

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

Кенжебай Әзімбек Муратұлы

Жүк көтерімділігі 3 тонналық көпірлік кранның электржетегін басқару
жүйесін құру

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі, PhD

 Е.А.Сарсенбаев

« 21 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жүк көтерімділігі 3 тонналық көпірлік кранның электржетегін
басқару жүйесін құру»

5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған:

Кенжебай Ә. М.

Пікір беруші

АЭЖБУ ЭМжЭЖ кафедрасының
профессоры, т.ғ.д.

 П. И. Сагитов

« 21 » 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші

техн.ғыл.канд.,
ассоц. профессор

 Хидолда Е.

« 21 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

5B071800 – «Электр энергетикасы»

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі, PhD

 Е.А.Сарсенбаев
« 28 » 01 2018 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Кенжебай Әзімбек Мұратұлы

Тақырыбы Жүк көтерімділігі 3 тонналық көпірлік кранның электржетегін
басқару жүйесін құру

Университет ректорының 30.10.2018 ж. №1210-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы 10-шы мамыр

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері Көпірлік көтеру кран
механизмдері, оларға қойылатын талаптар және жұмыс істеу шарттары.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

А) Көпірлік көтеру кран механизмдері, олардың жұмыс істеу режимдері;

Б) Matlab бағдарламасында электр жетегінің математикалық
моделі мен құрылымдық схемасы;

В) Көпірлік кран механизмдерінің көтеру механизмін жобалау.

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

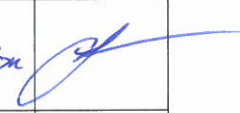
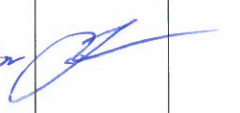
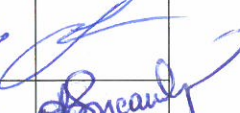
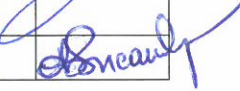
Сызба материалдары 8 парақ слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Көпірлік көтеру кран механизмдері, олардың жұмыс істеу режимдері	10.03.19 – 25.04.19 ж.	жоқ
Mathlab бағдарламасында электр жетегінің математикалық моделі мен құрылымдық схемасы	25.03.19 – 01.05.19 ж.	жоқ
Көпірлік кран механизмдерінің көтеру механизмін жобалау	25.04.19 – 10.05.19 ж.	жоқ

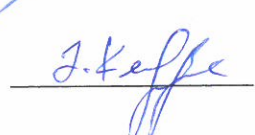
Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Көпірлік көтеру кран механизмдері, олардың жұмыс істеу режимдері	Е. Хидолда техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	21.05.19ж	
Mathlab бағдарламасында электр жетегінің математикалық моделі мен құрылымдық схемасы	Е. Хидолда техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	21.05.19ж	
Көпірлік кран механизмдерінің көтеру механизмін жобалау	Е. Хидолда техн.ғыл.канд., ассоц.профессор	21.05.19ж	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков, сениор-лектор	21.05.19	

Ғылыми жетекші

 Е.Хидолда

Тапсырманы орындауға алған
білім алушы

 Ә. М. Кенжебай

Күні «10» наурыз 2019 ж.

Ғылыми жетекшінің пікірі

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

(жұмыс түрінің атауы)

Кенжебай Әзімбек Муратұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Жүк көтерімділігі 3 тонналық көпірлік кранның электржетегін басқару жүйесін құру

Диплом бітіруші Кенжебай Ә.М. диплом жұмысын графикке сәйкес орындап, жұмысты дайындау кезінде өзін сауатты, өздігінше қажетті материалдар мен әдебиеттерді іздей алатын, ынталы білім алушы ретінде көрсете білді.

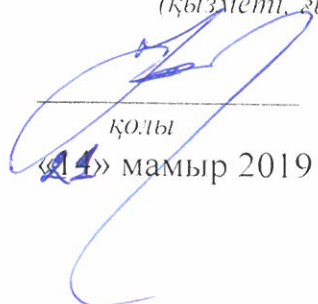
Жұмыс көтеру механизмдерге жататын, жүк көтерімділігі 3 тонналық кранның электржетегін басқару жүйесін құруға арналған

Дипломдық жұмыс «жаксы» (75%) бағаға орындалған, ал оның авторы 5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші

Қауымдастырылған профессор, техн.ғыл.канд.

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)


қолы
«14» мамыр 2019 ж.

Хидолда Е.

Т.А.Ә.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс (жұмыс түрлерінің атауы)

Кенжебай Әзімбек Муратұлы
(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

Тақырыбы: Жүк көтерімділігі 3 тонналық көпірлік кранның
электржетегін басқару жүйесін құру

Орындалды:

- а) графикалық бөлім _____ - _____ парақ
б) түсініктеме _____ бет

Дипломдық жұмыс көтеру крандарының электр жетегін басқару
жүйесін жетілдіруге арналған.

Дипломдық жұмыстың негізгі бөлімінде көтеру механизмі жайлы
жалпы ақпараттар келтірілген, түрлендіргіш техникасы, электр
қозғалтқыштары таңдалып алынған.

Жүйенің моделі құрылып, Mathlab бағдарламасында зерттелген.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс «өте жақсы» (75 %) бағаға орындалған, ал оның
авторы 5B071800 – «Электр энергетикасы» мамандығы бойынша
«бакалавр» академиялық дәрежесін иеленуге лайық деп санаймын.

Пікір беруші

КЕАҚ АЭЖБҰ доценті, PhD



К. Алмуратова

2018 ж.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Кенжебай Эзімбек Муратұлы

Название: Жүк көтерімділігі 3 тонналық көпірлік кранның электр жетегін басқару жүйесін құру.doc

Координатор: Еркин Хидолда

Коэффициент подобия 1:4

Коэффициент подобия 2:1

Тревога:63

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

21.05.19

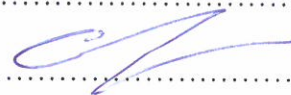
Дата

.....
Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допустить к защите

21.05.19



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Кенжебай Әзімбек Муратұлы

Название: Жүк көтерімділігі 3 тонналық көпірлік кранның электр жетегін басқару жүйесін құру.doc

Координатор: Еркин Хидолда

Коэффициент подобия 1:4

Коэффициент подобия 2:1

Тревога: 63

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- ☒ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- ☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Рекомендую допустить к
защите ДФ

21.05.2019

Дата



Подпись Научного руководителя

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс көпірлі кран арба механизмінің электр жетегін басқару жүйесін жетілдіруге арналған.

Жұмыста көпір крандарының механизмдері мен жұмыс істеу шарттары туралы жалпы ақпараттар, соның ішінде: көтеру және көлік құралдары, көпір кранының қысқаша сипаттамасы, көпір кранының конструкциясы, жиілік түрлендіргіштері қарастырылды. Сонымен қатар, Matlab бағдарламасында электр жетек математикалық сипаттамалары мен құрылымдық диаграммалары қарастырылды. Электр қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі қорғаныстық жерге қосу есептелді.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа предназначена для совершенствования системы управления электроприводом механизма тележки мостового крана.

В работе была рассмотрена общая информация об условиях работы и механизмах мостовых кранов, в том числе: подъемные и транспортные средства, краткая характеристика мостового крана, конструкция мостового крана, преобразователи частоты. Кроме того, в программе Matlab рассмотрены математические характеристики электропривода и структурные диаграммы. Расчет защитного заземления для обеспечения электробезопасности.

ANNOTATION

The thesis is designed to improve the control system of the drive mechanism of the trolley bridge crane.

The paper reviewed general information about the working conditions and mechanisms of bridge cranes, including: lifting and transport vehicles, a brief description of the bridge crane, the design of the bridge crane, frequency converters. In addition, the program Matlab considered the mathematical characteristics of the drive and structural diagrams. Calculation of protective grounding to ensure electrical safety.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Көпірлік көтеру кран механизмдері, олардың жұмыс істеу режимдері	8
1.1	Көтеріп тасымалдау машиналары жайлы мәліметтер	8
1.2	Көпірлік кран жайында қысқаша сипаттама	9
1.3	Көтеруші көпірлік крандардың негізгі сипаттамалары	11
1.4	Көпірлік кран құрылысы	13
1.5	Көпірлік кран механизмі электр жабдықтарының техникалық сипаттамасы және жұмыс істеу шарты	14
1.6	Жиілікті түрлендіргіштер	15
2	Mathlab бағдарламасында электр жетегінің математикалық моделі мен құрылымдық схемасы	19
2.1	Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесінде автоматтандырылған электржетегі	19
2.2	Асинхронды қозғалтқыш айналу жылдамдығын қалыптандыру процесін модельдеу	20
3	Көпірлік кран механизмдерінің көтеру механизмін жобалау	26
3.1	Жұмыстың берілгендері	26
3.2	Электр қозғалтқышының қуатын есептеу, таңдау	26
3.3	Көпірлік электр қозғалтқышының қуатын есептеу, таңдау	28
3.4	Арбаша электр қозғалтқышының қуатын есептеу, таңдау	30
3.5	Іске қосушы және реттеуші кедергілерді есептеу, таңдау	31
3.6	Іске қосуды реттеуші аппараттарды есептеу, таңдау	43
3.7	Кранның жетегіне тежеуіш таңдау	44
3.8	Көтеру қондырғысын қорғаныстық жерге қосуды есептеу	46
	Қорытынды	51
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	52

КІРІСПЕ

Біз жүк көтеру және жылжыту сияқты процестерді циклды түрде атқаратын механизмді көтергіш машинасы немесе кран деп атаймыз. Кран құрамында көпір, трус, мұнара, платформа, дөңгелек, бум немесе төсем сияқты металл құрылымдар; лифт, көтергіш, штанг, тұтқыш сияқты көтеру механизмі; крючок, өткел, қысқыш немесе шелек тәрізді көтергіш жабдықтар. Дизайн ерекшеліктеріне сәйкес, кран сонымен қатар қосалқы құрылғылар мен механизмдермен жабдықталған. Құрылыстың ерекшелігіне және крандардың жұмыс жағдайына байланысты көпір, порт, мұнара және басқаларына бөлінеді. Олардың көмегімен ауыр ұнтақ, машина бөлшектері мен компоненттері, сондай-ақ шеберхананың қозғалысы көтеріліп, төмендетіледі.

Электр крандары электр қозғалтқыштарын, іске қосу және реттеу кедергісін, тежегіш электромагниттерін, контроллерлерді, қорғаныс, контроллерлерді, сигнал беруді, блоктау мен жарықтандыру құрылғыларын, шекті ажыратқыштарды және токөткізгіш құрылғыларын орнатады. Кранға бекітілген немесе кранға бекітілген ток конструкцияларында немесе икемді кабель арқылы жылжитын етіп бекітілген қуат көзінің немесе үш өткізгіштердің көмегімен жеткізіледі. Электр қозғалтқыштары, кран қозғалтқыштары мен қондырғылары қоршаған орта жағдайына сәйкес орнатылады.

Жүргізілетін жүк түріне қарай көпірлік крандарда әртүрлі көтергіш құрылғылар қолданылады. Осыған байланысты, крандар ілгіштерді, магнитті, бөренелерді және басқаларын ажыратады. Ең жиі қолданылатын электромагниттік көтергіш крандар, олар тоқылған немесе болат табақтар, жоңқалар мен басқа ферромагниттік материалдарды тасымалдау үшін пайдаланылады. Кранның барлық түрлеріне тауарларды тасымалдаудың негізгі механизмі жүк көтергіш және көлік механизмдері болып табылады. Көтеру қабілетіне байланысты көпір крандары кішігірім (5-10 тонна жүк), орта (10-25 тонна) және үлкен (50 тоннадан астам) бөліктерге бөлінеді. Тасымалдау барлық халық шаруашылығында, көлікте және құрылыста көтеру жұмыстарымен байланысты түрлі көтергіш машиналардың көмегімен жүзеге асырылады. Жүк көтеру машиналары тиеу-түсіру жұмыстарына, тауарларды технологиялық тізбеге тасымалдауда немесе ірі өлшем бірліктерін салу мен жөндеуге пайдаланылады. Электрлі көтергіш машиналар кеңінен қолданылады, диск жүздеген ватттан 1000 кВтс-қа дейін айналуымен сипатталады. Келешекте кран мехнизма қуаты 1500-2500 кВт дейін жетуі мүмкін. Жұмыстың мақсатына және сипатына байланысты көпір крандары әртүрлі жүктеме құралдарымен жабдықталған: ілгіштер, торлар, арнайы ұстағыштар және т.б.

1 Көпірлік көтеру кран механизмдері, олардың жұмыс істеу режимдері

1.1 Көтеріп тасымалдау машиналары жайлы мәліметтер

Көлік құралдарын ертерек уақыттан бастап көтеру, негізінен, адамдар өздерінің жұмысын жеңілдету үшін түрлі әдістерді әзірлей алады. Кез-келген өндірісте шикізат өндірісінен халыққа тұтынуға дейін жеткізуден бастап дайын өнімдерді көтеру және тасымалдаудың бірнеше әдістері қолданылады. Ежелгі Римде алғаш рет Мысырда және Вавилонда жүкті көтеру әдістері қолданылған. Ол салмағы 90 тонна болатын пирамида салынған.

Содан бері Италияда Греция жүк тасымалдауды көтеру үшін схемаларды әзірлеу өте жоғары деңгейде дамыды. XIV ғасырдың аяғында, XV ғасырдың басында Ресейде жүктерді тасымалдау әдістері өте жоғары болды. Орыс механиктерінің әуе көлігін дамытудағы рөлі өте үлкен. 1703 жылы Петрозаводскідегі шойын зауытында «Провалгалғаш» ресейлік механик алғаш рет шойын ыдыс-аяқтарын тасымалдау әдісін жасады. Содан кейін, Алтай зауытында жердегі іс жүзінде теңдесі жоқ қуаттарды тасымалдау әдістері пайдаланылды. 1769 жылы 1000 тонналық қоңырау ресейліктерді Санкт-Петербургке жеткізді. Содан кейін Петр I ескерткіші түрлі жолдармен көтерілді. Оған бірнеше зауыт ашылды.

Көтеру-тасымалдау машиналары (1-сурет) халық шаруашылығының кез-келген тармағында қолданылады. Әрбір өнімнің құны жетпіс жетпіс бес пайызды құрайды, бұл өнім өндірісінде тасымалдау құнынан тұрады. Тасымалдау машиналары ұстанымға байланысты үш негізгі топқа бөлінеді.



1 - сурет - Көтеріп тасымалдау машиналары

Жүк көтеру машиналары жүктемені көтерген кезде үзіліссіз жұмыс істейтін машиналар, яғни жұмыс уақытының арасындағы үзіліс. Мұндай машиналар циклдарының тобына жатады. Бұл машиналар жүкті жоғары

көтереді.

Бұл үздіксіз көлік машиналары - бұл жұмыс кезінде тоқтамайтын машиналар, яғни бір жағынан, екінші жағынан жүктеме. Мұндай машиналар тасымалдаудан басқа, монтаждау жұмыстарында да қолданылады. Мұндай машиналарға мыналар жатады: конвейерлер, гидравликалық конструкциялар, пневматикалық қорғаушылар және элеваторлар.

Өз кезегінде, олар екі түрге бөлінеді: тартқыш элементі бар және тартқыш элементсіз конвейерлер.

Тасымалдау элементіне ие транспортерлерге мыналар жатады: таспалы конвейерлер, тізбектер, қырғыштар, шөмішке және шұңқырларға арналған транспортерлер.

Тасымалдау элементі жоқ конвейерлер: бұранда, ролик, көлбеу, діріл, кадам.

Лифттер және арнайы конвейерлер - бұл бір жүктеме үшін арнайы жасалған машиналар. Оларға мыналар кіреді: шелек лифті, белдік лифті, шелек лифті, эскалатор.

Жүк тиеу-түсіру машиналары үшін қоймаларға түсетін жүкті түсіру немесе жүктеу машиналары кіреді.

1.2 Көпірлік кран жайында қысқаша сипаттама

Көтергіш крандар - тік және көлденең қозғалыстағы электр крандары. Көтергіш лента орналасқан жылжымалы металл құрылымы кранның негізгі элементі болып табылады. Лифт механизмі электр қозғалтқышымен іске қосылады.

Жүк көтергіш машинамен жүк көтеруге және тасымалдауға арналған кранды циклді жылжымалы көтеру машинасы. Бұл әртүрлі конструкциялардың ең көп таралған және өндірілген көтергіш машинасы.

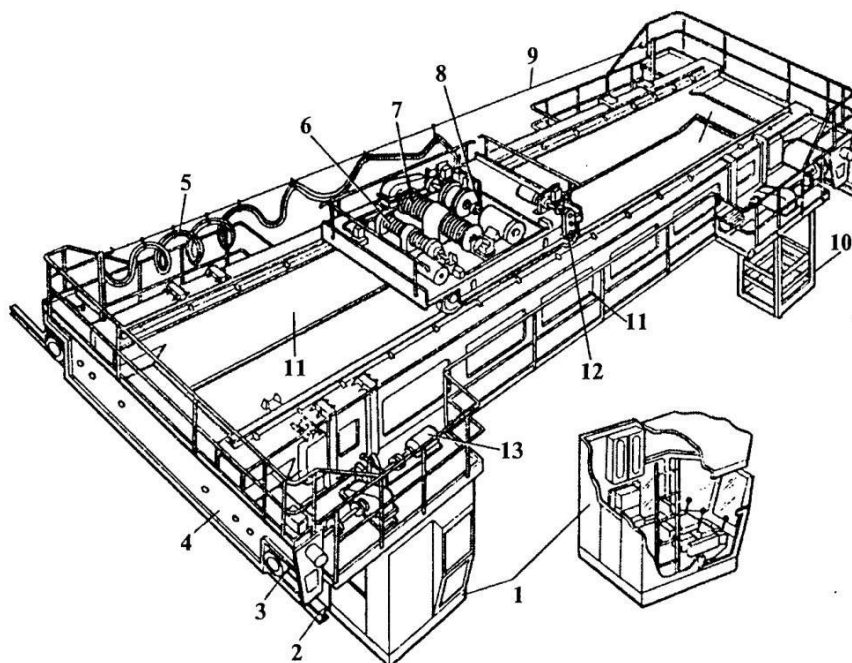
Электрлі көтергіш крандар - жүктерді тігінен және көлденеңінен орнын ауыстыру үшін қолданылатын машиналар. Көтергіш жүкарба орналасқан жылжымалы металл конструкция көтергіш кранның басты элементі болып табылады. Көтергіш жүкарбаның механизмі электр қозғалтқышпен іске қосылады.

Көтергіш кран – жүк ұстағыш құрылғысымен жүкті көтеруге және жылжытуға арналған циклды қозғалатын жүк көтеруші машина. Ол көп тараған және түрлі конструкцияда жасалатын жүк көтеруші машина.

Көпір краны (2-сурет) кран трассалары бойымен қозғалыстың шекті шоқтарында орналасқан доңғалақтар арқылы өтеді. Жолдар шеберхана бағанының үстіңгі жағында орналасқан крандар журналдарымен жасалады. Кранды жылжыту механизмі кран көпіріне орнатылды. Барлық механизмдер кран көпіріне бекітілген кабинадан бақыланады. Электр қозғалтқыштары цех троллері арқылы жұмыс жасайды. Жылжымалы ток коллекторлары электр

энергиясын өткізу үшін қолданылады. Көпір крандарының заманауи конструкцияларында икемді кабель арқылы өткізіледі.

Жетекші дөңгелектер электр қозғалтқышынан беріліс қорабы мен трансмиссиялық білікпен жүргізіледі.



1. Машинист кабинасы; 2. Кранды рельстер; 3. Қозғалғыш дөңгелектер; 4. Ақырғы бөрене; 5. Иілгіш кабель; 6. Жүк көтергіштің жанама механизмі; 7. Жүк көтергіштің негізі механизмі; 8. Крандық арба (тележка); 9. Иілгіш кабельді ілуге арналған сым; 10. Троллерге қызмет көрсету ауданы; 11. Негізі бөрене; 12. Арбаның жылжу механизмі; 13. Көпірдің жылжу механизмі.

2-сурет - Көпір кранының жалпыкөрінісі

Қауіпсіздік талаптарын қанағаттандыратын кез-келген заманауи кран үш ұшақта әрбір жұмыс қозғалысы үшін тәуелсіз механизмдер болуы мүмкін: жүктемені көтеру және түсіру механизмі, кранды көлденең жазықтыққа жылжыту механизмі және кранның жұмыс аймағын ұстау механизмі. Өртүрлі пайдалану жағдайларына байланысты көтеру машиналарын шығарады.

Жүктелу деңгейіне, операциялық уақытқа, операциялардың қарқындылығына, көтеру операцияларының жауапкершілігінің деңгейі мен жұмыс істеудің климаттық факторларына байланысты; Жүк көтеру механизмінің негізгі параметрлері: сыйымдылық, көтеру жылдамдығы, жұмыс режимі, көтеру құрылғысының көтеру биіктігі. Циклды көтеру жылдамдығы технологиялық процестің талаптарына, жұмыс сипатына, машина түріне және осы көтергіш машинаның қатысатын

жұмысына байланысты таңдалады.

Кез келген жүктемені тасымалдайтын машиналар түрлі факторларға байланысты жасалады.

Көтергіш машиналардың электр жабдықтары, оны орнату, қуат бөлу және жерлендіру электр қондырғыларының талаптарына сәйкес келеді. Көтергіш машиналарға арналған электр жабдықтары электр қондырғыларының қауіпсіз жұмыс істеу талаптарына сәйкес жұмыс істейді.

Егер көпір мен консольдық жылжымалы крандарда электрмен жабдықтау және техникалық қызмет көрсету үшін галерея бар болса, галерея арқылы еркін өтудің ені кем емес:

- 500 мм-ге дейінгі крандарда;
- крандарда трансмиссиясыз немесе қолмен жетегі - 400 мм.

Галлерейда троллейбустардың орналасуына арналған крандарда окпандарды қолдайтын құрылғылар мен ағымдық зерттеулерді қамтамасыз ететін құрылғылар арасындағы ені 400 мм-ден кем емес.

Құрылысы бойынша көпірлік крандарға мыналар кіреді:

- тірек крандары. Мұнда көпір крандары көпірдің үстінде орналасқан темір жолдарға бекітілген;

- аспалы крандар. Темір жол трассаларының төменгі сөрелерінде орналастырылған;

- жүк көтеру қабілеті 12,5 тоннадан асатын болса, крандар екі көтеру механизмі болуы мүмкін - негізгі және қосымша.

Жүк көтеру қабілетіне қарай крандарды 3 топқа бөлеміз:

- Біріншіден – 5 тоннаға дейін;
- Екінші – 5 тоннадан 50 тоннаға дейін;
- Үшінші – 50тоннадан 320 тоннаға дейін.

Жетекші механизмдерді электрлік және қолмен басқаруға болады. Тетіктер жерден, кабинадан және қашықтықтан бақыланады.

1.3 Көтеруші көпірлік крандардың негізгі сипаттамалары

Өртүрлі материалдарды көтеру және жылжыту үшін, сондай-ақ, цех немесе цехтың талаптарына сәйкес ауыр орнату жұмыстары жүргізілуде, керамикалық көпірді көтеру ең жақсы техникалық шешім болып қала береді. Бұл көтергіш машиналардың артықшылықтары тұрақты жүктеме сыйымдылығын, пайдалану ыңғайлығын және кранның құрылысын жеңілдетуді қамтиды. Әдетте, заманауи омыртқасыз көпір крандарының конструкциясы әр түрлі болып табылады. Осыған байланысты көтергіш жабдықтарды өндірушілер тұтынушыларға көпір крандарын ауыстырудан бұрын талаптардың тізімін ұсынады.

Кранның жүк көтеру мүмкіндігі. Бұл басты параметр. Кран арқылы қозғалатын жүктің максималды салмағына байланысты. Көпір крандары кішігірім автоөндіріс цехтерінде де, жылу электр станцияларының

турбиналық цехтарында да қолданылғандықтан, олардың өткізу қабілеті 0,25-ден 250 тоннаға дейін. Сонымен қатар, ауыр жүк көтергіш крандар көтеру жылдамдығын арттыру үшін қосымша құрылғылармен жабдықталған. Тағы бір маңызды параметр, көпір кранының көтеру қабілеттілігінен басқа, жүк полигонындағы жүк кабелінің көптігі. Полиспастың көптігі жүктеме арқанындағы бұтақтардың өлшемі болып табылады. Көптеген полиспаздардағы көпірлі крандар әдетте үлкен жүктемелерді көтере алады.

Кранның өтуі. Бұл параметр кранның ұшу-қону жолағының сорғысына және тиісінше кран орнатылатын бөлмеге байланысты болады. Үлкен өткел кранының құрылысының беріктігі мен тұрақтылығын сақтау үшін аралықтардың ең үлкен көлденең қималары болуы керек. Бұл өз кезегінде кранның салмағын ұлғайтуға және оның жақсы күтіміне әкеледі. Әдетте, көпір крандарының өтуі 40 метрден аспайды, алайда арнайы талаптарға сәйкес, көп сатылы кран жеткізілуі мүмкін. Бұл крандар көлдер дизайнының күшін сақтай отырып, бірнеше штангалардың көмегімен қозғалады.

Көтеру биіктігі. Бұл параметр цехтардың немесе шеберханалардың мөлшеріне байланысты. Теориялық тұрғыдан кранның биіктігі ешқандай шектелмейді. Арнайы тапсырыс бойынша жеткізуші құрылыс биіктігіне көпірлі кран ала алады. Егер айырмашылық жоғары биіктікте болса, көтеру барабанының ұзындығы, ұзындығы және арқанның диаметрі артады.

Терминалдың орналасу орны. Осы параметрге сәйкес көпір крандары уақытша тоқтатылған және қолдауға бөлінген. Қолдау крандары рельстің басына сүйеніп, кран жолдары арқылы жіктеледі. Үстел көпір крандарының арбалары палубаның үстіңгі жағында және кұйрығының алдыңғы шельфінде орналасқан. Бас крандардың конструкциясы басқалармен салыстырғанда әлсіз. Ұтқыр тасымалданбаған жағдайда барлық құрылым құлап кетуі мүмкін. Осы себепке байланысты, әдетте көпір крандары жоғары жүктеме жүктемесіне ие емес.

Өзектердің саны. Үлкен жүк көтергіштері бар көпір крандары, әдетте, қосөзекті тұрады, ал жүктемесі 5 тоннадан аспайтын жүкқұбырлар моноксидтің штангасынан тұрады. Мұндай бөлу үшін өзеннің себептері бар. Екі конструкцияда да артықшылықтар мен кемшіліктер бар. Бір реттік көпір крандарының дизайнын орнату ыңғайлы, бірақ галерея арқылы өту оңай емес. Ол оны күтуге және жүтуге мәжбүр етеді. Екі еселі көпір крандарының ауыр салмағы есебінен күрделі құрылыс. Дегенмен, осындай крандар көмегімен жабдықты орнатуды және қызметкерлердің қозғалысын ұйымдастыруға болады.

Басқару орны. Көпір крандарының көпшілігін әдеттегі алты консольмен басқарады. Бұл кран 50 тоннаға дейін жүк көтеру мүмкіндігі бар электр көтергіш арқанмен жабдықталған.

Жүк көтергіштігі 5 тоннадан асатын крандар жүргізуші кабинасынан басқарылады.

Жұмыс жетегінің қозғалысының жылдамдығы. Жетектің ең жоғары жылдамдығы, ең алдымен, кранның жұмысына әсер етеді. Жылдамдығы минутына қанша метр өлшенеді.

Көпірдің басқару корпусына кіру үшін жер үстіндегі теміржол жолдары бойымен жүретін жүктерді тасымалдау үшін қолмен жұмыс істейтін электрлі арбаларды жылжымалы конструкторлық кран орнатылды, белгіленген сатыдағы отырғызу платформасы ұйымдастырылды.

Қондырғы табанының еденінен жабудың немесе шығыңқы бөліктердің түбіне дейінгі қашықтық 1800 мм кем емес. Қондырғы платформасының едені кабинаның едендерімен және корпусың кіреберістің жанында вестибюльмен бір деңгейде орналасқан. Кранның отырғызу алаңында қону алаңы мен кабинаның есігі (вестибюль) арасында кемінде 60 мм және 150 мм-ден көп емес.

Қондырғыны төсеме кабинаның қабатының деңгейінен төмен орналастыруға рұқсат етіледі, бірақ қону алаңы кабинаның қабатымен жабылады, қону алаңы ғимараттың шетінде орналасқан және кабинаның кіруі мен қону алаңы арасындағы белгіленген аралығы сақталмаған жағдайда биіктігі (1800 мм) байқалмайды.

Кранның соңында қону алаңының деңгейінен төменгі қону алаңын орналастырған кезде, корпусы қону алаңына түсіруге рұқсат етіледі, бірақ буферлерді толықтай қысу кезінде 400 мм-ден аспайды. Бұдан басқа, қону алаңы мен кабинаның төменгі бөлігі арасындағы ұзындығы (ұзындығы) 700-750 мм кабинаның кіреберісінен 400-450 мм қашықтықта орналасқан корпусар мен қаптама арасында 100-250 мм шегінде болады.

1.4 Көпірлік кран құрылысы

Көпір крандары кран жолдарымен қолдана отырып, портативті элементтері бар крандарды қамтиды. Көпір крандары өндірістік цехтарда және қоймаларда орнатылады. Кран көпірі жер асты кран жолдары бойымен жүріп келе жатқандықтан, ол өндірістік алаңдарда көп орын алмайды. Мұндай крандардың жүк көтеру қабілеті шамамен 5 және 50 тоннаны құрайды және өту 34,5 м дейін жетуі мүмкін.

Көпірлік крандардың негізгі механизмдері:

- доңғалақтарға қондырылған жылжымалыкөпір;
- жүк көтеру механизмімен жабдықталған, арбаны және кабинаны жылжытатын жүкарба.

Көпірлі кранның механизмдері үш бағытта қозғалысты жүзеге асырады:

- жүкті түсіру жәнекөтеру;
- жүкті көлденең бағытта қозғалту;
- жүкті тік бағыттақозғалту.

Барлық кран механизмдері электр жетегімен жабдықталған. Көпір кранның қозғалыс механизмі арқылы немесе арнайы кран тіректерінің көмегі арқылы кранның қашықтығы бойымен цех қабатында өтеді. Жолдар арнайы немесе темір рудалық рельстерден, сондай-ақ төртбұрышты немесе шаршы СІМ бар болат шиналардан жасалған. Арнайы әдіспен кран трассалары кранның қабырғаға қосылуы үшін алынып тасталады. Осы мақсатта динамикалық немесе резеңке буферлер крандар мен көпір құрылыстарында орнатылады. Көпірде басқару кабинасы бар. Ол, әдетте, троллер сымдарының қарсы жағында орнатылады. Көптеген жағдайларда кабина троллейге тығыз бекітіліп, жұмыс аймағына тігінен және көлденең жылжиды. Көпір крандарында жүк көтергіштігі көпір арқылы жылжытылған арбашада тоқтатылады. Тасымалдаушы ретінде тұтқалар, ілгіштер, электр магниттер қолданылады.

Көпірлік крандарды қауіпсіз пайдалану үшін келесідей аспаптар мен құрылғылар қойылады:

- дыбыстық сигнал беру жүйесі;
- кран жүрісін шектейтін ақырғы ажыратқыштар;
- жүк арба жүрісін шектеуштер;
- жүк ұстағыш құрылғының көтеруін шектеуштер;
- жүк көтергіштігін шектеуштер;
- жұмысшы галереямен жүрген кезде кранды ток көзінен ажырататын құрылғы.

1.5 Көпірлік кран механизмі электр жабдықтарының техникалық сипаттамасы және жұмыс істеу шарты

Жүк көтерілген жүктерді тасымалдау кезінде жұмыстың үлкен қауіптілігі көтеру - көлік машиналарын орнату және пайдалану үшін жоспарлау мен пайдаланудың міндетті талаптарын сақтауды талап етеді. Көтеру және тасымалдау тетіктері үшін жұмыс істеп тұрған тежегіш жүйесін орнату және пайдалану талаптары қарастырылған. Олар электр басқару тізбегіне әсер етеді. Жоғарғы көтергіш механизмдегі соңғы қосқыш жүкшығырдың жоғарғы қозғалысына кедергі келтіреді, ал бұрылыс механизмі мен арбашада ажыратқыштар механизмнің қозғалысын екі бағытта да шектейді. Бұл жағдайда соңғы қосқыштар екі немесе одан да көп крандардың бір көпірдің бойымен орналасу механизмдерін реттеу үшін қолданылады. Кран жабдықтарындағы қозғалыс жылдамдығы 30 м/мин жетеді. Кран тетіктері жабық тежегіштермен жабдықталуы керек.

Крандардың кернеуі 500 В аспауы тиіс. Сондықтан оларға 220, 380 және 500 В АС, 220, 440 В кернеуі тікелей ток электр жабдығымен жабдықталған.

Шамадан тыс жүктеме мен қысқа тұйықталу жағдайында, бақылау тізбегінде қондырғының максималды қорғауы қамтамасыз етіледі. Қуат көзін өшіргеннен кейін, қозғалтқыш қайта қосылғанда қайта қосу үшін нөлдік қорғаныс қамтамасыз етіледі. Люктің немесе кабинаның есігін қызметкерлердің қауіпсіздігі үшін ашқанда, кернеу электр қондырғысынан ажыратылады.

Троллейбустың қозғалыс бағытын орнату кезінде ілгіштер үздіксіз өзгереді. Жүк көтеру механизмінің жұмысы жүктемені көтеру және түсіру процесін, бос ілгішті жылжыту процесін қамтиды. Өнімділікті арттыру үшін кран келесі процесстерді қамтиды: қозғалтқышты өшіру және механизмнің сәтсіздігі кезінде, жұмыс істеудің келесі режиміне арналған механизмді дайындауға арналған ілгішке жүктеу немесе түсіру үшін үзіліс. Қозғалыстың барлық процесі біркелкі емес қозғалыс кезеңіне (жылдамдықты жою, тежеу) және тұрақтандырылған жылдамдықпен жүретін кезеңге бөлінеді.

Көпір краны металлургиялық өндірістің құю цехында орнатылған. Сонымен қатар, шаңды бөлуге байланысты көпір кранының электр қозғалтқышы және барлық электр жабдықтары жалпы өнеркәсіптік тәртіпте, IP-53-ден төмен емес қорғалуы қажет. Электр жабдығына кіретін шаңнан электр жабдығының толық сақталуын қамтамасыз ету және жұмыс істейтін электрлік жабдықта 600 бұрышпен су тамшыларымен тікелей байланыста. Кастинг цехының краны жабдықтардың үздіксіз қарқынды пайдаланылуында үнемі пайдаланылады, жоғары температура кезінде, жылытылған және балқытылған металдан шыққан жылу. Крандарды басқару кабиналары жылу оқшауланған күйде жасалады, ал кабина ауа алмастырғышпен жабдықталған. Электр жабдығын жобалау және таңдау кезінде кранның жұмыс режимі кран аппаратын тасымалдау кезінде энергетикалық индикатормен және қауіпсіздігімен анықталады. Механизмнің төрт түрлі режимі қарастырылған: Ж - жеңіл, О - орта, А - ауыр, ӨА - өте ауыр.

1.6 Жиілікті түрлендіргіштер

Жиілік түрлендіргіші (немесе жиілікпен басқарылатын электр жетегі) - асинхронды айнымалы ток қозғалтқышының айналу жылдамдығын өзгертуге арналған статикалық түрлендіргіш құрылғы.

Көзі ретінде энергия мен басқа салаларда асинхронды электр қозғалтқыштарын кеңінен қолдануға болады. Жетектің айналу жылдамдығын әртүрлі құрылғылармен реттеуге болады. Ең жиі қолданылатын құрылғылар:

- 1) гидравликалық құрылғылар - гидравликалық муфталар;
- 2) механикалық құрылғылар - механикалық вариаторлар.
- 3) электрлік құрылғылар:
 - электромеханикалық жиілік түрлендіргіш (генератор-қозғалтқыш жүйесі);
 - статорға және фазалық роторға қосымша кедергісі және т.б.;

- статикалық жиіліктүрлендіргіш.

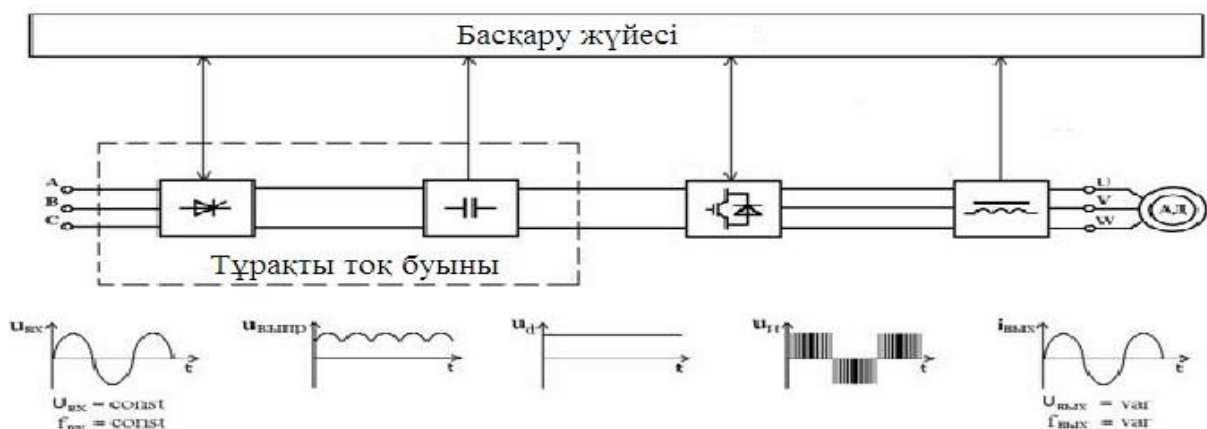
Басқа құрылғылармен салыстырғанда жиілікті түрлендіргішті қолдану келесідей артықшылықтарға ие:

- реттеудің жоғарысапасы;
- реттеудің кең мөлшердедиапазоны;
- максималды үнемділік;
- пайдалану және қызмет көрсетудің жеңілдігі.

Асинхронды электрқозғалтқыштың айналу жылдамдығын реттеу жиілікті және қозғалтқыштың қоректену кернеуін өзгерту арқылы іске асырылады.

Жиілік түрлендіргіш ПӘКі 98 %, бұл өте жоғары көрсеткіш. Яғни желіден жүктеменің тек активті құраушылары ғана қорек алатын болады.

Микропроцессорлық басқару жүйесі жоғары сапалы қозғалтқышты басқарады және оның көптеген параметрлерін реттейді, бұл төтенше жағдайлардың алдын-алуға көмектеседі. Мұндай түрлендіргіштің қуат бөлігінің құрамы 3-суретте көрсетілген.



(кірісте басқарылмайтын түзеткіш; LC-сүзгіші бар тұрақты ток түйіні; автономды кернеу инверторы және ШИМ)

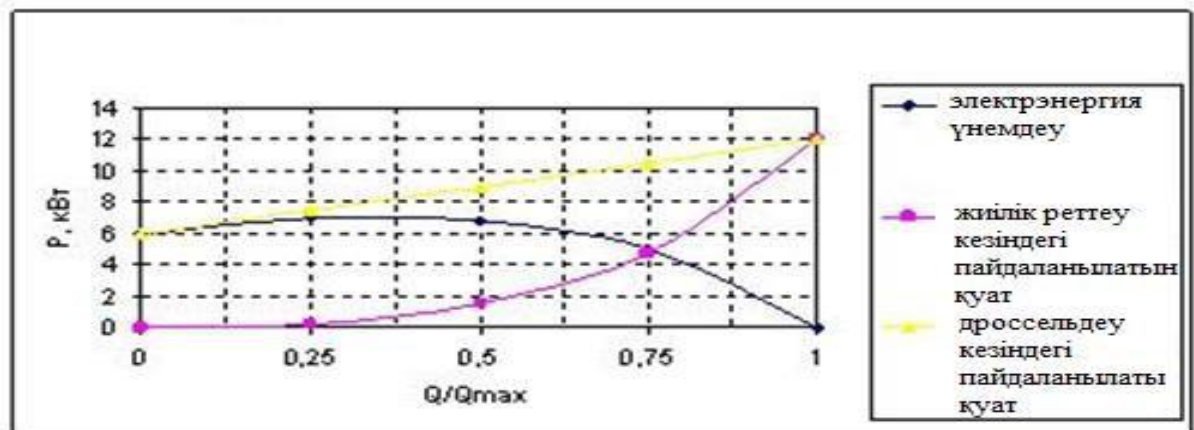
3-сурет – Жиілікті түрлендіргіштің күштік бөліктері

Өнеркәсіптегі жиілік түрлендіргіштерін пайдалану бірқатар мәселелерді шешуге көмектеседі, мысалы:

- энергияны үнемдеу;
- капиталдың және жөндеудің құнын төмендету;
- технологиялық жабдықтардың қызмет мерзімін ұзарту;
- технологиялық үрдістерді жедел басқаруды қамтамасыз ету.

Сонымен қатар, мұндай объектілерді басқаруда басқару клапандары арқылы немесе кеңейту арқылы реттеу кеңінен қолданылады. Дегенмен, бүгінгі күні жиіліктер түрлендіргіштері асинхронды қозғалтқыштарды бақылауда қол жетімді болды. Мысалы, сорғы қондырғыларының соққылары

пайдаланылады. Жиілікті түрлендіргіштің тиімділігін 4-суреттен көруге болады.



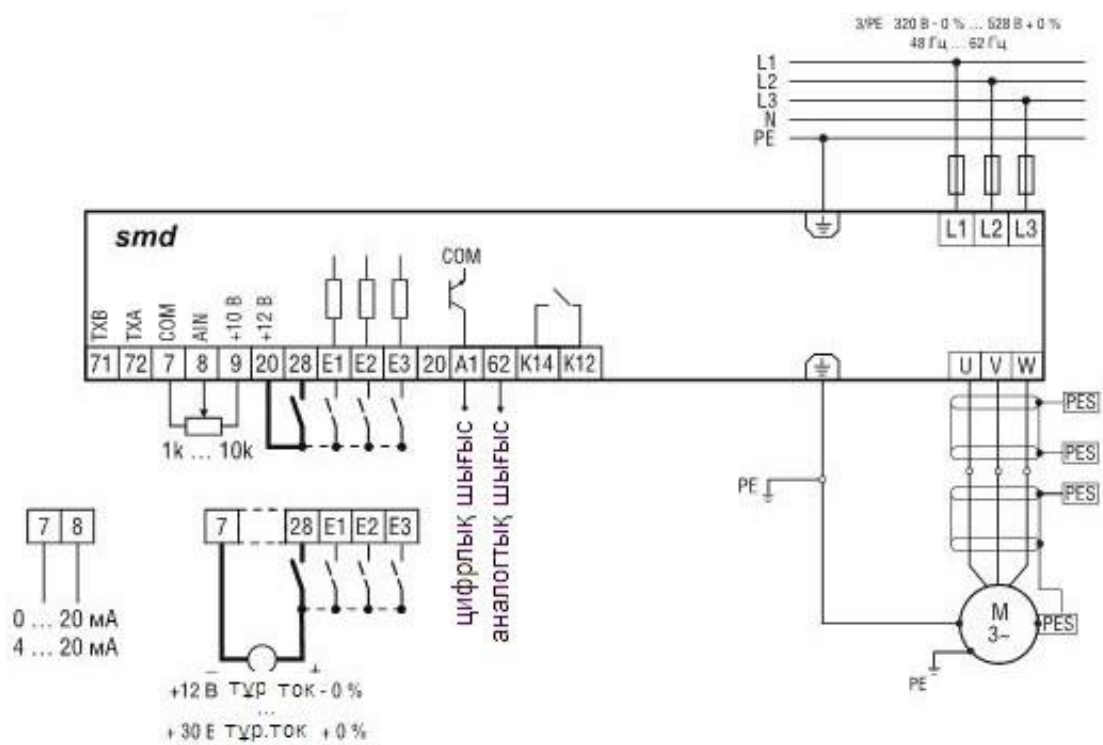
4-сурет – Жиілікті түрлендіргіштердің тиімділігін көрсететін график

Дроссельдеу жағдайында - $Q=0(P_{min})$ нүктесі үшін қозғалтқыш жабық, ал $Q=1(P_{max})$ нүктесінде қозғалтқыш ашық.

Қозғалтқыш немесе клапан ұстайтын заттың тоқтап қалуы кезінде, біз осылай көріп тұрғандай, пайдалы жұмыс жасалмайды. Сорғы қондырғыларында немесе желдеткіштерде жиілікті түрлендіргішті пайдалану энергияны үнемдейді және қажетті қысымды қолдана отырып тасымалданатын заттарды тұтынуды азайтады.

Жетілдірілген өндірістегі елдерде жиіліктік түрлендіргіштен асинхронды қозғалтқышты табу қиын.

Жұмысқа қабылданатын Lenze SMDESMD223L4TXA жиілікті түрлендіргіштің қосылу схемасы 5-суретте көрсетілді.

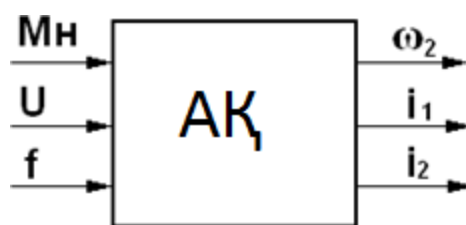


5-сурет - Жиілікті түрлендіргішті қосу схемасы

2 Mathlab бағдарламасында электр жетегінің математикалық моделі мен құрылымдық схемасы

2.1 Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесінде автоматтандырылған электржетегі

Асинхронды қозғалтқыштарды кеңінен қолдану - автоматтандырылған электржетек үрдісі. Бұл қозғалтқыштар құрылымында қарапайым және сенімді жұмыс істейді, сондай-ақ жоғары температурада қауіпті жерлерде жұмыс істей алады. Олардың салмағы аз, көлемі мен бағасы төмен. Асинхронды қозғалтқыштарды басқару жүйесіндегі жиілік және кернеу түрлендіргіштерінің арқасында мүмкіндіктер көбейеді. Қозғалтқыш статорындағы басқарылатын асинхронды электр қозғалтқыштың схемасы 6-суретте келтірілген.

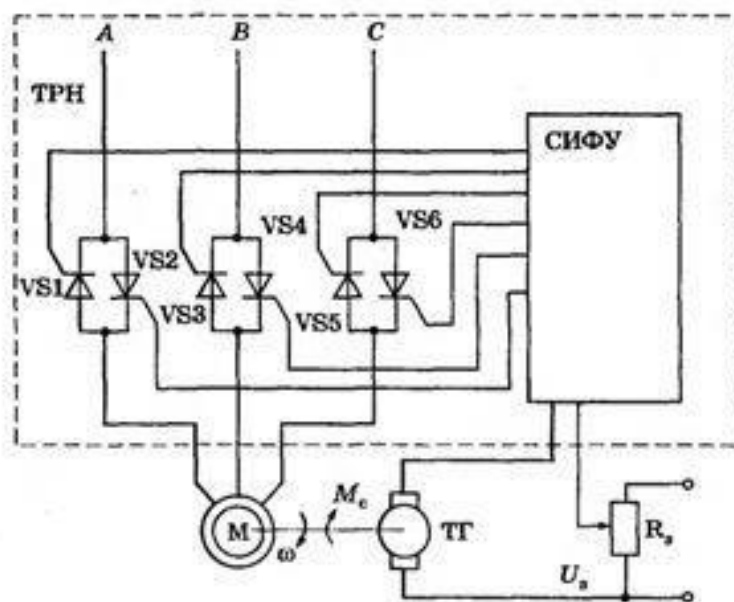


6- сурет - ЖТ-АҚ жүйесі бойынша АЭЖ құрылымдық схемасы

Бұл суреттен басқару объектісінің айнымалы кірісіретінде M_n, U, f , шамалары, ал шығысында ω_2, i_1, i_2 екендігі көрініп тұр. Құрылымдық байланыс бойынша басқару құрылғысы басқарушы әсерді тудырады.

Асинхронды жиілікті түрлендіргіштің қажетті статикалық және динамикалық қасиеттерін қалыптастыру тек реттелетін координаттары бар жабық жүйеде жүреді. 7-суретте осы жүйені басқару диаграммасы келтірілді. Жетектің кіруіне әсер етуі кез-келген координатпен - ақиқат, статор ток, магниттік ағынның бұрыштық айналуымен реттелуі мүмкін. Қозғалтқыш білішінде M_k қарсыласу күші немесе $U_{ж}$ желісінен қуат алатын жетектің ауытқу кернеуі дискке теріс әсер етуі мүмкін. Датчиктің кіріс сигналдары - статордың жиілігі, кернеуі мен тогы, ротордың жылдамдығы, қозғалтқыш қуысындағы магнит ағыны немесе олардың мәндері математикалық модельдеу арқылы анықталады.

Реттегіш сигналы басқару әсеріне тәуелді кері байланыс сигналы $U_{o.c}$ және реттеуден қабылданған жиілік алгоритмдері басқару сигналы u_p шығыс кернеуі u_u және жиілік түрлендіргіштің тогы i_i болып табылады.



7-сурет – Асинхронды қозғалтқыштың айналу жылдамдығын қалыптандыру жүйесінің схемасы

Осы жүйеде теріс кері байланыста болатын:

$$\Delta = U_{з.с.} - U_{о.с.} \quad (1)$$

Егер жүктеме моменті M_c ұлғайса, онда $U_{ос}$ кемиді, сонымен қатар U_1 шамасы да өспек. Осы жағдай қозғалтқыштың жүктемесі ұлғаюда жылдамдық айналымын бірқалыпты ұстап тұруға мүмкіндік береді. Ал M_c азайса, онда кері процесс жүруі мүмкін. Бұлайналу жылдамдығын ұлғайтуға мүмкіндік бермейді.

2.2 Асинхронды қозғалтқыш айналу жылдамдығын қалыптандыру процесін модельдеу

Көпірлік қранның электр жетегі үшін АИМ сериясының асинхронды қозғалтқышы таңдалды. Процесті модельдеу үшін біз үш фазалық машинаны таңдаймыз. Модельдік статор үш орамнан және үш роторлы орамнан тұрады. Форматтағы координаттар жүйесіндегі тендеулер көрсетілген.

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{sa} = R_{sa} * i_{sa} + \frac{d\psi_{sa}}{dt}, \\ U_{sb} = R_{sb} * i_{sb} + \frac{d\psi_{sb}}{dt}, \\ U_{sc} = R_{sc} * i_{sc} + \frac{d\psi_{sc}}{dt}, \\ -U_{ra} = R_{ra} * i_{ra} + \frac{d\psi_{ra}}{dt} + (\psi_{rb} - \psi_{rc}) \frac{2\omega_r}{\sqrt{3}}, \\ -U_{rb} = R_{rb} * i_{rb} + \frac{d\psi_{rb}}{dt} + (\psi_{ra} - \psi_{rc}) \frac{2\omega_r}{\sqrt{3}}, \\ -U_{rc} = R_{rc} * i_{rc} + \frac{d\psi_{rc}}{dt} + (\psi_{rb} - \psi_{ra}) \frac{2\omega_r}{\sqrt{3}}, \end{array} \right. \quad (2)$$

Қарастырылатын асинхронды электр қозғалтқышы үшін U_{ra} , U_{rb} , U_{rc} мәндері нөл. Кернеулер теңдеуінен магнит ағын өзгерісі келесідей болады:

$$\begin{aligned} \psi_{sa} &= L_{sa} i_{sa} - \frac{1}{2} L_m (i_{sb} + i_{sc}) + L_m (i_{ra} - \frac{1}{2} i_{rb} - \frac{1}{2} i_{rc}), \\ \psi_{sb} &= L_{sb} i_{sb} - \frac{1}{2} L_m (i_{sa} + i_{sc}) + L_m (i_{rb} - \frac{1}{2} i_{ra} - \frac{1}{2} i_{rc}), \\ \psi_{sc} &= L_{sc} i_{sc} - \frac{1}{2} L_m (i_{sa} + i_{sb}) + L_m (i_{rc} - \frac{1}{2} i_{rb} - \frac{1}{2} i_{ra}), \\ \psi_{ra} &= L_{ra} i_{ra} - \frac{1}{2} L_m (i_{rb} + i_{rc}) + L_m (i_{sa} - \frac{1}{2} i_{sb} - \frac{1}{2} i_{sc}), \\ \psi_{rb} &= L_{rb} i_{rb} - \frac{1}{2} L_m (i_{ra} + i_{rc}) + L_m (i_{sa} - \frac{1}{2} i_{sb} - \frac{1}{2} i_{sc}), \\ \psi_{rc} &= L_{rc} i_{rc} - \frac{1}{2} L_m (i_{rb} + i_{ra}) + L_m (i_{sc} - \frac{1}{2} i_{sb} - \frac{1}{2} i_{sa}), \end{aligned} \quad (3)$$

мұндағы: U_{sa} , U_{sb} , U_{sc} , U_{ra} , U_{rb} , U_{rc} , i_{sa} , i_{sb} , i_{sc} , i_{ra} , i_{rb} , i_{rc}

- үш ось бойынша статор және ротор орамасындағы кернеулер және токтар; - статор және ротор орамаларының активті кедергілері;

R_{sa} , R_{sb} , R_{sc} , R_{ra} , R_{rb} , R_{rc} - статор және ротор орамасының активті

кедергілері;

$L_{sa}, L_{sb}, L_{sc}, L_{ra}, L_{rb}, L_{rc}$ – статор және ротор орамасының индуктивтілігі;

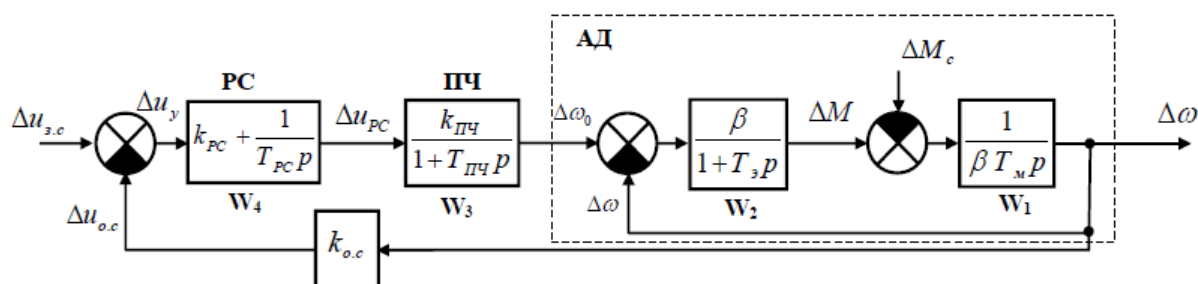
$\Psi_{sa}, \Psi_{sb}, \Psi_{sc}, \Psi_{ra}, \Psi_{rb}, \Psi_{rc}$ – статор және ротор орамасының магнит ағындылықтары;

ω_r – ротордың айналу жылдамдығы.

Электромагниттік иіндік күш келесідей анықталады:

$$M_s = p \frac{\sqrt{3}}{2} L_m [(i_{sa} i_{rc} + i_{sb} i_{ra} + i_{sc} i_{ra})] \quad (4)$$

8-суретте ЖТ-АҚ жүйесі бойынша құрылымдық схема келтірілді.



8-сурет – Электр жетегінің құрылымдық схемасы

Схемада келесідей белгілеулер қабылданған:

β – қозғалтқыш механикалық сипаттамасының қатаңдық модулі ($\beta = 2M_k/\omega_{ном}S_k$);

T_3 – асинхронды қозғалтқыш статоры және ротор тізбегіндегі баламалы электромагниттік уақыт тұрақтылығы ($T_3 = 1/\omega_{ном}S_k$);

Өнеркәсіпте АҚ үшін $S_k \cong 0,05 \dots 0,5$ (төменгі мәндері қуатты қозғалтқыштарға арналған), $T_3 \cong (0,006 \dots 0,06)$.

$k_{ЖТ}$ – ЖТтің беріліс коэффициенті

$$k_{ПЧ} = \Delta\omega_0 / \Delta u_{PC} = 2\pi f_1 / (p_{ПЧ} \Delta u_{PC}) \quad (5)$$

Қозғалтқыштың $f_1 \leq f_{1ном} = 50$ жиілік аралығындағы жұмысында және басқару сигналының түрлендіргіш кернеуімен қатынасы

$$\frac{\Delta f_1}{\Delta U_{PC}} = f_1 / \Delta U_{\text{УЖТНОМ}} (6)$$

T_3 - жиілік түрлендіргіш (2-50 кГц) шығыс кернеу жағдайында басқару тізбегі уақыт тұрақтылығы.

ПИ-жылдамдық реттеуішінің берілістік функциясы

$$W_{PC}(p) = \Delta u_{PC} / \Delta u_y = k_{PC} + 1/(T_{PC}p). \quad (7)$$

Қозғалтқыш жылдамдығы бойынша кері байланыс тізбегінің берілістік функциясы

$$W_{к.б.}(p) = \Delta u_{к.б.} / \Delta \omega = k_{к.б.}. \quad (8)$$

Теріс кері байланыстағы КТТ–АҚ жүйесінің өтпелі процесін сипаттайтын математикалық көрінісі 9-суретте келтірілген және $\Delta M_c = 0$ жағдайында келесідей көріністе болады:

$$\begin{aligned} \frac{d\Delta \omega}{dt} &= \frac{1}{J} \Delta M_{\Sigma}, \\ \frac{d\Delta M_{\Sigma}}{dt} &= \frac{k_{PT}k_{ПН}k_u}{T_{ПН}} \Delta U_{PC} - \frac{k_u}{T_{ПН}} \Delta U_1 - \frac{k_{\omega}}{J} \Delta M_{\Sigma}, \\ \frac{d\Delta U_1}{dt} &= \frac{k}{T_{ПН}} \Delta U_{PC} - \frac{1}{T_{ПН}} \Delta U_1, \\ \frac{d\Delta U_{PC}}{dt} &= \frac{k_{PC}}{T_{PC}} \Delta U_{3.C} - \frac{k_{PC}k_{OC}}{J} \Delta U - \frac{k_{PC}k_{OC}}{J} \Delta \omega. \end{aligned} \quad (10)$$

Мұндағы $k = k_{PT}k_{ПН}$, k_{PT} - ток реттеуішінің күшейту коэффициенті;

$k_{КТ}$ -ЖТ кернеу бойынша күшейту коэффициенті;

$k_{ЖР}$ -жылдамдықты реттеуіштің күшейту коэффициенті;

$T_{ЖР}$ -жылдамдық реттеуішінің тұрақтылық коэффициенті;

k_u -беріліс коэффициенті;

k_{ω} -механикалық сипаттаманың қатаңдық коэффициенті;

$k_{КБ}$ -жылдамдық бойынша кері байланыстың күшейту коэффициенті;

$T_{ПН}$ -КТТ басқару тізбегінің уақыт тұрақтылығы, $\tau \approx T_{ПН} = 0,033$ с

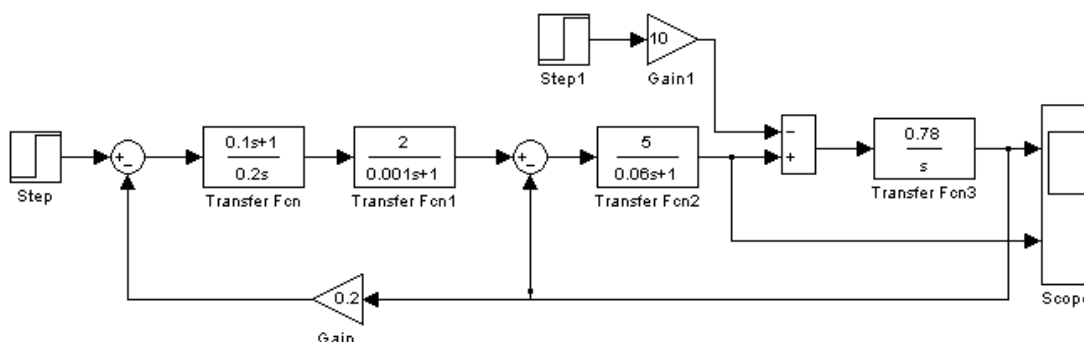
Жоғарыдағы 10-өрнекті келесідей жазамыз

$$\begin{aligned}
\frac{dx_1}{dt} &= a_1 x_2, \\
\frac{dx_2}{dt} &= a_2 x_4 - a_3 x_3 - a_4 x_2, \\
\frac{dx_3}{dt} &= a_5 x_4 - a_6 x_3, \\
\frac{dx_4}{dt} &= a_7 u - a_8 x_2 - a_9 x_1,
\end{aligned}
\tag{11}$$

Мұнда $x_1 = \Delta\omega$; $x_2 = \Delta M_{\mathcal{E}}$; $x_3 = \Delta U_1$; $x_4 = \Delta U_{PC}$; u – басқару;

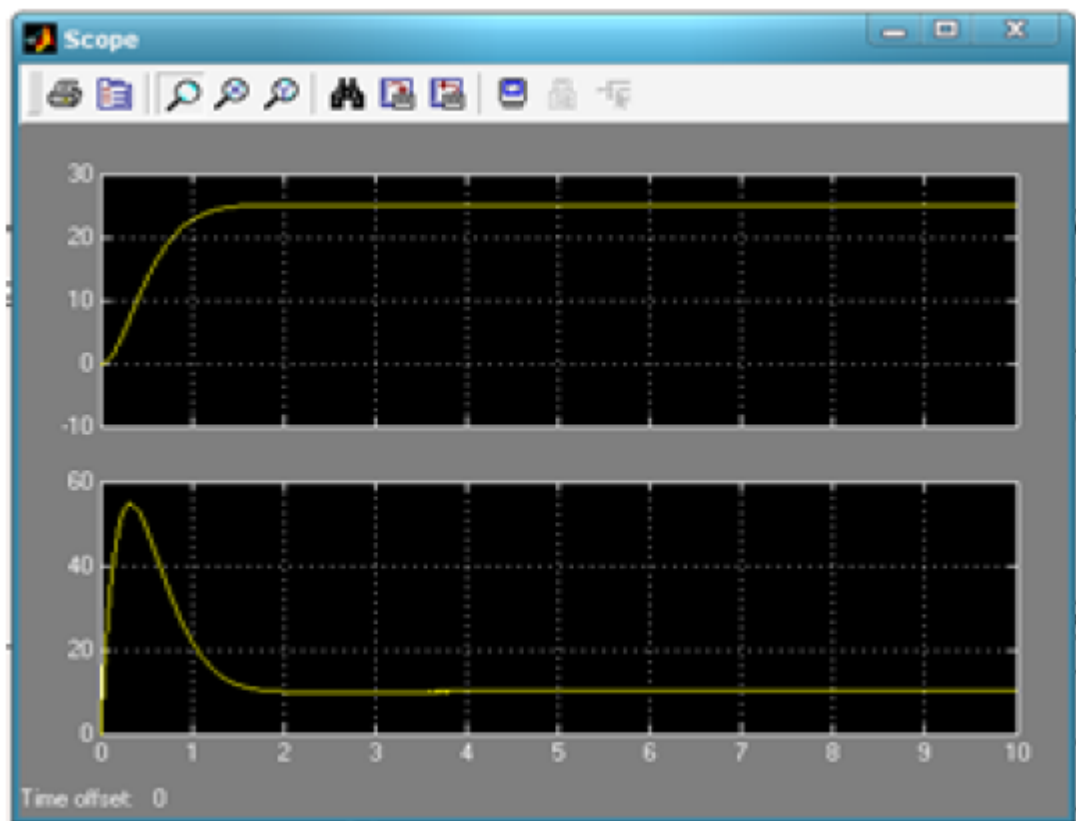
$$\begin{aligned}
a_1 &= \frac{1}{J}; & a_2 &= \frac{k_{PT} k_{ПН} k_u}{T_{ПН}}; & a_3 &= \frac{k_U}{T_{ПН}}; \\
a_4 &= \frac{k_{\omega}}{J}; & a_5 &= \frac{k}{T_{ПН}}; & a_6 &= \frac{1}{T_{ПН}}; \\
a_7 &= \frac{k_{PC}}{T_{PC}}; & a_8 &= \frac{k_{PC} k_{OC}}{J}; & a_9 &= \frac{k_{PC} k_{OC}}{J}
\end{aligned}$$

Статордағы кернеумен реттелетін асинхронды электр жетектің Matlab жүйесіндегі құрылымдық схемасы 9-суретте келтірілді.



9-сурет-Асинхронды электр жетектің Matlab жүйесіндегі құрылымдық схемасы

9-суретте көрсетілгендей статордағы кернеумен реттелетін ЖТ-АҚ жүйесінің динамикасы тұрақты. Статордағы кернеумен реттелетін ЖТ-АҚ жүйесінің динамикалық тұрақтылығын арнайы бағдарламаның көмегімен анықтаймыз (10-сурет).



10- сурет – Жиілікті түрлендіргіш – асинхронды қозғалтқыш жүйесінің өтпелі процессін динамикалық тұрақтылыққа тексеру

3 Көпірлік кран механизмдерінің көтеру механизмін жобалау

3.1 Жұмыстың берілгендері

Жоба мәліметтеріне көтергіш көпірдің кран механизмінің геометриялық және физикалық параметрлері және кран орналасқан цех ғимаратының өлшемдері кіреді. Жоба деректері 1-кестеде келтірілген.

1 – Кесте- Жобалаудың берілгені

Параметрлердің атаулары	Параметр өлшемі
Максималды жүк көтеру қабілеті	3,0 т
Максималды жүк көтеру биіктігі	12 м
Өткін ұзындығы (рельстер арасындағы қашықтық)	20 м
Көтеру-түсіру жылдамдығы	0,28 м/с
Арбаның қозғалу жылдамдығы	0,6 м/с
Кранның қозғалу жылдамдығы	1,2 м/с
Қосылу ұзақтығының жұмыс режимі	25 %
Кран салмағы	15,4 т
Арба салмағы	3 т
Грейфер салмағы	1,54 т
Троллер ұзындығы	68 м
Арба дөңгелегінің диаметрі	0,25 м
Көпір дөңгелегінің диаметрі	0,5 м
Көпір мойыншалар осінің диаметрі	0,08 м
Арба мойыншалар осінің диаметрі	0,05 м

3.2 Электр қозғалтқышының қуатын есептеу, тандау

Есептеу мотордың номиналды режимі әдісімен жүргізіледі. Деректербойынша механизмнің номиналды режимі белгіленді. Мұны істеу үшін біз электр қозғалтқышын есептеп шығарамыз. Куликова кестесіндегі коэффициенттер бойынша біз орташа жұмыс режимін аламыз: $K_{гр} = 1,0$, $K_r = 1,0$, $K_c = 0,67$, қосылулар саны-120, $t_{орта} = 20^0\text{C}$.

Статикалық жұмыс режимі бойынша қозғалтқыш білігінің қуатын анықтаймыз:

$$P_c = \frac{(G + G_0) * V}{\eta} * 10^{-3} \text{ кВт}, \quad (12)$$

бұл жерде G – жүк көтергіштігі;
 G_0 – грейфер салмағы;

V – қозғалу жылдамдығы;
 η – ПӘК = 0,8.

$$P_c = \frac{(3 + 1,54) \cdot 0,28 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}}{0,8} = 15,6 \text{ кВт}$$

P_c қуаты бойынша МТН200LB8 қуаты $P_{н.с} \geq P_c$ болатын және қажет ететін айналу жылдамдығы $n_{ном}$ болатын қозғалтқышты таңдаймыз. Қозғалтқыштың негізгі параметрлері 2-кесте көрсетілді.

2-кесте - Қозғалтқыш параметрлері

$P_{2ном}$ кВт	$N_{ном}$ об/мин	I_1 А	$\cos\varphi$	ПӘК %	I_2 А	$U_{рф}$ В	M_{max} Н*м	$M_{aхов}$ Кг*м ²	М Кг
22	705	47	0,82	87,4	59	232	294	1,43	330

Қозғалтқыштың қосылу уақытын анықтап көрсек:

$$tn = \frac{V}{a}, \quad (13)$$

Мұндағы a – рұқсат етілетін жылдамдық

$$tn = \frac{0.28}{0.150} = 1.86,$$

Қозғалыс жағдайындағы орнықталанған уақыт анықталады. Ол жүкті көтеру жолы немесе орын ауыстыруда қондырылған жылдамдық V бойынша жүріп өтеді.

$$ty = \frac{H}{V} = \frac{12}{0.28} = 42.8 \text{ с.} \quad (14)$$

Орнықталанғаннан соң τ аумақ анықталады:

$$\tau = \frac{tn}{ty} = \frac{1.86}{42.8} = 0.043 \text{ с.} \quad (15)$$

ПВ = 25% үшін қажетті қозғалтқыш қуатын анықтаймыз.

$$P_{25} = \gamma * k_1 * P_{н.с} = 0,88 * 0,75 * 37 = 24,42 \text{ кВт.} \quad (16)$$

γ – график бойынша анықтаймыз, 0,88;

k_1 – орташа жұмыс режимі 0,75, $P_{nc} = 37,0$ кВт.

Жүргізілген есептеулер нәтижесінде МТФ412-8электр қозғалтқышын таңдадық. Бұл қозғалтқыштың параметрлері 3-кесте көрсетілді.

3-кесте - Қозғалтқыш параметрлері

Р ₂ ном. кВт.	Нном. об/мин.	I ₁ А.	Cosφ	КПД. %	I ₂ А	Uрф. В	Mmax. Н*м	Махов. Кг*м ²	Масса. Кг.
26	715	68	0,68	82	71	248	883	3	345

3.3 Көпірлік электр қозғалтқышының қуатын есептеу, таңдау

Есептеу қозғалтқыштың номиналды режимі әдісімен жүргізіледі. Деректер бойынша механизмнің номиналды режимі белгіленді. Мұны істеу үшін біз электр қозғалтқышын есептеп шығарамыз. Куликова кестесіндегі коэффициенттер бойынша біз орташа жұмыс режимін аламыз: $K_{гр} = 1,0$, $K_r = 1,0$, $K_c = 0,67$, қосылулар саны-120, $t_{орта} = 20^0c$.

Статикалық жұмыс режимі жағдайында қозғалтқыш білігінің қуаты анықталады:

$$P_c = \frac{2k * (G + G_0) * (\mu * r + f) * V}{D_k * \eta} * 10^{-3} \text{ кВт}, \quad (17)$$

G – жүк көтергіштігі;

G_0 – грейфер салмағы;

V – қозғалу жылдамдығы;

η – ПӘК = 0,8;

D_k – көпір дөңгелегінің диаметрі;

r – көпір мойыншалар осінің диаметрі;

μ – үйкеліс коэффициенті 0,1;

f – сырғанау үйкеліс коэффициенті 0,0055;

k – 1.5.

$$P_c = \frac{2 * 1,5 * (8,5 + 1,54 + 3 + 15,4) * (0,1 * \frac{0,08}{2} + 0,0055) * 1,2 * 9,81}{0,5 * 0,9} * 10^{-3} = 21 \text{ кВт}$$

Қозғалтқыш үшін қосылу уақытын анықтаймыз:

$$t_n = \frac{V}{a},$$

Мұндағы $a=0,27$ – рұхсат етілген жылдамдық

$$t_n = \frac{1,2}{0,27} = 4 \text{ с.}$$

P_c қуаты бойынша МТН200LB8 қуаты $P_{н.с} \geq P_c$ болатын және қажет ететін айналу жылдамдығы $n_{ном}$ болатын қозғалтқышты таңдаймыз. Қозғалтқыштың негізгі параметрлері 4-кесте көрсетілді.

4-кесте - Қозғалтқыш параметрлері

$P_{2ном}$ кВт.	$N_{ном.}$ об/мин	I_1 А.	$\cos \varphi$	КПД. %	I_2 А	$U_{рф.}$ В	$M_{max.}$ H^*M	$M_{aхов.}$ $Kг^*M^2$	Масса. Кг.
10.5	705	30.5	0.71	77	43	165	422	3.86	210

Қозғалыс жағдайындағы орнықталанған уақыт анықталады. Ол жүкті көтеру жолы немесе орын ауыстыруда қондырылған жылдамдық V бойынша жүріп өтеді.

$$t_y = \frac{H}{V} = \frac{68}{1,2} = 56 \text{ с.}$$

Орнықталанғаннан соң τ аумақ анықталады:

$$\tau = \frac{t_n}{t_y} = \frac{4}{56} = 0,07 \text{ с.}$$

$P_B = 25\%$ үшін қажетті қозғалтқыш қуатын анықтаймыз.

$$P_{25} = \gamma * k_1 * P_{нс} = 1,123 * 0,75 * 10,5 = 8,8 \text{ кВт.}$$

γ – график бойынша анықтаймыз, 1,122;

k_1 – орташа жұмыс режимі 0,75, $P_{нс} = 10,7$ кВт.

Жүргізілген есептеулер нәтижесінде МТФ412-8 электр қозғалтқышын таңдадық. Бұл қозғалтқыштың параметрлері 5-кесте көрсетілді.

5-кесте - Қозғалтқыш параметрлері

Р ₂ ном кВт.	Нном. об/мин.	I ₁ А.	Сosφ	КПД. %	I ₂ А	Uрф. В	Мmax. Н*м	Махов. Кг*м ²	Масса. Кг.
9	975	26. 1	0.74	70.5	26	245	265	1.10	170

3.4 Арбаша электр қозғалтқышының қуатын есептеу, тандау

Есептеу қозғалтқыштың номиналды режимі әдісімен жүргізіледі. Деректер бойынша механизмнің номиналды режимі белгіленді. Мұны істеу үшін біз электр қозғалтқышын есептеп шығарамыз. Куликова кестесіндегі коэффициенттер бойынша біз орташа жұмыс режимін аламыз: К_{гр} =1,0, К_г =1,0, К_с =0,67, қосылулар саны-120, t орта =20⁰с. Қозғалтқышты есептеуге қажетті параметрлер 6-кестеде келтірілді.

6-кесте - Қозғалтқыш параметрлері

Параметрлердің атаулары	Параметрлер өлшемі
Максималды жүк көтеру қабілеті	8,5 т
Арбаның қозғалу жылдамдығы	0,6 м/с
Қосылу ұзақтығының жұмыс режимі	25 %
Кран салмағы	15,4 т
Арба салмағы	3 т
Троллер ұзындығы	20 м
Арба дөңгелегінің диаметрі	0,25 м
Арба мойыншалар осінің диаметрі	0,05 м

Статикалық жұмыс режимі жағдайында қозғалтқыш білігінің қуаты анықталады:

$$P_c = \frac{2 * 1,25 * (8.5 + 1.54 + 3) * (0.1 * \frac{0,05}{2} + 0,0055) * 0,6 * 9,81}{0,25 * 0.9} * 10^{-3} = 6,8 \text{ кВт.}$$

Қозғалтқыш үшін қосылу уақытын анықтаймыз:

$$t_n = \frac{0,6}{0,217} = 2,8 \text{ с.}$$

Мұндағы a=0,217 – рұхсат етілген жылдамдық

P_c қуаты бойынша МТН2116 қуаты $P_{н.с} \geq P_c$ болатын және қажет ететін айналу жылдамдығы $n_{ном}$ болатын қозғалтқышты таңдаймыз. Қозғалтқыштың негізгі параметрлері 7-кесте көрсетілді.

7-кесте - Қозғалтқыш параметрлері

$P_{2ном.}$ кВт.	$N_{ном.}$ об/мин.	I_1 А.	$\cos\varphi$	КПД. %	I_2 А	$U_{рф.}$ В	$M_{max.}$ H^*M	$M_{ахов.}$ $Кг^*м^2$	Масса. Кг.
7	920	22,5	0,64	73	19,5	236	196	0,115	120

Қозғалыс жағдайындағы орнықталанған уақыт анықталады. Ол жүкті көтеру жолы немесе орын ауыстыруда қондырылған жылдамдық V бойынша жүріп өтеді.

$$t_y = \frac{H}{V} = \frac{20}{0,6} = 33 \text{ с.}$$

Орнықталанғаннан соң τ аумақ анықталады:

$$\tau = \frac{t_n}{t_y} = \frac{2,8}{33} = 0,08 \text{ с.}$$

$P_B = 25\%$ үшін қажетті қозғалтқыш қуатын анықтаймыз.

$$P_{25} = \gamma * k_1 * P_{нс} = 0,98 * 0,75 * 6,8 = 5 \text{ кВт.}$$

γ – график бойынша анықтаймыз, 0,980;

k_1 – орташа жұмыс режимі 0,75, $P_{нс} = 6,8$ кВт.

Жүргізілген есептеулер нәтижесінде МТКН 112-6электр қозғалтқышын таңдадық. Бұл қозғалтқыштың параметрлері 8-кесте көрсетілді.

8-кесте - Қозғалтқыш параметрлері

$P_{2ном.}$ кВт.	$N_{ном.}$ об/мин.	I_1 А.	$\cos\varphi$	КПД. %	I_2 А	$U_{рф.}$ В	$M_{max.}$ H^*M	$M_{ахов.}$ $Кг^*м^2$	Масса. Кг.
5,3	885	15,3	0,76	69	19	203	118	0,27	88

3.5 Іске қосушы және реттеуішті кедергілерді есептеу, таңдау

3.5.1 Көтеру қозғалтқышына іске қосу, реттеуіш кедергілерді есептеу, таңдау

Аналитикалық әдіс. Электр қуатына байланысты жақсы қозғалтқышты

іске қосу қадамдар саны $Z = 4$, M_{p2} үлкен $M_c \approx 20\%$, $1.2M_n > M_c$. Баспалдақтардың саны белгісіз. Бастапқы қозғалтқыш механикалық сипаттаманың сызықтық бөлігіндегі жылдамдық біз инклюзивті есептей аламыз. Қозғалтқыштың желілік бөлігінде егер сипаттамасы ($M \leq 0.75 M_{max}$) болса, онда сәт токқа пропорционалды ($M_{n1} \equiv I_{n1}$). Осыған байланысты орнына жылдамдық сипаттамаларын пайдалануға болады.

$$I_{n1} = 2 * I_{rot.} = 2 * 68 = 136 \text{ A} \quad (18)$$

Бірінші саты бойынша кедергіні анықтасақ:

$$R_1 = \frac{U_{p\phi}}{I_{n1}} = \frac{248}{136} = 1,8 \text{ Ом} \quad (19)$$

Екінші саты бойынша кедергіні анықтасақ:

$$R_1 = \frac{U_{p\phi}}{I_{n1}} = \frac{248}{136} = 1,8 \text{ Ом} \quad (20)$$

Алмастыру коэффициенті:

$$\lambda = \frac{I_{n1}}{I_{n2}} \quad (21)$$

I_{n1} ауыстырып қосуды анықтар болсақ

$$I_{n2} = I_{n1} * \sqrt[4]{I_{n1} * S} = 2 * \sqrt[4]{2 * 0,285} = 1.7$$

$$S_H = \frac{n1 - n2}{n1} = \frac{1000 - 715}{1000} = 0.285 \quad (22)$$

$$\lambda = \frac{I_{n1}}{I_{n2}} = \frac{2}{1.7} = 1.2$$

Үшінші, төртінші және бесінші сатыдағы кедергілер

$$R_3 = \frac{R_2}{\lambda} = \frac{1,5}{1.2} = 1,25 \text{ Ом}$$

$$R_4 = \frac{R_3}{\lambda} = \frac{1,25}{1,2} = 1,04 \text{ Ом}.$$

$$R_5 = \frac{R_4}{\lambda} = \frac{1,04}{1,2} = 0,86 \text{ Ом}.$$

Секциядағы кедергі шамалары

$$r_1 = R_1 - R_2 = 1,8 - 1,5 = 0,3 \text{ Ом},$$

$$r_2 = R_2 - R_3 = 1,5 - 1,25 = 0,3 \text{ Ом},$$

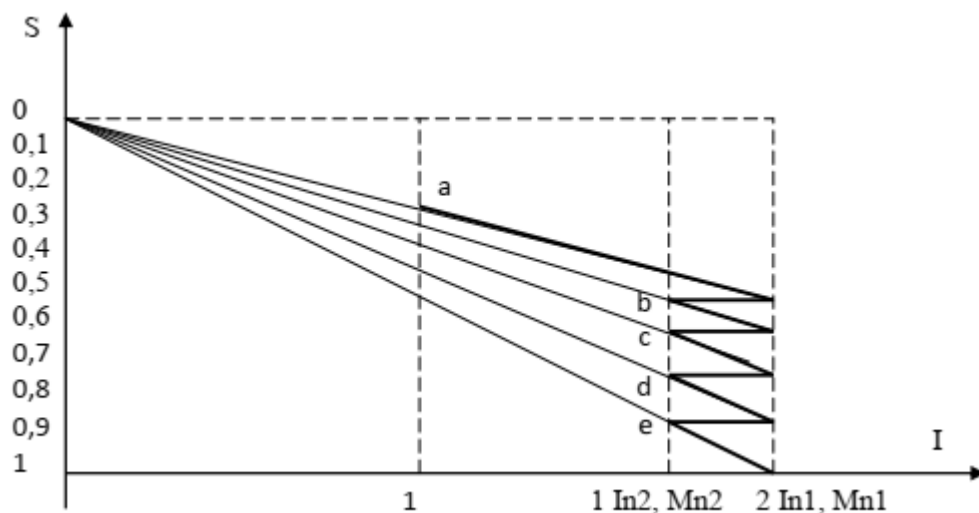
$$r_3 = R_3 - R_4 = 1,25 - 1,04 = 0,21 \text{ Ом},$$

$$r_4 = r_4 - r_5 = 1,04 - 0,86 = 0,18 \text{ Ом},$$

$$r_5 = r_{\text{дв}} = 0,86 \text{ Ом}.$$

Графикалық есептеу әдісі. Резистентті омдық кедергісін графикалық әдіспен анықтау үшін (11-сурет) бастау сипаттамасын жасау керек. Іске қосу сипаттамаларын құру үшін $Mn1$ және $Mn2$ мәндерін білуіміз керек. Бұл алдыңғы есеп айырысу үшін $Mn1 = 2$ және $Mn2 = 1,7$ екенін білдіреді.

Біз механикалық жылдамдық сипаттамаларды тұрғызамыз.



11-сурет – Резистивті кедергінің графигі

Графиктен сатылар кедергісін анықтайық

$$R1 = e * R_H = e * \frac{U}{I_{\text{пот}}} = 0.84 * \frac{248}{68} = 0.84 * 3.6 = 3 \text{ Ом},$$

$$R2 = d * R_H = 0.71 * 3.6 = 2.5 \text{ Ом},$$

$$R3 = c * R_H = 0.6 * 3.6 = 2.1 \text{ Ом},$$

$$R4 = b * R_H = 0.51 * 3.6 = 0.2 \text{ Ом},$$

$$R4 = a * R_H = 0.27 * 3.6 = 0.9 \text{ Ом}.$$

Секциялардың кедергісі

$$r1 = R1 - R2 = 3 - 2.5 = 0.5 \text{ Ом},$$

$$r2 = R2 - R3 = 2.5 - 2.1 = 0.4 \text{ Ом},$$

$$r3 = R3 - R4 = 2.1 - 1.8 = 0.3 \text{ Ом},$$

$$r4 = R4 - R5 = 1.8 - 0.9 = 0.9 \text{ Ом},$$

$$r5 = r_{\text{дв}} = 0.9 \text{ Ом}.$$

Резистордағы бастапқы ток

$$I_p = \frac{I_{n1} + I_{n2}}{2} * \sqrt{E} * I_{\text{пот}}. \quad (23)$$

E – кедергінің қосылу уақыты.

Оның жұмысы уақытын қозғалтқыш жұмыс режиміне байланысты анықтайды:

$$E = \frac{t_{n1} + t_{n2}}{T_{\text{ц}}} = \frac{1.86 + 1.86}{42.8} = 0.09,$$

$$I_p = \frac{2 + 1.7}{2} * \sqrt{0.09} * 68 = 38 \text{ А}.$$

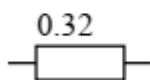
Алынған мәндер бойынша 2ТД7740018 типті кедергілер тобын таңдаймыз (9-кесте).

9-кесте - Кедергілердің параметрлері

Ідл.д А	Робщ. Ом	R сатылар үшін						
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	P6-P5	P7-P8
49	1.6	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	-	-

Элементтерді қосу схемасын құрамыз.

$$r_1 = 0,3 \text{ Ом.}$$



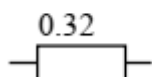
секциясына бір элемент қосылған.

$$r_{\phi} = 0,32 \text{ Ом}$$

$$\Delta r_1 = \frac{r_1 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{0,32 - 0,3}{0,3} * 100\% = 6\% .$$

Ауытқушылық он пайыздан аз болғандықтан, секцияның таңдалуы дұрыс.

$$R_2 = 0,3 \text{ Ом}$$



секциясына бір элемент қосылған.

$$R_{\phi} = 0,32 \text{ Ом}$$

$$\Delta r_2 = \frac{r_2 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{0,32 - 0,3}{0,3} * 100\% = 6\% .$$

Ауытқушылық он пайыздан аз болғандықтан, секцияның таңдалуы дұрыс.

3-ші саты үшін басқа кедергілер тобы таңдалды: 2ТД74400112 (10-кесте).

10-кесте - Кедергілердің параметрлері

Ідл, А	Р _{обш} , Ом	R сатыларының мәні						
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	P6-P7	P7-P8
41	2,14	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	-	-

$$r_3 = 0,21$$

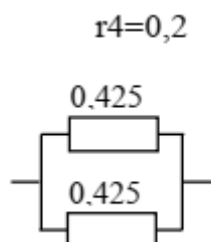


секциясына екі элемент қосылған.

$$r_{\phi} = \frac{r_{1,2}}{2} = \frac{0,425}{2} = 0,21 \text{ Ом},$$

$$\Delta r_1 = \frac{r_1 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{0,21 - 0,21}{0,21} * 100\% = 0\%.$$

Ауытқушылық он пайыздан аз болғандықтан, секцияның таңдалуы дұрыс.

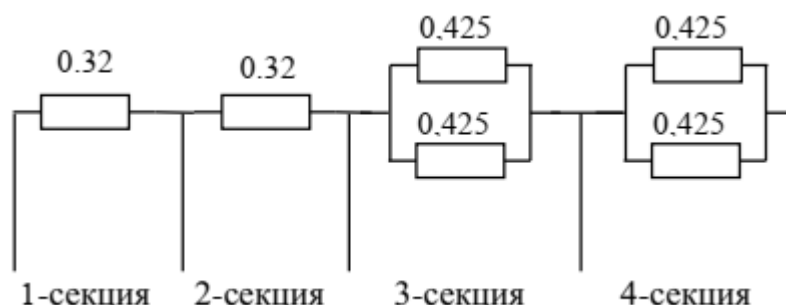


секциясына екі элемент қосылған.

$$r_{\phi} = \frac{r_{1,2}}{2} = \frac{0,425}{2} = 0,21 \text{ Ом},$$

$$\Delta r_1 = \frac{r_1 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{0,21 - 0,2}{0,2} * 100\% = 5\%.$$

Кедергілерді қосу:



3.5.2 Жылжитын көпір қозғалтқышына іске қосу, реттеуіш кедергілерді есептеу, таңдау

Аналитикалық әдіс. Электр қуатына байланысты жақсы қозғалтқышты іске қосу қадамдар саны $Z = 3$, M_{p2} үлкен $M_c \approx 20\%$, $1.2 M_n > M_c$. Баспалдақтардың саны белгісіз. Бастапқы қозғалтқыш механикалық сипаттаманың сызықтық бөлігіндегі жылдамдық біз инклюзивті есептей аламыз. Қозғалтқыштың желілік бөлігінде егер сипаттамасы ($M \leq 0.75 M_{max}$) болса, онда сәт токқа пропорционалды ($M_{n1} \equiv I_{n1}$). Осыған байланысты орнына жылдамдық сипаттамаларын пайдалануға болады.

$$I_{n1} = 2 * I_{\text{рот.}} = 2 * 26 = 52 \text{ A.}$$

Бірінші саты бойынша кедергіні анықтасақ:

$$R_1 = \frac{U_{\text{рф}}}{I_{n1}} = \frac{245}{52} = 4,7 \text{ Ом.}$$

Екінші саты бойынша кедергіні анықтасақ:

$$R_2 = \frac{R_1}{\lambda} = \frac{4,7}{1,2} = 3,9 \text{ Ом.}$$

Алмастыру коэффициенті

$$I_{n2} = I_{n1} * \sqrt[4]{I_{n1} * S} = 2 * \sqrt[4]{2 * 0,285} = 1.7 ,$$

$$S_H = \frac{n1 - n2}{n1} = \frac{1000 - 680}{1000} = 0.32 ,$$

$$\lambda = \frac{I_{n1}}{I_{n2}} = \frac{2}{1.7} = 1.2 .$$

Үшінші саты бойынша кедергіні анықтасақ:

$$R_3 = \frac{R_2}{\lambda} = \frac{3,9}{1.2} = 3,25 \text{ Ом.}$$

Қозғалтқыштың омдық кедергісі

$$R_4 = r_{\text{дв}} = \frac{R_3}{\lambda} = \frac{3,25}{1.2} = 2,7 \text{ Ом.}$$

Секциялардағы кедергілер

$$r1 = R1 - R2 = 4,7 - 3,9 = 0,8 \text{ Ом,}$$

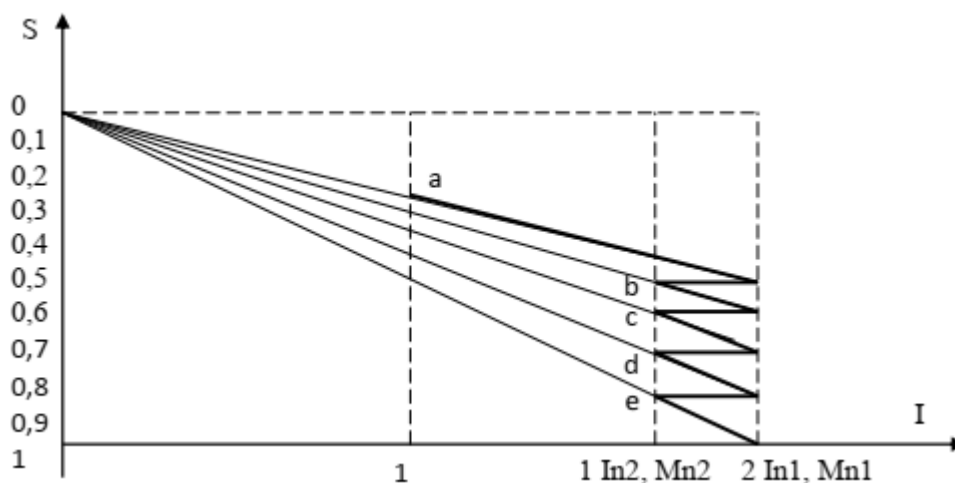
$$r2 = R2 - R3 = 3,9 - 3,25 = 0,65 \text{ Ом,}$$

$$r3 = R3 - R4 = 3,25 - 2,7 = 0,55 \text{ Ом,}$$

$$r4 = r_{\text{дв}} = 0,27 \text{ Ом.}$$

Графикалық есептеу әдісі. Резистентті омдық кедергісін графикалық әдіспен анықтау үшін (12-сурет) бастау сипаттамасын жасау керек. Іске

қосусипаттамаларын құру үшін $Mn1$ және $Mn2$ мәндерін білуіміз керек. Бұл алдыңғы есеп айырысу үшін $Mn1 = 2$ және $Mn2 = 1,7$ екенін білдіреді.



12-сурет – Резистивті кедергінің графигі

Сипаттама бойынша кедергілер сатысын анықтаймыз

$$R1 = d * R_H = d * \frac{U}{I_{рот}} = 0.86 * \frac{245}{26} = 0.86 * 9.4 = 8 \text{ Ом},$$

$$R2 = c * R_H = 0.72 * 9.4 = 6.7 \text{ Ом},$$

$$R3 = b * R_H = 0.62 * 9.4 = 5.8 \text{ Ом},$$

$$R4 = a * R_H = 0.3 * 9.4 = 2.82 \text{ Ом}.$$

Секциялар кедергісін анықтаймыз

$$r1 = R1 - R2 = 8 - 6.7 = 1.3 \text{ Ом},$$

$$r2 = R2 - R3 = 6.7 - 6.8 = 0.9 \text{ Ом},$$

$$r3 = R3 - R4 = 5.8 - 2.82 = 2.98 \text{ Ом},$$

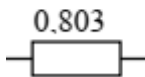
$$r4 = r_{дв} = 2.82 \text{ Ом}.$$

Резистордағы бастапқы ток шамасы

$$I_p = \frac{2+1,7}{2} * \sqrt{0,14} * 26 = 18 \text{ А}.$$

Есептелген шамалар бойынша 2ТД75400131 типті кедергілер тобын аламыз. Секциялар кедергісін анықтар болсақ

$$r_1 = 0.8 \text{ Ом}$$

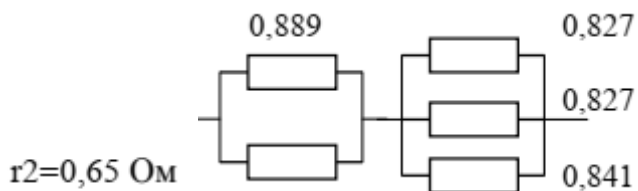


секциясына бір элемент қосылған.

$$r_{\phi} = 0.803 \text{ Ом}$$

$$\Delta r_1 = \frac{r_1 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{0.803 - 0.8}{0.8} * 100\% = 0.3\%$$

Ауытқушылық он пайыздан аз болғандықтан, секцияның таңдалуы дұрыс.



секциясына бес элемент қосылған.

$$r_{1,2} = \frac{r_1 * r_2}{r_1 + r_2} = \frac{0.889 * 0.865}{0.889 + 0.865} = \frac{0.768}{1.754} = 0.44 \text{ Ом},$$

$$r_{3,4} = \frac{r_3}{2} = \frac{0.827}{2} = 0.414 \text{ Ом},$$

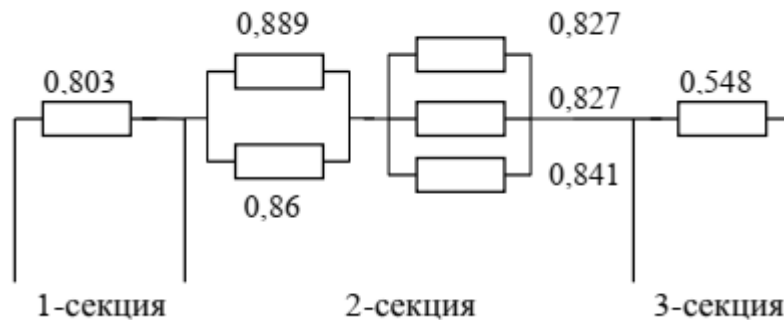
$$r_{3,4,5} = \frac{r_{3,4} * r_5}{r_{3,4} + r_5} = \frac{0.414 * 0.841}{0.414 + 0.841} = 0.28 \text{ Ом},$$

$$R_{\phi} = r_{1,2} + r_{3,4,5} = 0.44 + 0.28 = 0.72 \text{ Ом},$$

$$\Delta r_2 = \frac{r_2 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{0.72 - 0.65}{0.65} * 100\% = 10\%$$

Ауытқушылық он пайыздан аз болғандықтан, секцияның таңдалуы дұрыс.

Кедергілерді жалпы қосу схемасы төмендегідей:



3.5.3 Жылжитын арба қозғалтқышына іске қосу, реттеуіш кедергілерді есептеу, таңдау

Аналитикалық әдіс. Электр қуатына байланысты жақсы қозғалтқышты іске қосу қадамдар саны $Z = 3$, M_{p2} үлкен $M_c \approx 20\%$, $1.2M_n > M_c$. Баспалдақтардың саны белгісіз. Бастапқы қозғалтқыш механикалық сипаттаманың сызықтық бөлігіндегі жылдамдық біз инклюзивті есептей аламыз. Қозғалтқыштың желілік бөлігіндегі сипаттамасы ($M \leq 0.75 M_{max}$) болса, онда сәт токқа пропорционалды ($M_{n1} \equiv I_{n1}$). Осыған байланысты орнына жылдамдық сипаттамаларын пайдалануға болады.

$$I_{n1} = 2 * I_{рот.} = 2 * 15,3 = 30,6 \text{ A.}$$

Бірінші сатыдағы кедергі

$$R_1 = \frac{U_{рф}}{I_{n1}} = \frac{203}{30,6} = 6,6 \text{ Ом.}$$

Екінші сатыдағы кедергі

$$R_2 = \frac{R_1}{\lambda} = \frac{6,6}{1,6} = 4,1 \text{ Ом.}$$

Алмастырып қосу коэффициенті

$$I_{n2} = I_{n1} * \sqrt[Z]{I_{n1} * S} = 2 * \sqrt[3]{2 * 0,115} = 1,2 \text{ ,}$$

$$S_H = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1000 - 885}{1000} = 0,115 \text{ ,}$$

Сонда

$$\lambda = \frac{I_{n1}}{I_{n2}} = \frac{2}{1,2} = 1,6 \text{ .}$$

Үшінші сатыдағы кедергі

$$R_3 = \frac{R_2}{\lambda} = \frac{4,1}{1,6} = 2,5 \text{ Ом}.$$

Қозғалтқыштың омдық кедергісі

$$R_4 = r_{\text{ДВ}} = \frac{R_3}{\lambda} = \frac{2,5}{1,6} = 1,6 \text{ Ом}.$$

Секциялардағы кедергілерді анықтар болсақ

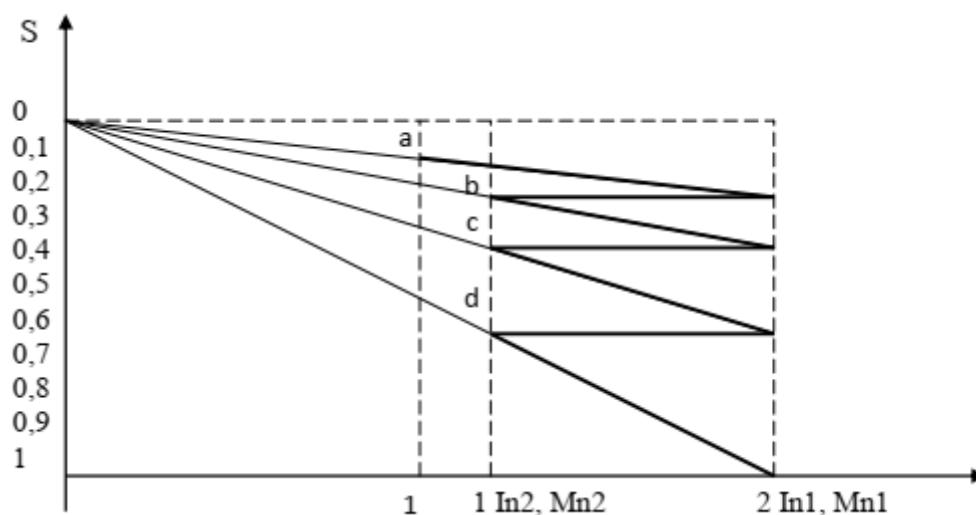
$$r_1 = R_1 - R_2 = 6,6 - 4,1 = 2,5 \text{ Ом},$$

$$r_2 = R_2 - R_3 = 4,1 - 2,6 = 1,5 \text{ Ом},$$

$$r_3 = R_3 - R_4 = 2,5 - 1,6 = 0,9 \text{ Ом},$$

$$r_4 = r_{\text{ДВ}} = 0,9 \text{ Ом}.$$

Графикалық есептеу әдісі. Резистентті омдық кедергісін графикалық әдіспен анықтау үшін (13-сурет) бастау сипаттамасын жасау керек. Іске қосу сипаттамаларын құру үшін $Mn1$ және $Mn2$ мәндерін білуіміз керек. Бұл алдыңғы есеп айырысу үшін $Mn1 = 2$ және $Mn2 = 1,2$ екенін білдіреді.



13-сурет - Резистивті кедергінің графигі

Сатылар кедергісі

$$R1 = d * R_H = d * \frac{U}{I_{рот}} = 0,6 * \frac{203}{15,3} = 0,6 * 13,2 = 7 \text{ Ом},$$

$$R2 = c * R_H = 0.4 * 13.2 = 5 \text{ Ом},$$

$$R3 = b * R_H = 0.25 * 13.2 = 3.3 \text{ Ом},$$

$$R4 = a * R_H = 0.12 * 13.2 = 2 \text{ Ом}.$$

Секциялар кедергісі

$$r1 = R1 - R2 = 7 - 5 = 2 \text{ Ом},$$

$$r2 = R2 - R3 = 5 - 3,3 = 1,7 \text{ Ом},$$

$$r3 = R3 - R4 = 3,3 - 2 = 1,3 \text{ Ом},$$

$$r4 = r_{дв} = 1,3 \text{ Ом}.$$

Резистордағы бастапқы ток

$$I_p = \frac{2+1,2}{2} * \sqrt{0,17} * 15,3 = 10 \text{ А}.$$

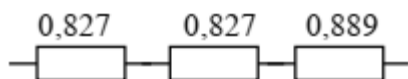
Есептелген шамалар бойынша 2ТД7540013 типті кедергілер тобын аламыз. Оның параметрлері 11-кестеде келтірілді.

11-кесте – Кедергі параметрлері

Ідл.д А	Робщ. Ом	R сатылар үшін						
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	P6-P5	P7-P8
26	5,6	0,803	0,889	0,841	0,827	0,827	0,865	0,548

Элементтерді құрастыру схемасын алып көрейік.

$$r1 = 2,5 \text{ Ом}$$



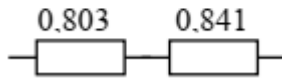
секцияға үш элемент қосамыз.

$$r_{\phi} = 0,827 * 2 + 0,889 = 2,54 \text{ Ом},$$

$$\Delta r1 = \frac{r1 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{2,54 - 2,5}{2,5} * 100\% = 1,6\%.$$

Ауытқушылық он пайыздан аз болғандықтан, секцияның таңдалуы дұрыс.

$$r_2 = 1,5 \text{ Ом}$$

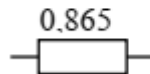


секцияға екі элемент қосамыз.

$$r_{\phi} = 0,803 + 0,841 = 1,6 \text{ Ом},$$

$$\Delta r_2 = \frac{r_2 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{1,6 - 1,5}{1,5} * 100\% = 9\% .$$

$$r_3 = 0,9 \text{ Ом}$$

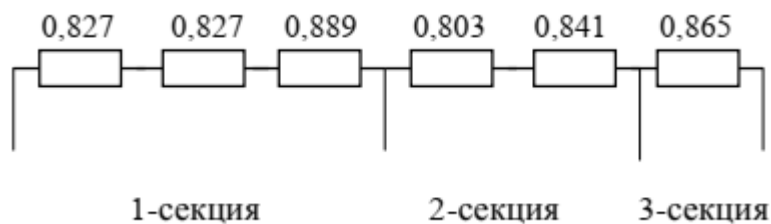


секцияға бір элемент қосамыз.

$$r_{\phi} = 0,865 \text{ Ом}$$

$$\Delta r_1 = \frac{r_1 - r_{\phi}}{r_{\phi}} * 100\% = \frac{0,865 - 0,9}{0,9} * 100\% = 4\% .$$

Ауытқушылық он пайыздан аз болғандықтан, секцияның таңдалуы дұрыс



3.6 Іске қосуды реттеуші аппараттарды есептеу, таңдау

Жүкті орын ауыстыру. Қысқа тұйықталу токтарынан қозғалтқышты қорғауға анықтау үшін, қосылу тогын анықтаймыз.

$$I_{\text{пуск}} = K * I_{\text{ст}} ,$$

мұндағы K – токтың қосылу еселігі;

$$I_{\text{пуск}} = 3,2 * 71 = 227,2 \text{ А} .$$

Ток бойынша 82-400 А аралығында реттейтін РЭО 401 түріндегі реле таңдалды.

Асқын жүктеменден қорғаныс үшін 10-20 минут аралығында қосылушы тоқтық-температуралық ТРП релесін алдық.

Реледегі қосылу тогы

$$I_{cp} = 1,35 * I_{ст} = 1,35 * 71 = 95,85 \text{ А}.$$

Токтың мәні бойынша ТРП-100 релесі қойылды.

Көпірдің орын ауыстыруын есептеу. Қысқа тұйықталу токтарынан қозғалтқышты қорғауға анықтау үшін, қосылу тогын анықтаймыз.

$$I_{пуск} = 3,2 * 26,1 = 83,52 \text{ А}.$$

Ток бойынша 16-152 А аралығында реттейтін РЭО 401 түріндегі реле таңдалды.

Асқын жүктеменден қорғаныс үшін 10-20 минут аралығында қосылушы тоқтық-температуралық ТРП релесін алдық.

Реледегі қосылу тогы

$$I_{cp} = 1,35 * I_{ст} = 1,35 * 26,1 = 35,24 \text{ А}.$$

Токтың мәні бойынша ТРП-40 релесі қойылды.

Арбаның орын ауыстыруын есептеу. Қысқа тұйықталу токтарынан қозғалтқышты қорғауға анықтау үшін, қосылу тогын анықтаймыз.

$$I_{пуск} = 3,2 * 19 = 60,8 \text{ А}.$$

Ток бойынша 16-152 А аралығында реттейтін РЭО 401 түріндегі реле таңдалды.

Асқын жүктеменден қорғаныс үшін 10-20 минут аралығында қосылушы тоқтық-температуралық ТРП релесін алдық.

Реледегі қосылу тогы

$$I_{cp} = 1,35 * I_{ст} = 1,35 * 19 = 25,7 \text{ А}.$$

Токтың мәні бойынша ТРП-40 релесі қойылды.

3.7 Кранның жетегіне тежеуіш таңдау

Көтеру механизміне тежеуіш таңдау. Есептеу жұмыстары тежелу моменттерін анықтау арқылы жүргізіледі. Анықталу өрнегі

$$M_{\text{торм}} = K_T * \frac{G * D_b * n}{2 * K_n * i} * 10^{-3} = 1.75 * \frac{83385 * 61 * 0.9}{2 * 2 * 65} = 30.8 \text{ кН} * \text{см}$$

мұндағы K_T – тежелу коэффициенті;

G – кранның жүк көтеру қабілеті;

D_b – барабанның диаметрі см;

n – механизмнің ПӘК;

i – берілген саны.

Есептеліп алынған M_T бойынша асинхронды қозғалтқышқа тежеуші механизм таңдаймыз.

$$M_{\text{тор}} = 10 - 1250 \text{ кН} * \text{см}.$$

Жылжитын көпір механизмі үшін тежеуіш таңдау. Есептеу жұмыстары тежелу моменттерін анықтау арқылы жүргізіледі. Анықталу өрнегі

$$\begin{aligned} M_{\text{торм}} &= \frac{C_{\text{сп}} * D_k}{2 * i} * \left(\varphi - \frac{\mu * d + 2 * f}{D_k} \right) * n * 10^{-3} = \\ &= \frac{151074 * 70}{2 * 47.2} * \left(0.15 - \frac{0.01 * 18 + 2 * 0.005}{70} \right) * 0.9 = 1.45 \text{ кН} * \text{см}, \end{aligned}$$

мұндағы $C_{\text{сп}}$ – кран салмағы;

D_b – барабан диаметрі см;

d – дөңгелек білігінің диаметрі, см;

φ – дөңгелек подшипниктерінің үйкеліс коэффициенті;

n – механизмнің ПӘК;

i – редуктор беріліс қатынасы;

f – сырғанаудағы үйкеліс коэффициенті, 0,05.

Есептелген тежеуші момент шамасына сай механизм таңдаймыз.

$$M_{\text{тор}} = 1.1 - 2.4 \text{ кН} * \text{см}.$$

Жылжитын арбаша мезанизмі үшін тежеуіш таңдау. Есептеу жұмыстары тежелу моменттерін анықтау арқылы жүргізіледі. Анықталу өрнегі

$$\begin{aligned} M_{\text{торм}} &= \frac{C_{\text{сп}} * D_k}{2 * i} * \left(\varphi - \frac{\mu * d + 2 * f}{D_k} \right) * n * 10^{-3} = \\ &= \frac{29430 * 70}{2 * 47.2} * \left(0.15 - \frac{0.01 * 18 + 2 * 0.005}{70} \right) * 0.9 = 2,84 \text{ кН} * \text{см}, \end{aligned}$$

Тежелу механизмнің типі

$$M_{\text{тор}} = 1.1 - 2.4 \text{ кН} * \text{см}.$$

$$M_{\text{тор}} = 4,5 - 400 \text{ кН} * \text{см}.$$

3.8 Көтеру қондырғысын қорғаныстық жерге қосуды есептеу

Мақсатым – қорғаныстық жерге қосу құрылғысының конструкциясын және параметрлерін анықтау болып табылады. Есептеуде қажетті мәндер р 12- кестеде көрсетілді.

12-кесте- Есептеуге қажетті мәндер

Трансформаторлық подстанцияның кернеуі $U, \text{кВ}$	Ғимарат өлшемі		Табиғи жерге қосудың есептік кедергісі, $R_e, \text{Ом}$	Электр беріліс желісінің ұзындығы		Тік электрод өлшемі		Көлденең электрод өлшемі	Жердің қарсылықты кедергісі ρ өлшенген, $\text{Ом} \cdot \text{м}$	Климаттық зона
	Ұзындығы $L, \text{м}$	Ені $B, \text{м}$		$I_{\text{к.л.}}$ кА	$I_{\text{в.л.}}$ кА	Ұзындығы $l_B, \text{м}$	Диаметрі $d, \text{мм}$	Жолақ қимасы, мм^2		
10/ 0,4	18	6	17	50	60	3	12	6 x 56	130	III

Қорғаныс жерге тұйықтау құрылғыларының бөліктері мыналарды қамтиды:

- 1) электр станциясының сыртқы жақтауы;
- 2) радиожабдықтаудың сыртқы жақтауы;
- 3) электр қондырғылары;
- 4) өлшеу трансформаторларының қайталама орамдары;
- 5) кәбіл буындары, кабельдік қалқандар және броньерлер, металдан жасалған қалталар, қалқан сымдары және металл қалталар, болат құбырлар және кабелдік қосылыстарға арналған өзге де металл құрылғылардың металдандырылған сыртқы қоршауы;
- 6) электр қабылдағыштар мен қондырғылардың кірістірілген және жылжымалы металданған сыртқы шеңберлері;
- 7) трансформаторда бөлектеу сипаты болмаған жағдайда, жерге түсетін трансформаторды жердегі қатты қондырғымен желіге қосу.

Қорғаныс жерге тұйықтау қондырғысының немесе электр қондырғысының нөлдік жабуына қолдау көрсету бойынша келесі ескертулер орындалады:

- 1) көрсетілген кернеу 380 вольтты және айнымалы ток қарағанда жоғары және 440 вольтты айнымалы ток қарағанда жоғары және тікелей ток қарағанда жоғары;

2) сыртқы электр құрылғысы бар ғимараттарда және қауіптілігі жоғары, сондай-ақ ерекше қауіптілігі бар 110-нан 440 вольт DC-ке дейінгі кернеуде 42-тен 380 вольтке дейін;

3) Жарылғыш ғимараттарда AC және DC қуаты.

1000В жоғары электр жабдығы қолданылатындықтан, жерге тұйықталу тогын келесідей анықтаймыз:

$$I_{\text{т}} = \frac{U_{\text{с}}}{350} (35l_{\text{к}} + l_{\text{а}}) ,$$

мұндағы- $U_{\text{с}}$ торап желілік кернеуі, кВ;

$l_{\text{к}}, l_{\text{а}}$ – кабельдік және әуе желілердің ұзындығы, км.

$$I_{\text{т}} = \frac{10}{350} (35 \cdot 50 + 60) = 51,71 \text{ А.}$$

Жерге қосу құрылғысының нормалық кедергісі

$$R_{\text{з}} = 125 / 51,71 = 2,32 \text{ Ом.}$$

Жасанды жерге қосу кедергісі

$$R_{\text{ж}} = \frac{17 \cdot 2,32}{17 - 2,32} = 2,04 \text{ Ом.}$$

Жердің меншікті кедергісі

$$\rho = 130 \cdot 1,5 = 195 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Бойлық электродтар кедергісі (14-сурет)

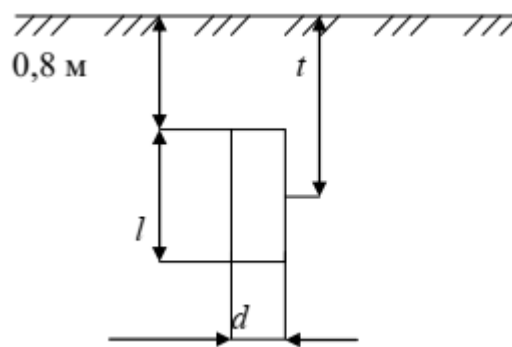
$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{в}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right),$$

Мұндағы $\rho_{\text{в}}$ – жердің меншікті кедергісі, Ом·м;

l – тік электрод ұзындығы, м;

d – қиманың диаметрі, мм;

t – топырақ пен тік электрод ортасына дейінгі қашықтық, м.



14-сурет – Бойлық электродтың орналасуы

$$t = \frac{l}{2} + 0,8 = \frac{3}{2} + 0,8 = 2,3 \text{ м},$$

$$R_b = \frac{195}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 67,69 \text{ Ом.}$$

Тік электродтар саны

$$n' = \frac{67,69}{2,04} = 33,20.$$

Есептелген шаманы бүтін күйге келтірсек, $n=40$.

Көлденең электродтарды есептейміз

$$l_r = 1,05 \cdot a \cdot n,$$

a – тік электродтар арасындағы қашықтық;

n – тік электродтар саны.

$$l_r = 1,05 \cdot 6 \cdot 40 = 252 \text{ м.}$$

Құрылыстың периметрі

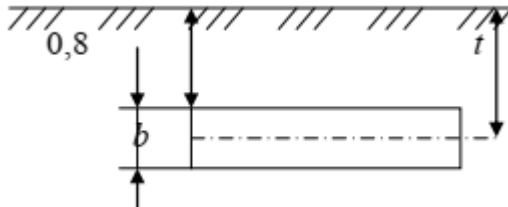
$$2 \cdot (L + B) = 2 \cdot (18 + 6) = 48 \text{ м.}$$

Көлденең электродтар кедергісі

$$R_r = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt},$$

$$t = \frac{b}{2} + 0,8 = \frac{0,06}{2} + 0,8 = 0,83 \text{ м,}$$

бұл жерде ρ – грунттың есептік қарсылықты кедергісі, Ом·м;
 l – көлденең жолақтың ұзындығы, м;
 b – жолақ ені, м;
 t – грунт пен көлденең жолақ ортасына дейінгі қашықтық, м.



$$R_r = \frac{195}{2 \cdot 3,14 \cdot 252} \ln \frac{2 \cdot 252^2}{0,06 \cdot 0,83} = 1,70 \text{ Ом}$$

Тік және көлденең электродтардың арасындағы ұзындықтар қатынасын қабылдасақ

$$\frac{a}{l_b} = \frac{6}{3} = 2,$$

$$\eta_r = 0,29,$$

$$\eta_b = 0,58.$$

Баламалық кедергі шамасы

$$R_{rp} = \frac{R_b R_r}{R_b \eta_r + R_r \eta_b \cdot n},$$

$$R_{rp} = \frac{67,69 \cdot 1,70}{67,69 \cdot 0,29 + 1,70 \cdot 0,59 \cdot 40} = 1,95 \text{ Ом}.$$

Сонымен

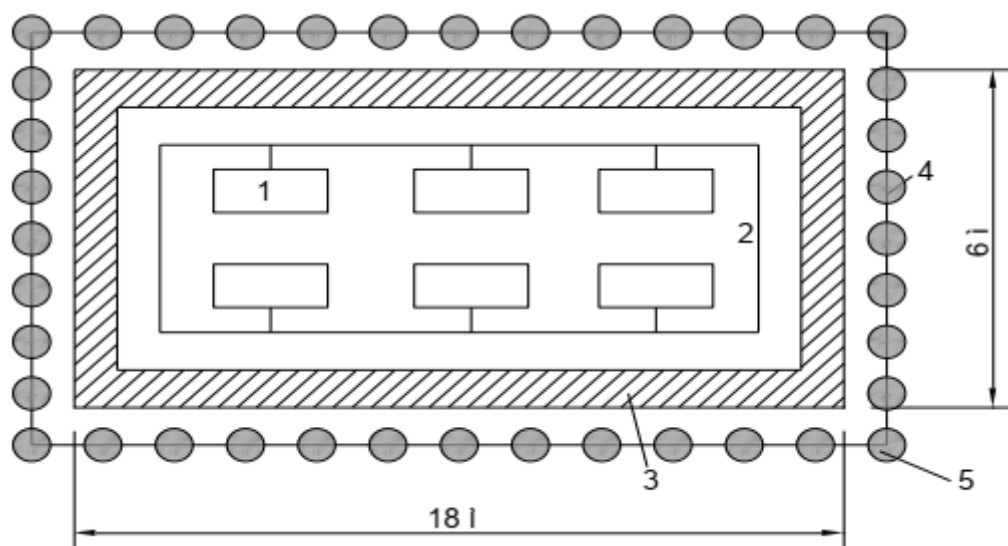
$$R_{rp} \leq R_{ж},$$

$$1,95 < 2,04.$$

Есептеу нәтижесі, қойылған талаптарды қанағатандырады, жерге қосу құрылғысының еспетеліп алынған параметрлерін 13-кестеге енгіземіз (15-сурет).

13-кесте – ЖК параметрлері

ρ , Ом·м	l_b , м	k	$n_{\text{ШТ}}$	l_r , м	η_b	η_r	R_b , Ом	R_r , Ом	R_{rp} , Ом	$R_{ж}$, Ом
195	3	2	40	252	0,58	0,29	67,69	1,70	1,95	2,04



**15-сурет – Жерге қосу құрылғысының схемасы
(1-жерге қосылатын қондырғылар; 2-жерге қосу контуры; 3-ғимарат; 4-көлденең электродтар; 5-бойлық электродтар)**

ҚОРЫТЫНДЫ

Кез-келген өнімді бір-бірімен технологиялық қарым-қатынастар олардың арасындағы тауарлардың қозғалысы, яғни олар арасындағы тауарлардың қозғалысы, шикізаттан бастап, дайын өнімді айналдыруға және оларды пайдалануға енгізгенге байланысты. Көтеру-тасымалдау машиналары кез-келген өндірісте жеке орынға ие. Тасымалдау машиналары тау-кен өнеркәсібінде, металлургия өнеркәсібінде, химия өнеркәсібінде, машина жасауда және құрылыс саласында кеңінен қолданылады.

Көтергіш машиналар жүктерді жоғарғы, көлбеу сызықпен тасымалдайды. Тасымалдау машиналары тағайындалған жерге байланысты жалпы қабылданған және арнайы бөлінген. Көтергіш машиналардың дизайнына байланысты көпірлі мен жебелі бөлінеді. Осы жұмыста көтеру механизмі, кран қозғалысы, арбаша мен көпірлік механизмнің қозғалысы, кран қозғалысы механизмі есептелген.

Бұл дипломдық жобада көпірлі кранның құрылысына арналған жабық және ашық электр жетегі зерттелді. Қабылданып алынған ЖТ-АҚ электржетегінің жүйесі. Осы класқа сәйкес электржетек жүйесіне қойылатын технологиялық талаптар қарастырылған. Электрқозғалтқыштың сапалық және сандық таңдауы әзірленді. Механизм жұмысының технологиялық шарттарына сәйкес түрлендіргіш және электр қозғалтқыштары таңдалды.

Бұл жобада өтпелі процесті сапалы бағалау жүргізілді, электржетек жүйесінің жабық жетек жүйесі жұмыс тәртібіне негізделген.

Сонымен бірге, біз жобаның экономикалық тиімділігін есептеп, оның нәтижелеріне негізделіп, тиімділікті анықтадық. Электр қауіпсіздігі бойынша қорғаныстық жерге қосу да есептелді.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. - 6-е изд. доп. и перераб. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с., ил.
- 2 Борисов Ю.М., Соколов М.М. Электрооборудование подъемно-транспортных машин. Изд. 2-е перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1971, 376с.
- 3 Ключев В.И. Теория электропривода: Учеб. Для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1998, 704 с.
- 4 Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями/ А.А.Булгаков.- 3-е изд., перераб. - М.: Изд-во Энеоглиздат, 1982, 216 с.
- 5 Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : [учебник для вузов]/ М.П.Белов.- М.: Изд-во Академия, 2004, 576 с.
- 6 Башарин А.В. Управление электроприводами : [учебное пособие для вузов]/А.В.Башарин, В.А.Новиков, Г.Г.Соколовский .: Изд-во Энергоиздат, Ленингр.отделение, 1982, 392 с.
- 7 Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями / А.А.Булгаков. - 3-е изд., 1982, 216 с.
- 8 Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин. – М.: Высш. шк., 1987, 248 с.
- 9 Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB : учебный курс/ Ю. Лазарев.- СПб. : Изд-во Питер, 2005, 512 с.
- 10 Борисов Ю.М., М.М.Соколов. Электрооборудование подъемно-транспортных машин. – Изд. 2-е перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1971, 376с.
- 11 Масандилов Л.Б. Электропривод подъемных кранов / Л.Б. Масандилов.- М.: Издательский дом Мос. энерг. ин-та, 1998.- 100 с.
- 12 Фумм Г.Я. // Электропривод и системы управления: Труды МЭИ.- М.: Издательский дом Мос.энерг. ин-та, 2009.- 4-9с.
- 13 Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты / Р.Т. Шрейнер. – Екатеринбург: Изд-во УРО РАН, 2000. – 654 с.
- 14 Шрейнер Р.Т. Оптимальное частотное управление асинхронными электроприводами / Р.Т.Шрейнер, Ю.А. Дмитренко. – Кишинев : Изд-во «Штиинца», 1982. – 225 с. – Библиогр.: с.210.
- 15 Юревич. Е.И. Теория автоматического управления / Е.И. Юревич. - Л., «Энергия», 1975.- 416с.