quad (2.96)$$

$$K_{сц} = 2,18 > 1,1$$

Доңғалақтың ілінісі қамтамасыз етеді.

2.3.4 Берілген тежеушінің нақтылы баяулауын анықтау

Электрлі двигательдің тежеушінің номиналды моменті А02-21,
 $M_{н.т} = 200 \text{ кгс} \cdot \text{м}$.

Біздің көпірлі кранымызда екі А02-21-6 электр двигателі орнатылған. Тежеуіштің номиналды моменті осы кранда мынаған тең болады:

$$M_{н.т.к} = 2 \cdot 200 = 400 \text{ кН} \cdot \text{с} \cdot \text{м}$$

Тежеуіштің бірқалыпты еместігін ескере отырып $k=0,75$ коэффициентін қабылдаймыз. Сондықтан, тежеуіштің есептелген моменті мынаны құрайды:

$$M_p = M_{н.т.к} \cdot 0,75$$

$$M_p = 400 \cdot 0,75 = 300 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Кранның баяулауы:

$$j = \frac{M_p \cdot 2g \cdot i}{1,15 \cdot G'_0 \cdot D_{к.к.г}} \frac{M}{\text{сек}^2}; \quad (2.97)$$

Мұндағы: $g=9,81 \text{ см/сек}^2$; $i = 40$;

$$G'_0 = G_0 + Q$$

$$G'_0 = 6170 + 5000 = 111,70 \text{ кН}$$

$$\eta = 0,85; D_{к.к} = 32 \text{ см};$$

$$j = \frac{300 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 40}{1,15 \cdot 11170 \cdot 32 \cdot 0,85} = 67,4 \frac{см}{сек^2} = 0,674 \frac{м}{сек^2}.$$

Тежеуіштің жолы:

$$S = \frac{g^2}{2j}; S = \frac{23,36^2}{2 \cdot 60^2 \cdot 0,674} = 0,112 м, \quad (2.98)$$

мұндағы:

$g = 23,36 м / мин$ -кранның қозғалу жылдамдығы;

Кранның тежелу уақыты:

$$t_T = \frac{g}{60j} = \frac{23,36}{60 \cdot 0,674} = 0,57 сек \quad (2.99)$$

2.3.5 Кранның темір құрылыстарының есебі

Кранға түсетін күштің сұлбесі

Есептеу үшін берілген қорытынды мәліметтер:

P_1 -жүктің салмағы, тальдің және ригельдің;

$$P_1 = Q + G_T + G_P$$

$$P_1 = 5000 + 470 + 1465 = 6935 кН$$

P_2 -астыңғы арбаның бағанасының салмағы;

$$P_2 = G_K + G_1 \quad (2.101)$$

$$P_2 = 2090 + 361 = 2451 кГ$$

P_3 -үстіңгі арбаның салмағы;

$$P_3 = 372 кГ \quad (2.102)$$

Берілген жүйеде төрт белгісіз тұғыр реакциялары бар. Үш статикалық теңдік бар, сондықтан жүйеде бір белгісіз артық. Ол белгісізді реакция H_B –деп санаймыз. Онда негізгі жүйе мынандай түрге келеді:

Сырттан күш түсудің моменттер эпюрі.

$H_A=1$ бірлік күшінің моменттер эпюрі.

Теңдіктің өзгеруі мына түрге келеді:

$$\delta_{10} + \delta_{11} \cdot x_1 = 0 \quad (2.103)$$

Ауысудың моменттері:

$$\delta_{10} = \frac{P_1 \cdot l}{4} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{h}{2} = \frac{P_1 \cdot l^2 \cdot h}{16};$$

$$\delta_{11} = \frac{1}{2} \cdot h \cdot h \cdot \frac{2}{3} h + \frac{1}{2} h \cdot l \cdot \frac{2}{3} h = \frac{h^3}{3} + \frac{h^2 \cdot l}{3} = \frac{h^2(h+l)}{3};$$
(2.104)

Мөлшердің шың мәніндегі мағынасы x_1 ,

$$x_1 = \frac{\delta_{10}}{\delta_{11}} = \frac{3 \cdot P_1 \cdot l^2 \cdot h}{16 \cdot h^2 \cdot (h+l)}$$

$$x_1 = \frac{3 \cdot P_1 \cdot 9,5^2}{16 \cdot 7,76(7,76+9,5)} = \frac{P_1 \cdot 270,75}{124,16 \cdot 17,26} = 0,126P_1$$
(2.105)

Тұғыр реакцияларын анықтау:

$$\sum y = 0,$$

$$H_B = H_A = x_1 = 0,126P_1; H_B = 0,126 \cdot 6935 = 874к\kappa$$
(2.106)

$$\sum x = 0,$$

$$V_A + V_B = P_1 + P_2 + P_3$$
(2.107)

$$\sum M_B = 0,$$

$$\sum M_B = V_A \cdot l - P_2 \cdot l - P_1 \cdot \frac{l}{2} = 0$$
(2.108)

$$V_A = \frac{P_2 \cdot l + P_1 \cdot \frac{l}{2}}{l} = \frac{l(2P_2 + P_1)}{2l} = \frac{2P_2 + P_1}{2}$$
(2.109)

$$V_A = \frac{2 \cdot 2451 + 6935}{2} = 5918,5к\kappa$$

$$V_B = P_1 + P_2 + P_3 - V_A$$

$$V_B = 6935 + 2451 + 375 - 5918,5 = 3839,5к\kappa$$
(2.110)

Иілу моментінің қосынды эпюрі.

Осы күштің қимасының ең жоғарғы иілу моменті:

$$M_{\max} = 0,063 \cdot P_1 \cdot h + 0,126 \cdot P_1 \cdot l = P_1(0,0633 + 0,126l)$$

$$M_{\max} = 6935(0,063 \cdot 776 + 0,126 \cdot 950) = 1169157,7 \text{к}2 \cdot \text{с}м \quad (2.111)$$

$$M_{\max} = 11,7 \text{т} \cdot \text{м}$$

Аралықтың қимасы. Берілгені:

$$H = 106,6 \text{с}м$$

$$h_1 = 12,6 \text{с}м$$

$$h_2 = 50,8 \text{с}м$$

$$h_3 = 76 \text{с}м$$

$$S = 0,6 \text{с}м$$

$$b_1 = 12 \text{с}м$$

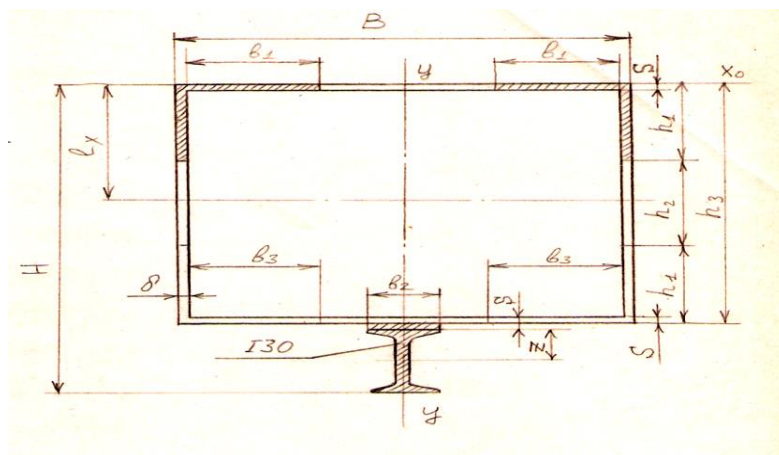
$$\delta = 0,6 \text{с}м$$

$$z = 15 \text{с}м$$

$$b_2 = 14 \text{с}м$$

$$B = 80 \text{с}м$$

$$b_3 = 16 \text{с}м$$



20- сурет -Аралықтың қимасы

Аудандары:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= b_1 \cdot S \\
 F_1 &= 12 \cdot 0,6 = 7,2 \text{ см}^2 \\
 F_2 &= b_2 \cdot S \\
 F_2 &= 14 \cdot 0,6 = 8,4 \text{ см}^2 \\
 F_3 &= b_3 \cdot S \\
 F_3 &= 16 \cdot 0,6 = 9,6 \text{ см}^2 \\
 F_4 &= h_1 \cdot \delta \\
 F_4 &= 12,6 \cdot 0,6 = 7,56 \text{ см}^2 \\
 F_5 &= 46,5 \text{ см}^2 \\
 F &= 2F_1 + F_2 + 2F_3 + 4F_4 + F_5 \\
 F &= 2 \cdot 7,2 + 8,4 + 2 \cdot 9,6 + 4 \cdot 7,56 + 46,5 = 118,7 \text{ см}^2
 \end{aligned} \tag{2.112}$$

$x_0 - x_0'$ осіне қатысты инерцияның статикалық моменті.

$$\begin{aligned}
 S_{x_0} &= F_5(h_3 + z + s) + 2F_3\left(h_3 - \frac{S}{2}\right) + F_2\left(h_3 + \frac{S}{2}\right) + 2F_4\left(h_3 - \frac{h_1}{2}\right) + 2F_4 \cdot \frac{h_1}{2} + 2F_1 \cdot \frac{S}{2} \\
 S_{x_0} &= 46,5(76 + 15 + 0,6) + 2 \cdot 9,6(76 - 0,3) + 8,4(76 + 0,3) + 2 \cdot 7,56(76 - 6,3) + \\
 &+ 2 \cdot 7,56 \cdot 6,3 + 2 \cdot 7,2 \cdot 0,3 = 46,5 \cdot 91,6 + 19,2 \cdot 75,7 + 8,4 \cdot 75,7 + 15,12 \cdot 69,7 + \\
 &+ 15,12 \cdot 6,3 + 4,32 = 4259,4 + 1453,4 + 635,8 + 1053,8 + 95,2 + 4,32 = 7502 \text{ см}^3
 \end{aligned} \tag{2.113}$$

Инерция моментінің қимасы.

$$\begin{aligned}
 I_x &= F_5(h_3 + z + S - l_x)^2 + 2F_3\left(h_3 - \frac{S}{2} - l_x\right)^2 + F_2\left(h_3 + \frac{S}{2} - l_x\right)^2 + 2F_4\left(h_3 - \frac{h_1}{2} - l_x\right)^2 + \\
 &+ 2F_4\left(l_x - \frac{h_1}{2}\right)^2 + 2F_1\left(l_x - \frac{S}{2}\right)^2 + 4 \frac{b_1 \cdot S^3}{12} + 4 \frac{\delta \cdot h_1^3}{12} + \frac{b_2 \cdot S^3}{12} + I_{xI30} \\
 I_x &= 46,5(76 + 15 + 0,6 - 63)^2 + 2 \cdot 9,6(76 - 0,3 - 63)^2 + 8,4(76 + 0,3 - 63)^2 + \\
 &+ 2 \cdot 7,56(76 - 6,3 - 63)^2 + 2 \cdot 7,56(63 - 6,3)^2 + 2 \cdot 7,2(63 - 0,3)^2 + \frac{4 \cdot 12 \cdot 0,216}{12} + \\
 &+ \frac{4 \cdot 0,6 \cdot 2000}{12} + \frac{14 \cdot 0,216}{12} + 7080 = 38035,57 + 3096,76 + 1485,87 + 678,73 + \\
 &+ 48609,13 + 56610,57 + 0,8 + 400 + 0,25 = 148917,25 \text{ см}^2.
 \end{aligned} \tag{2.114}$$

Кедергі моментінің қимасы:

$$W^{\min} = \frac{I_x}{l_x}$$

$$W^{\min} = \frac{148917,25}{63} = 2363,7 \text{ см}^3$$

$$W^{\max} = \frac{I_x}{H - l_x}$$

$$W^{\max} = \frac{148917,25}{106,6 - 63} = 3415,5 \text{ см}^3$$
(2.115)

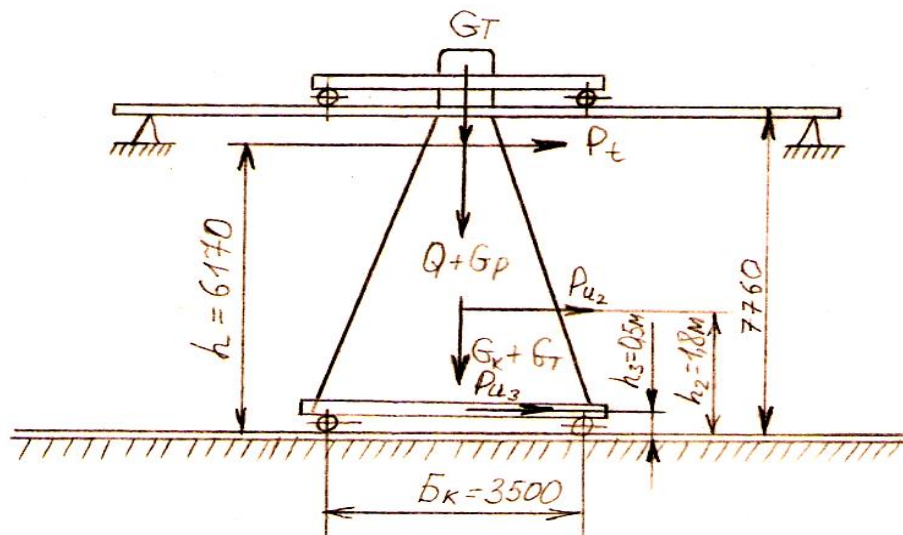
Қимадағы иілу кернеуі:

$$G_x = \frac{M_{\max}}{W^{\min}}$$

$$G_x = \frac{1169157,7}{2363,7} = 494,6 \text{ кг} / \text{см}^2$$
(2.116)

$$G_x < [G]_u; [G]_u = 1600 \text{ кг} / \text{см}^2$$

2.3.6 Инерциялық күш әсер еткендегі тұрақтылықты есептеу



21- сурет -Инерциялық күш әсер еткендегі тұрақтылықты есептеу сұлбесі

Кранның тұрақтылық коэффициенті келесі қатынас арқылы анықталады:

$$K = \frac{M_B}{M_l + M_d} \geq 1,15,$$
(2.117)

мұндағы:

$$M_B = (Q + G_T + G_{KP}) \frac{B_K}{2} [\text{кг} \cdot \text{м}] - \text{қалпына келтіретін момент};$$

$Q = 15000$ - күштің салмағы;

$G_T = 470 \text{кг}$ - тельфердің салмағы;

$G_{KP} = G_1 + G_2 + G_P + G_K$ - кранның өз салмағы;

$$G_{KP} = 361 + 372 + 1465 + 2090 = 4288 \text{кг}$$

$$M_B = (5000 + 470 + 4288) \frac{3,5}{2} = 17076,5 \text{кг} \cdot \text{м}$$

$M_t = P_t \cdot h [\text{кг} \cdot \text{м}]$ - аудару моменті, жүктің инерциясы жанама күш тудыратын.

$M_\alpha = \sum P_{u_i} \cdot h [\text{кг} \cdot \text{м}]$ - аудару моменті, тежелген кездегі кранның салмағынан инерция күші тудыратын.

$$P_t = \frac{Q + G_T}{g} \cdot \frac{\mathcal{G}}{t} \tag{2.118}$$
$$P_t = \frac{5000 + 470}{9,81} \cdot \frac{0,39}{0,96} = 228,6 \text{кг}$$

P_t - инерцияның жанама күші;

\mathcal{G} - кранның қозғалу жылдамдығы, м/сек.

$$\mathcal{G} = \frac{23,36}{60} = 0,39 \text{м/сек}$$

t - тежелу уақыты; $t = 0,96 \text{сек}$

$g = 9,81 \text{м/сек}^2$ - ауырлық күшінің үдеуі;

$$M_t = 228,6 \cdot 6,17 = 1410 \text{кг} \cdot \text{м} \tag{2.119}$$
$$M_\alpha = P_{u_1} \cdot h_1 + P_{u_2} \cdot h_2 + P_{u_3} \cdot h_3 [\text{кг} \cdot \text{м}],$$

мұндағы:

$$P_{u_i} = \frac{G_P}{g} \cdot \frac{\mathcal{G}}{t}$$

$$P_{u_1} = \frac{1465}{9,81} \cdot \frac{0,39}{0,96} = 59,7 \text{кг}$$

$$h_1 = h = 6,17 \text{ м} - \text{ригельдің ені}$$

$$P_{u_2} = \frac{G_K \cdot g}{g \cdot t}$$

$$P_{u_2} = \frac{2090}{9,81} \cdot \frac{0,39}{0,96} = 85,2 \text{ кГ}$$

$$h_2 = 1,8 \text{ м}$$

$$P_{u_3} = \frac{G_1 \cdot g}{g \cdot t}$$

$$P_{u_3} = \frac{361}{9,81} \cdot \frac{0,39}{0,96} = 14,7 \text{ кГ}$$

$$h_3 = 0,5 \text{ м}$$

$$M_\alpha = 59,7 \cdot 6,17 + 85,2 \cdot 1,8 + 14,7 \cdot 0,5 = 529 \text{ кГ} \cdot \text{м}$$

$$K = \frac{17076,5}{1410 + 529} = 8,8$$

$$8,8 > 1,15$$

Кранның тежелген кездегі тұрақтылығы қамтамасыз етіледі.

2.3.7 Доңғалақтың осін есептеу

Берілгені:

Остің материалы-болат 45МЕСТ1050-74.

Нормалданған НВ950...270

Шекті кернеу $[\sigma_{u3}] = 1650 \text{ кГс} / \text{см}^2$;

Қор коэффициентін ескереміз.

$$[n] = 1,5.$$

$$[\sigma_{u3}] = \frac{1650}{1,5} = 1100 \text{ кГс} / \text{см}^2;$$

Доңғалаққа түсетін күш $P_K = 3600 \text{ кГс} = 36 \text{ кН}$

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = \frac{3600}{2} = 1800 \text{ кгс} = 18 \text{ кН}$$

Тұғыр реакцияларын анықтаймыз.

$$\sum M_A = -P_1 \cdot 10,7 - R_B \cdot 9,6 + P_2 \cdot 17,3 = 0$$

$$-180 \cdot 10,7 - R_B \cdot 9,6 + 1800 \cdot 17,3 = 0$$

$$R_B \cdot 9,6 = 1800 \cdot 6,6 \cdot R_B = \frac{1800 \cdot 6,6}{9,6} = 1240 \text{ кгс} = 12,4 \text{ кН}$$

$$\sum M_B = -P_1 \cdot 20,3 + R_A \cdot 9,6 + P_2 \cdot 7,7 = 0$$

$$\sum M_B = -1800 \cdot 20,3 + R_A \cdot 9,6 + 1800 \cdot 7,7 = 0$$

$$R_A = \frac{1800(20,3 - 7,7)}{9,6} = \frac{1800 \cdot 12,6}{9,6} = 2350 \text{ кгс}$$

қимадағы иілу моменттері:

$$M_1 = -P_1 \cdot 10,7$$

$$M_1 = 1800 \cdot 10,7 = 19200 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$M_2 = -P_2 \cdot 15,5 + R_A \cdot 4,8$$

$$M_2 = -1800 \cdot 15,5 + 2350 \cdot 4,8 = -27800 + 11300 = 16500 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Оң жақта жатқан күштерден:

$$M_3 = P_2 \cdot 7,7 = 1800 \cdot 7,7 = 13800 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Максималды иілу моментімен салыстырғанда:

$$M_{\max} = 19200 \text{ кгс} \cdot \text{см} = M_1$$

Кедергі моменті

$$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma_{\min}]} = \frac{19200}{1100} = 17,5 \text{ см}^3$$

$W = 0,1d^3$, болғанда онда біліктің диаметрі:

$$d = \sqrt[3]{\frac{17,5}{0,1}} = \sqrt[3]{175} = 5,6 \text{ см}$$

Біліктің диаметрі 70мм.

2.4 Көпірлі кранның металл құрылымын есептеп тексеру есебі

Конструкторлық болжаудан қабылдаймыз

а) Көпірдің қимасы:

құбыр $\Phi 426 \times 10$ екімүйізді №36М.

Ауырлық центрі арқылы өтетін $X - X$ осіне қатысты инерция моменттері:

$$I_{x-x_1} = I_{x_1} + F_1 \cdot a^2 = 28290 + 131 \cdot 17,2^2 = 67290 \text{ см}^4$$

$$I_{x-x_2} = I_{x_2} + F_2 \cdot a^2$$

$$I_{x-x_1} = 15300 + 73,7 \cdot 30,8^2 = 85300 \text{ см}^4$$

Қиманың жалпы инерция моменттері:

$$I_{X_0} = 67290 + 85300 = 152590 \text{ см}^4$$

$x - x$ осіне қатысты кедергі моменті:

Құбырдың жоғарғы белбеуінің:

$$W_x' = \frac{152590}{87,3 - 48,5} = \frac{152590}{38,8} = 3930 \text{ см}^3.$$

Екімүйізді төменгі белбеуі $-x_1 - x_1$

$$W_x = \frac{I_{x_0}}{Z_0}$$

$$W_x = \frac{152590}{48,8} = 3130 \text{ см}^3.$$

Қарастырып отырған қиманың элементтерін $Y - Y$ осіне қатысты инерция моменттері:

Құбырлар:

$$I_{y_1} = 28290 \text{ см}^4$$

$$I_{y_2} = 527 \text{ см}^4$$

Жалпы:

$$I_y = 28290 + 527 = 28817 \text{ см}^4$$

Жалпы кедергі моменті.

$$W_y = 1328 + 81 = 1409 \text{ см}^3$$

Еркін жатқан жүкті көтергенде немесе қозғалмайтын кранда жүкті тез тоқтатуда көпірді статикалық беріктілікке есептеу. Есептеліп отырған балкіге (көпірге) түсетін күштер қазіргі жағдайда мыналар: Көтерілген жүктің массасы, Тельфердің массасы

Көпірдің өзінің массасы сонымен қатар жүкті көтеру немесе тоқтатудағы қосымша инерция күштері.

$$\text{Көпірдің өзінің массасынан; 1 мм келетін күш. } g_s = \frac{G_M}{8} = \frac{2000}{8} = 250 \text{ кгс / м}$$

Динамикалық коэффициенті анықтау үшін алдын ала болжап көпір массасымен көтеретін жүкті анықтаймыз.

$$m_M = \frac{0,5G_m + G_T}{9,81}$$

$$m_M = \frac{0,5 \cdot 2000 + 815}{9,81} = 1,85 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 / \text{см}$$

$$m_r = \frac{Q_{ГР}}{g}$$

$$m_r = \frac{5000}{9,81} = 51 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 / \text{см}$$

Көтерілетін жүктің жылдамдығы.

$$V = \frac{V_G}{60}$$

$$V = \frac{800}{60} = 13,33 \text{ см / с}$$

V_G - жүк көтеру жылдамдығы.

Көтеретін жүктің массасының әсерінен балканың статикалық майысуы.

$$Y_{CT} = \frac{Q_{ГР} \cdot e^3}{2 \cdot 48 EI_x}$$

$$Y_{CT} = \frac{5815 \cdot 800^3}{2 \cdot 48 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 152590} = \frac{3 \cdot 10^{13}}{292 \cdot 10^{11}} = 0,103 \text{ см}$$

Көпірдің қатаюының коэффициенті.

$$C_T = \frac{Q}{Y_{CT}}$$

$$C_T = \frac{5815}{0,103} = 56500 \text{ кгс / см}$$

Номиналды жүкті $Q_{ГР}$ көтергенде арқанның статикалық созылуы.

$$\lambda_{CT} = \frac{Q \cdot H}{i \cdot j_K \cdot E_K}$$

$$\lambda_{CT} = \frac{5000 \cdot 800}{2 \cdot 0,77 \cdot 10^6} = \frac{4000000}{1540000} = 2,6 \text{ см}$$

Мұндағы $i = 2$ –жүк ілініп тұрған арқанның ұшының саны.

$E_K = 1 \cdot 10^6$ -арқанның серпімділік модулі

$f_K = 0,77 \text{ см}^2$ -арқанның сымдарының көлденең қимасының ауданы

H -жүк көтеру биіктігі

Динамикалық коэффициент.

$$\psi_{\text{э}} = 1 + a \xi \cdot V$$

а) жүк көтеру кезінде

$$a = \frac{1}{Y_{CT} + \lambda_{CT}} \sqrt{\frac{m_M + m_r}{C_M}}$$

$$a = \frac{1}{0,103 + 2,6} \sqrt{\frac{1,8 + 5,1}{56500}} = 0,37 \sqrt{0,000356} = 0,37 \cdot 0,019 = 0,007$$

б) кенеттен тоқтату кезінде

$$a = \frac{1}{\sqrt{g(y_{CT} + \lambda_{CT})}}$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{9,81(0,103 + 2,6)}} = \frac{1}{\sqrt{2650}} = \frac{1}{51,5} = 0,019$$

$$\psi_{\varnothing} = 1 + 0,019 \cdot 1,5 \cdot 13,33 = 1,38$$

Көтерілетін жүктің массасымен талдың массасынан есептелетін күш.

$$P_p = \psi_{\varnothing} \cdot Q_{ГР} + G$$

$$P_p = 1,38 \cdot 5000 + 815 = 7715$$

Ауырлық күшті талдың доңғалағына бірқалыпты таратылған деп қабылдаймыз.

Осыған байланысты әр доңғалағына есептейтін күші:

$$P_1 = \frac{P_p}{4}$$

$$P_1 = \frac{7715}{4} = 1930 \text{ кгс}$$

Берілген сұлбеде балканың тұғыр реакциясы көрсетілген.

$$R_a = 2 \left[P_1 \frac{3,89}{8} + P_1 \frac{4,105}{8} \right]$$

$$R_a = 2 \left[\frac{1930 \cdot 3,89}{8} + \frac{1930 \cdot 4,105}{8} \right] = 2[940 + 990] = 3860 \text{ кгс}$$

Жылжымалы күштен иілу моменті:

$$M_u' = 3860 \cdot 389,5 = 150000 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$g = \frac{2000}{8} = 250$$

Көпірдің өз салмағынан иілу моменті:

$$M_u'' = \frac{g \cdot l^2}{8}$$

$$M_u' = \frac{250 \cdot 800^2}{8} = 200000 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

$$g = \frac{2000}{8} = 250$$

Иілу моменттердің қосындысы.

$$M_u = M_u' + M_u''$$

$$M_u = 1500000 + 200000 = 1700000 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

Қабылданған балканың материалына және тапсырылған орташа жұмыс режиміне $[\sigma] = 1700 \text{ кгс} / \text{см}^2$ шекті кернеулер.

Есептеліп отырған қимадағы кернеу.

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W_x} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_u = \frac{1700000}{3130} = 540 \text{ кгс} / \text{см}^2 < 1700$$

Доңғалақтың астындағы жергілікті иілуден тартылған белбеудің қосымша кернеулері X-Z жазықтығындағы балканың бос жиегінен:

$$\sigma_c = \frac{K_3 P_1}{t_{cp}^2}$$

$$\sigma_c = \frac{1,85 \cdot 1930}{1,6^2} = 1400 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

$E_{np} = 2 \cdot 10^6$ -болаттан жасалған доңғалақ пен рельс үшін келтірілген серпімділік модулі. Алынған доңғалаққа шекті контактілі кернеу:

$$[\sigma_k] = \sigma_k^9 \sqrt{\frac{104}{n_{np}}};$$

мұндағы болат үшін

$$\sigma_k = 0,26 HB$$

$$\sigma_x = 0,26 \cdot 220 = 57,2 \text{ кгс} / \text{см}^2$$

Келтірілген доңғалақтың айналу жиілігі:

$$n_{np} = n_1 + n_2 \left(\frac{P_2}{P_k} \right)^3 + n_3 \left(\frac{P_3}{P_k} \right)^3 + n_4 \left(\frac{P_4}{P_k} \right)^3$$

мұндағы:

n_1 - доңғалақ айналымының жиынтығы P_k күші түскенде.

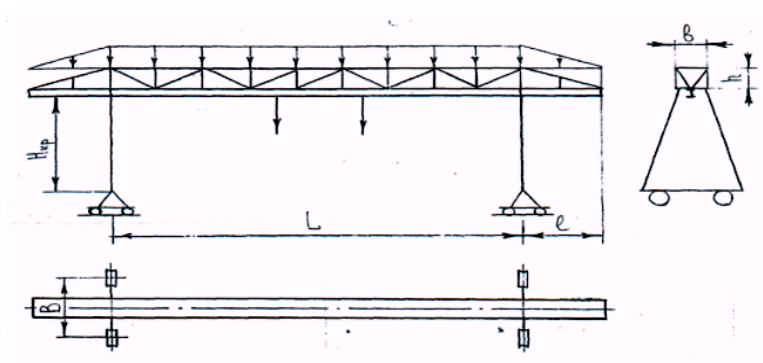
$$n_1 = 3600 \frac{V_k}{nP_k} \cdot h_1$$

мұндағы:

h_1 - кранның жұмыс істеу уақыты номиналды күшпен Кранның 15 жыл істеу мерзіміне балансты машиналық уақыт мына формуламен анықталады.

$$T_{ маш } = 15 \cdot 365 \cdot K_r \cdot K_c \cdot 24 \cdot \frac{ПВ}{100}$$

мұндағы: $K_r = 0,5$ - қолданылатын коэффициент 1 жыл ішінде орташа жұмыс режимінде. $K_c = 0,33$ қолданылатын коэффициент тәулік ішінде орташа жұмыс режимінде.



22 - сурет - Көпірлі кранның металл құрылымы

Кранның жоғарғы құрылымы метал құбырлардан пісіріліп торланып құрастырылған, квадрат қималы - өлшемдері $b=h=2500$ мм, көпір ретінде жасалынған. Құбыр диаметрі $D=102$ мм, қабырғасының қалыңдығы $\delta = 10$ мм.

Квадрат қиманың жоғарғы бұрыштары төменгі құбырлардың ортасына қарай құбырлы тартылған. Үстінде арба жүретін екі тавр көпір қимасының төменгі құбырларына бекітілген.

Жоғарғы құрылымның салмағы $G_{be}=346$ кН. Ол салмақ ұзына бойына бірқалыпты таратылған. Бірқалыпты таратылған бұл жүктеме

$$q = \frac{G_{be}}{(L + 2l)} = \frac{346}{(32 + 2 \cdot 10)} = 6,65 \text{ Кн/м} = 6,65 \text{ Кн/м}$$

мұндағы L-кранның аралығы, $L=32$ м

l-жоғарғы құрылымның артық аспалы ұшы, 1-10 м.

Көпірдің көлденең қимасының геометриялық сипаттамалары.

Құбырдың инерциялық қарымы, $D=102$ мм, $\delta = 10$ мм, қатынас еселігі

$$\alpha = d/D = (D - 2\delta)/D = (102 - 2 \cdot 10)/102 = 0,8$$

Болғанда

$$I_{mp} = 0,1D^4(1 - \alpha^4) = 0,1 \cdot 102^4(1 - 0,8^4) = 6,4 \cdot 10^4$$

Құбыр қимасының ауданы, диаметрі $d = D - 2\delta = 102 - 2 \cdot 10 = 82\text{мм}$ болғанда

$$F_{mp} = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) = \frac{3,14}{4}(102^2 - 82^2) = 2890$$

Құбыр орталығынан көпір қимасының тік және жатық өстеріне дейінгі аралық

$$y = x = \frac{a}{2} = \frac{2500}{2} = 1250$$

Қима өсіне қатысты алынған көпір қимасының инерциялық қарымы
 $I_{mx} = I_{my} = (I_{mp} + I_{mp}x^2)4 = (6,4 \cdot 10^6 + 2890 \cdot 1250^2)4 = 18 \cdot 10^9 \text{ мм}^4$
Қиманың кедергі қарымы

$$W_{MX} = \frac{I_{MX}}{x} = \frac{18 \cdot 10^9}{1250} = 14,4 \cdot 10^6 \text{ мм}$$

Тоқтап тұрған кранның көпірін еркін жатқан жүкті көтергендегі немесе жүкті қалт тоқтатқандағы статикалық беріктікке есептеу.[2]

Көпірге түсетін жүктемелерге көтерілетін жүктің массасы мен жүкті көтеріп, тоқтатқандағы инерция күштері кіреді.

Жүк массасы $m_{ж}=20\text{т}$, тірек арасындағы көпір массасы

$$m_M = \frac{qL}{g} = \frac{6,65 \cdot 32}{9,81} = 21,7\text{т}$$

Жүктің көтерілу жылдымдығы

$$g = \frac{0,073}{n} = \frac{7,3}{n}$$

Көпірдің көтерілген жүк массасынан статикалық иілуі

$$Q = \frac{GL^3}{48EI_{MX}} = \frac{196 \cdot 10^3(32 \cdot 10^3)^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 10^9} = 35,4\text{мм} = 3,54\text{см}$$

Көпірдің қаттылық еселігі

$$N_t = G/Y_{cm} = 196 \cdot 10^3 / 35,4 = 5537$$

Арқаның статикалық созылуы

$$\lambda_{no} = \frac{GH}{U_n F_K F_k} = \frac{196 \cdot 10^3 \cdot 8,65 \cdot 10^3}{6 \cdot 143,61 \cdot 1 \cdot 10^5} = 19,7 \text{ мм} = 1,97 \text{ см}$$

мұндағы U_n - полиспастың беріліс саны, $U_n=6$

F_K -арқа сымдарының қимасының ауданы

$F_k=143,61 \text{ мм}^2$

E_k =арқанның серпімділік модулі, $E_k=1 \cdot 10^5 \text{ Мпа}$ 90 өрнек бойынша алынған еселік:

$$\dot{a} = \frac{1}{\delta_{\bar{n}\dot{\delta}} + \lambda_{\bar{n}\dot{\delta}}} \sqrt{\frac{\dot{\delta}_i + \dot{\delta}_a}{\bar{n}_i}} = \frac{1}{3,54 + 1,97} \sqrt{\frac{21,7 + 20}{5537}} = 0,016$$

Кенеттен тежеу жағдайында 91 өрнекке байланысты:

$$\dot{a} = \frac{1}{\sqrt{g(y_{c\dot{\delta}} + \lambda_{\bar{n}\dot{\delta}})}} = \frac{1}{\sqrt{9,81(3,54 + 1,97)}} = 0,014.$$

Есептеулер үшін $a=0.016$ шамасын қабылдаймыз.

Динамикалық еселігі 89 өрнекке байланысты:

$$\psi_A = 1 + \dot{a} \xi g = 1 + 0,016 \cdot 1,5 \cdot 7,3 = 1,18,$$

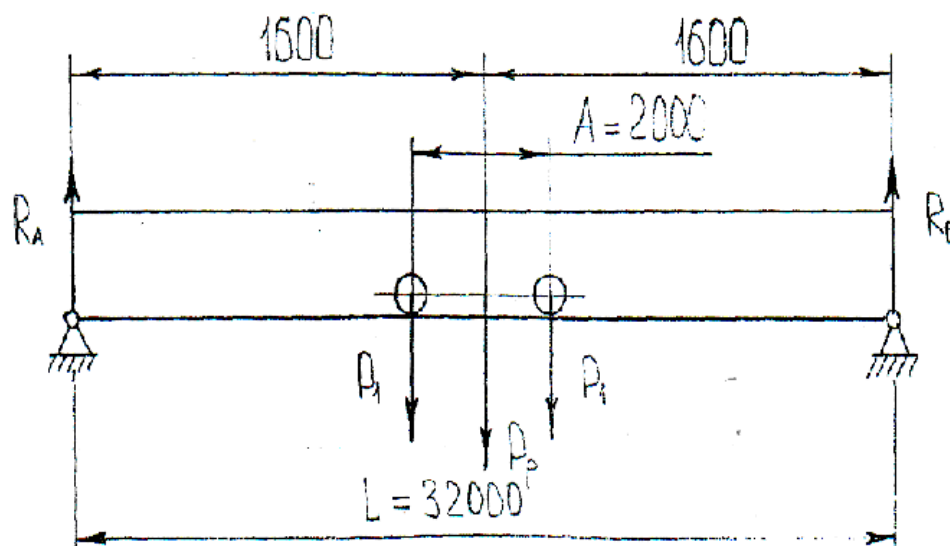
мұндағы ξ - түзету еселігі;

U - көтеру жылдамдығы, $U=7.3 \text{ см/с}$.

Жүктің арба доңғалағына түсіретін есептік жүктемесі 88 өрнекке байланысты:

$$P_p = G \psi_A = 196 \cdot 1,18 = 232$$

Бұл жүктемені арба доңғалағына бірқалыпты таратылған деп аламыз. 23 суретте көрсетілген есептік сұлбеде арба базасын $A=2000 \text{ мм}$ деп қабылдап, тірек реакцияларын анықтаймыз.



23 -сурет-Жүктеме

2.5 Автоматты жүк көтеру құрылғысы

Қоймалардағы автоматтандыру жұмысының ең негізгі мәселесі болып: контейнерлерді қармау және оларды шешу, сонымен қатар контейнерлерді бұру болып табылады. Біз осы мәселені шешу үшін: арнайы автоматтандырылған дара жүктерге арналған жүк қармау құрылғысы – спредерді тандаймыз.

2.5.1 Тасымалданатын контейнерлер туралы мағлұмат

Жүк контейнерлерінің техникалық мінездемесі: сыйымдылығы -1м^3 аз емес, беріктігі жоғары болғандықтан оны өте көп қолдануға болады. Онымен жүкті тасымалдаған өте ыңғайлы, оны бірнеше көлік түрімен тасымалдауға болады және оны тиіп-түсіру қолайлы.

Контейнерлерді: әмбебап және арнайы деп бөлуге болады. МЕСТ 18477-79 бойынша әмбебап контейнерлер: үлкен тонналы массасы 10т жоғары; орташа тонналы массасы 2,5 тен 10т дейін; аз тонналы массасы 2,5т дейін болып бөлінеді.

2.5.2 Спредерді таңдау

Автоматты жүк қармау құрылғылары қарапайым және бір немесе бірнеше контейнерлердің түрін тасымалдауға арналған болып бөлінуі мүмкін. Аталғандардың екіншісіне телескопиялық қозғалмалы жақтауша

орналастырылады. Жақтаушаны кранның ілмегіне ілу үшін блоктармен, тоқтатқыштармен, траверса секілді құрылғылармен жабдықталған. Ал бұрыштарына қолмен немесе белгілі бір беріліспен басқарылатын бұрылмалы қадалар орналастырылған.

Көлбеуленген контейнерлерді қармау үшін спредер 10°-қа бұрылатын құрылғымен қамтамасыздырылған. Контейнерлердің ауырлық центрі дәл ортасында болмауы мүмкін, сондай жағдайда оны кранның ілмегінде 1,2м-ге дейін ауыстырылады.

Кесте – 1 - Көптонналы контейнерлердің көрсеткіштері.

Түрі	Масса брутто, т		Габаритті өлшемдері, мм			Фитингтердің орналасуы					
	Номиналды	Максимальды	Ұзындығы L	Ені B	Биіктігі H	1	2	3	l		
A	30	30.48	12192	2438	2438	1983	1259	101.5	89	19	10
B	25	25.40	9125	2438	2438	8919	2259	101.5	89	-	-
C	20	20.32	6058	2438	2438	5853	2259	101.5	89	13	10
D	10	10.16	2991	2438	2438	2787	2259	101.5	89	10	10

Спредердің маңызды элементтерінің бірі оның қадалары болып табылады. Олардың бұрылу механизмдері қосымша тексеру құрылғысымен жабдықталған. Егерде қадалардың біреуі дұрыс бұрылмаған болса және өзінің жұмыс жағдайында дұрыс тұрмаса қосымша құрылғы автоматты түрде жүк ілуді тоқтатады.

Біздің есептерге, берілгендерге сәйкес келетіні спредердің келесідей мінездемелері бар.

Техникалық сипаттамасы:

- тасымалдайтын контейнер түрі 1С;
- құрылғының бұрылу бұрышы, 60-240 ;
- жүкті ілу уақыты, с 10;
- кинематикалық орындалуы МЕСТ 15150-69 бойынша У1;
- электрлі қозғалтқыштың қуаты, кВт: бұрылу механизмінде 2,2;
- қадалардың орын ауыстыру механизмінде 2x0,75;
- жақтаушаның қадалардың орын ауыстыру механизмінде 2x0,75 ;
- спредердің массасы, кг 10000.

Бұл спредердің базасы жүккөтергіштігі 20 т болатын 1С контейнерлерін тасымалдауға арналған.

Спредердің блоктар орналасқан жақтаушасы көпірлі кранға ілініп тұрады. Оның ішінде арқандардың блоктары орналасқан. Контейнерлердің диогональды тербелістерін болдырмас үшін арқанды блоктар өздерінің арасында бір жағымен конус тәріздес тісті берілістер арқылы құлыпталады. Блоқты жақтаушаның астында тіректі бұрылу механизмі орналасқан. Оның өзінің электрлі қозғалтқышы, екі тіректі тісті редукторы және коникалық тісті берілісі бар. Ішкі сақинаға 1С түріндегі контейнерге арналған жақтауша ілінген. Оның шетіндегі қадалардың бұрылуы арнайы механизмдер арқылы іске асырылады. Ол қос бұрама мен сомыннан тұрады. Бұрамаға беріліс электрлі қозғалтқыштың білігі арқылы беріледі, ал сомын жылжып барып қаданың бұрылуын қамтамасыз ететін қосынғы жылжымалы сырық арқылы келіп әсер етеді. Бұл жүйедегі ең көп үйкеліп, тозатын - жиілігі үлкен бұрамалы беріліс. Оны болдырмас үшін гидроитергіш орнатылған. Аталған арнайы жүккөтеру құрылғысының электрлі қозғалтқышы кабинадан басқарылады. Бұл байланыс спредердің блоктар жақтаушасының төбесінде орналасқан көпсымды кабель арқылы жүзеге асады [11].

2.5.3 Спредердің бұрылу механизмін есептеу

Белгілі мағлұматтар

Спредердің бұрылу бөлігінің массасы, т

$$m_{\text{бур}} = 5,7 ;$$

Контейнердің массасы, т

$$m_{\text{конт}} = 3,7 ;$$

Контейнердегі жүктің массасы, т

$$m_{\text{жук}} = 26,8 ;$$

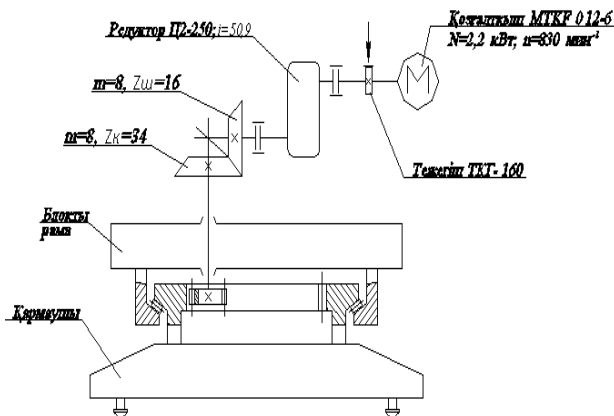
Бұрылу құрылғысының тербелу жолының диаметрі, м

$$D = 1,2 ;$$

Контейнердегі жүктің ауырлық центрінің

максималды ауытқуы, м

$$l = 1,4 .$$



24 - сурет - Спредердің бұрылу механизмiнiң кинематикалық схемасы

2.5.4 Бұрылуға қарсы моменттердің жалпы қосындысын анықтау

Бұрылуға қарсы моменттердің жалпы қосындысы:

$$M_{\Sigma} = M_{TP} + M_{IH} \quad (2.120)$$

мұндағы M_{TP} - үйкеліс күштері әсерінен пайда болатын айналуға қарсы момент;

M_{IH} - инерция күштері әсерінен пайда болатын айналуға қарсы момент.

Үйкеліс күштері әсерінен пайда болатын айналуға қарсы моментті келесі формуламен анықтауға болады:

$$M_{TP} = 0,5\mu \cdot D \frac{\sum N}{\cos \beta} \quad (2.121)$$

мұндағы $\mu = 0,015$ - тербелу үйкелісі;

$\beta = 30^\circ$ - тіректі-бұрылыстың айналымының берілгені;

$\sum N$ - роликке әсер ететін қысымның жалпы қосындысы.

Роликке әсер ететін қысымның жалпы қосындысын келесі формула бойынша анықтауға болады:

$$e > \frac{D}{4} \quad \sum N = \frac{G_p}{\cos \beta} \left(1 - \frac{2\varphi}{\pi} + 8 \frac{e \cdot \sin \varphi}{\pi \cdot D} \right) \quad (2.122)$$

мұндағы

$$\varphi = \arccos \frac{D}{4e};$$

G_p - сыртқы күштер;

$e = \frac{M}{G_p}$ - сыртқы күш пен айналу осінің арасы;

M - төңкергіш момент:

$$M = 26,8 \cdot 9,81 \cdot 1,4 = 368071 \text{ Нм}$$

$$G_p = G_{IB} + G_K + G_{TP} = (5,7 + 3,7 + 26,8) \cdot 9,81 \cdot 1000 = 355122 \text{ Н}$$

$$e = \frac{M}{G_p} = \frac{368071}{355122} = 1,04 \text{ м}$$

$$\varphi = \arccos \frac{1,2}{4 \cdot 1,04} = 1,27 \text{ рад}$$

$$\sum N = \frac{355122}{\cos 30^\circ} \left(1 - \frac{2 \cdot 1,27}{\pi} + 8 \frac{1,04 \cdot \sin 1,27}{\pi \cdot 1,2} \right) = 946195H$$

$$M_{TP} = 0,5 \cdot 0,015 \cdot 1,2 \frac{946195}{\cos 30^\circ} = 9833,54 Hm$$

Инерция моментін келесі формуламен анықтаймыз:

$$M_{ин} = \frac{\pi \cdot n}{30 \cdot t \cdot g} \cdot G_{ГР} \cdot l^2 \quad (2.123)$$

мұндағы $n = 1мин^{-1}$ - айналу жиілігі
 $t = 1,0с$ - айналу екпіні

$$M_{ин} = \frac{\pi \cdot 1}{30 \cdot 1 \cdot 9,81} \cdot 26800 \cdot 1,4^2 = 5500,47 Hm$$

$$M_{\Sigma} = 9833,54 + 5500,47 = 15334,01 Hm$$

2.5.5 Редукторды таңдау

Редуктордың тыныш жүрісті білігіндегі бізге керекті айналу моменті:

$$M_K = \frac{M_{\Sigma} \cdot 16 \cdot 18}{34 \cdot 137 \cdot \eta_{он} \cdot \eta_{зац} \cdot \eta_{кон}} \quad (2.124)$$

мұндағы $\eta_{он} = 0,98$ - тіректі-бұрылыс айналымының ПӘК-і;

$\eta_{зац} = 0,94$ - тіректі-бұрылыс айналымының ілінісу ПӘК-і;

$\eta_{кон} = 0,9$ - коникалық жұптың ПӘК-і.

$$M_K = \frac{15334,01 \cdot 16 \cdot 18}{34 \cdot 137 \cdot 0,98 \cdot 0,94 \cdot 0,9} = 1143,85 Hm$$

Ц2-250 редукторын таңдаймыз. Оның беріліс саны $u_p = 50$; ал тыныш жүрісті біліктегі ең жоғарғы айналу моменті $M_T = 2700 Hm$.

2.5.6 Редукторды қозғалтқыш бойынша тексеру

Спредердің бұрылу бөлігінде МТФ 012-6 қозғалтқышы орналасқан, оның көрсеткіштері:

$$N = 2,2 \text{ кВт};$$

$$n = 880 \text{ мин}^{-1};$$

$$M_{\max} = 57 \text{ Нм}.$$

Келесі жағдай орындалса, редуктор дұрыс таңдалған:

$$M_{H.P} \geq M_{\max} \cdot u_p \cdot K_o$$

$$2700 > 57 \cdot 50 \cdot 0,63$$

$$2700 > 1795,5$$

Осыдан редукторымыздың дұрыс таңдалғанын көреміз.

ҚОРЫТЫНДЫ

Кез-келген техниканың дамуына байланысты қазіргі кезде әрбір өндіріс салаларында көтеру-тасымалдау машиналарын қолдану кеңінен өріс алуда. Заман талабына сай кез-келген өндіріс орындарын автоматтандыру секілді, теміржол станцияларындағы жұмыс та толық автоматтандыруды қажет етеді. Сол автоматтандырудың бір саласы ретінде станцияда орналасқан ашық қоймадағы дара жүктерді тиіп-түсіруге арналған техниканы автоматтандыру болып саналады. Өйткені шикізатты өндіруден бастап, дайын өнімді тұтынушыға яғни қарапайым халыққа жеткізуде көтеріп тасымалдау машиналарының алатын орны зор.

Бұл дипломдық жұмысты жобалай отырып, мен теміржол станциясындағы қоймада қазіргі кезде қолданылып отырған көпірлі ілмекті кранның орнына арнайы жүк қармау құрылғысы бар көпірлі контейнерлі кранды жобаладым.

Жобалау барысында болашақ инженер ретінде көпірлі контейнерлі кранның әрбір механизмдеріндегі электрлі қозғалтқыштарды, редукторларды, тежегіштерді және де басқа да бөлшектерді жеке дара есептедім.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Грузозахватные устройства: Справочник. Ю. Г. Козлов, А. М. Обермейстер, Л. П. Проталов и др. М.: Транспорт. 1980. 223с.
- 2 Грузозахватные устройства с автоматическим и дистанционным управлением. М.: стройиздат, 1979. 173с.
- 3 Козловые краны общего назначения. Абрамович И.И., Котельников Г.А. – М: Машиностроение, 1983. 232с.
- 4 Курсовое проектирование грузоподъемных машин. Руденко Н.Ф., Александров М.П., Лысяков А.Г. – М: Машиностроение, 1971. 206с.
- 5 Курсовое проектирование грузоподъемных машин. Под ред. Казака С.А. – М: Высшая школа, 1989. 175с.
- 6 Методическое пособие “Сборник типовых расчетов по курсу Охрана труда”. Белов С.В., Козьяков А.Ф. – М: 1984. 64с.
- 7 Методическое пособие “Организационно-экономическая часть дипломных проектов конструкторского профиля”. Под ред. Ипатова М.И. – М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1991. 76с.
- 8 Оборудование для механизации перегрузки крупнотоннажных контейнеров. М: НИИинформтяжмаш. 1971. 37с
- 9 Организация и планирования машиностроительного производства. Под ред. Ипатова М.И., Постникова В.И., Захаровой М.К. – М: Высшая школа, 1988. 97с.
- 10 Охрана труда в машиностроении. Под ред. Юдина Е.Я., Белова С.В. – М: Машиностроение, 1983. 185с.
- 11 Подъемно-транспортные машины. Александров М.П. – М: Высшая школа, 1985. 183с.
- 12 Подъемно-транспортные машины. Атлас конструкций. Под ред. Александрова М.П., Решетова Д.Н. – М: Машиностроение, 1987. 122с.
- 13 Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов (ПОТ РМ-007-98) – М: Металлургия, 1998. 183с.
- 14 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10 14 2000) – М: Металлургия, 2000. 215с.
- 15 Расчеты крановых механизмов и их деталей. ВНИИПТМАШ. – М: Машиностроение, 1971. 489с.
- 16 Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. ИванченкоФ. К. И др. –Киев: Вицшкола. 1978. 576с.
- 17 Справочник по кранам. Под ред. Гохберга М.М. 1-том. – М: Машиностроение, 1988. 536с.
- 18 Справочник по кранам. Под ред. Гохберга М.М. 2-том. – М: Машиностроение, 1988. 559с.
- 19 Специальные краны. Петухов П.З., Ксютин Г.П., Серлин Л.Г. – М: Машиностроение, 1985. 178с.

20 Справочник конструктора-машиностроителя. Анурьев В.И. В 3-х томах. – М: Машиностроение, 1982. 89с.

21 Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К. В 2-х томах. – М: Машиностроение, 1985. 107с.

22 Технология производства подъемно-транспортных машин. Косилова А.Г., Сухов М.Ф. – М: Машиностроение, 1982. 207с.

Қосымша

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагнаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Симат Е. С.

Тақырыбы: Жүкті тиеп-түсіруге арналған жүк көтерімділігі Q=20т көпірлі кранды жобалау

Жетекшісі: Сейдулла Абдуллаев

1-ұқсастық коэффициенті (30): 0

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0.3

Әріптерді ауыстыру: 200

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілісін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 12.06.23

Кафедра меңгерушісі

