

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2019 г.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
МЕХАНИЗМА ПОДЪЁМА МОСТОВОГО КРАНА ЦЕХА №2
АО "ЗЛАТМАШ"

ПОЯНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
к.т.н., доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2019 г.

Руководитель работы
к.т.н., доцент

_____ В.М.Сандалов
_____ 2019 г.

Экономическая часть

к.т.н., доцент

_____ В.М.Сандалов
_____ 2019 г.

Автор работы

студент группы ФТТ-403

_____ Н.И. Иванов
_____ 2019 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2019 г.

Златоуст 2019

АННОТАЦИЯ

Иванов Н.И. Модернизация электрооборудования механизма подъема мостового крана цеха № 2 АО "Златмаш" – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2019 г., 62 с., 13 ил., библиогр. список – 20наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе выполнен расчёт статических и динамических нагрузок механизма подъема мостового крана, проверка электродвигателя для механизма подъема, выбор частотно - регулируемого привода, моделирование электропривода механизма подъема в программе VisSim.

Выбранный асинхронный двигатель специального назначения с коническим ротором для механизма подъема и преобразователь частоты серии EFC в составе частотно - регулируемого электропривода обеспечивают плавный пуск и остановку при работе механизма подъема.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы по выбору нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса, производственной санитарии, противопожарной и взрывобезопасности, по обеспечению безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций; произведён анализ вредных и опасных производственных факторов.

В разделе расчёт технико-экономических показателей рассчитан экономический эффект, который составил 13615,25 рублей ,срок окупаемости 3,1 года.

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР		
Разраб.	Иванов Н.И			Модернизация электрооборудования механизма подъема мостового крана цеха № 2 АО "Златмаш" Пояснительная записка	Лит.		Листов
Провер.	Сандалов В.М.				Д	4	62
Т.Контр.	Вигриянов П.Г.				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.						
Утверд.	Сергеев Ю.С.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	8
1.1 Крановые электродвигатели	8
1.2 Крановые электродвигатели фирмы Балканско ехо	9
1.3 Крановые электродвигатели завода ЭЛМА	10
1.4 Частотно-регулируемые электроприводы	11
1.5 Частотно-регулируемые электроприводы фирмы BoschRexroth	12
1.6 Частотно-регулируемые электропривод фирмы ИРБИС	13
1.7 Выводы по разделу один	15
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАНА	16
2.1 Описание технологического процесса	16
2.2 Требования к системе электропривода механизма подъема	19
2.3 Вывод по разделу два	20
3 РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА. ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	21
3.1 Проверочный расчет мощности электродвигателя	21
3.2 Выбор электродвигателя	223
3.3 Техническая характеристика выбранного электродвигателя	24
3.4 Вывод по разделу три	25
4 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА	26
4.1 Выбор частотно-регулируемого электропривода	26
4.2 Общие сведения о преобразователе	27
4.3 Управление частотно - регулируемым электроприводом	29
4.4 Вывод по разделу четыре	33
5 МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ VISSIM	34
5.1 Построение и расчет математической модели	344
5.2 Результаты моделирования	38
5.3 Вывод по разделу пять	40
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	41
6.1 Краткое описание рассматриваемого объекта, производственного участка	41
6.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов	41
6.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса	42
6.4 Охрана труда	43
6.5 Производственная санитария	47
6.6 Эргономика и производственная эстетика	51
6.7 Противопожарная и взрывобезопасность	51
6.8 Экологическая безопасность	53
6.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций	54

6.10 Вывод по разделу шесть	56
7 РАСЧЕТ ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	57
7.1 Расчет текущих затрат	57
7.2 Расчет дополнительных капитальных вложений	58
7.3 Годовой экономический эффект и сроки окупаемости	59
7.4 Вывод по разделу семь	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	62

ВВЕДЕНИЕ

Для реализации нового направления в сфере гражданской продукции в 2014 году на территории завода АО "Златмаш" был построен новый цех по производству алюминиевого профиля методом экструзии, что позволило обеспечить алюминиевым профилем собственное производство по изготовлению радиаторов отопления «Термал», а также выйти на рынок сложного высокотехнологичного профиля для различных отраслей промышленности. Цех оснащён новейшим оборудованием мировых производителей таких как GIAClecimpress (Испания), Italtesco (Италия), PezzorgnaArmando (Италия), Wagner (Швейцария).

В цехе № 2 АО «Златмаш» есть своё крановое хозяйство. Обслуживание и ремонт осуществляется персоналом отдела 308.

На всей территории данного цеха используется несколько мостовых электрических однобалочных кранов типа 3,2 – 16,4 – 6,0 – 380 – УЗ: в пролёте экструзионного пресса для транспортировки уже готового, обрезанного алюминиевого профиля, в пролёте сортировки и упаковки профиля и в загрузочном отсеке цеха, где профиль уже грузится и отправляется к заказчику.

Как правило, все разгрузочно-загрузочные работы производятся с помощью механизма подъёма крана, поэтому чтобы обеспечить грузу сохранность конструкции, без вмятин и деформаций при подъёме или опускании, исключить ударные нагрузки, механизм подъёма крана должен производить плавный пуск и остановку.

Поскольку по своим электромеханическим свойствам электродвигатель механизма подъёма крана в естественной схеме включения в питающую сеть не может обеспечить регулирование параметров движения электропривода с нужным качеством, встаёт вопрос о необходимости модернизации данного электропривода, путём замены в стандартной схеме пускателей, с помощью которых производится управление электродвигателем, на преобразователь частоты, который в свою очередь имеет ряд преимуществ по сравнению с силовыми пускателями, таких как возможность управления скоростью электродвигателя в соответствии с характером нагрузки, обеспечение плавного разгона электродвигателя при пуске и плавного торможения, а так же снижение пусковых токов, устранение перегрузок элементов системы что обеспечивает улучшение безотказности работы и долговечность электропривода.

Целью выпускной квалификационной работы является обеспечение плавности пуска и остановки механизма подъёма мостового крана цеха № 2 АО "Златмаш".

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- сравнение отечественных и зарубежных технологий и решений
- расчёт статических и динамических нагрузок механизма подъёма;
- выбор преобразователя частоты для электропривода механизма подъёма;
- моделирование в программе VisSim;
- безопасность жизнедеятельности;
- расчет технико-экономических показателей.

Объект – мостовой кран грузоподъёмностью 3,2т.

Предмет – электропривод главного подъёма.

									Лист- Лист
									7
Изм.	Лист-	№ докум.	№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР			

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

1.1 Крановые электродвигатели

Крановые электродвигатели разработаны специально для приводов механизмов мостовых и башенных кранов, автокранов, кран-балок, других кранов, а также некоторых подъемных и транспортных механизмов, работающих в режиме, аналогичном работе кранов.

Асинхронные крановые двигатели работают в кратковременном или повторно – кратковременном режимах работы с частым пуском и торможением. Однако основным режимом работы кранового двигателя в основном является повторно-кратковременный, когда средняя относительная продолжительность включения электродвигателя составляет около 40% и двигатель за время работы успевает нагреться до рабочей температуры, а во время паузы не успевает остыть до температуры окружающей среды, что подразумевает периодические пуски, торможения и реверсы двигателя.

Кроме того электродвигатели крановых механизмов работают в весьма жёстких условиях, это и вибрации, тряски, также это воздействия высоких температур. Поэтому по своим технико-экономическим и эксплуатационным показателям и характеристикам крановые электродвигатели во многом отличаются от электродвигателей общепромышленного исполнения.

Основными особенностями крановых электродвигателей по сравнению с электродвигателями общего назначения являются :

- обычно выполняются в закрытом исполнении;
- изоляционные материалы имеют класс нагревостойкости F и H,
- момент инерции ротора по возможности минимальный, а номинальные частоты вращения относительно небольшие - для снижения потерь энергии при переходных процессах,
- магнитный поток относительно велик - для обеспечения большой перегрузочной способности по моменту,
- значение кратковременной перегрузки по моменту для крановых электродвигателей постоянного тока в часовом режиме составляет 2,15 - 5,0, а для электродвигателей переменного тока - 2,3 - 3,5,
- отношение максимально допустимой рабочей частоты вращения к номинальной составляет для электродвигателей постоянного тока 3,5 - 4,9, для электродвигателей переменного тока 2,5,
- для крановых электродвигателей переменного тока за номинальный принят режим с ПВ - режим 80 мин (часовой)[1] .

Главное же требование, которому должны отвечать крановые двигатели – это высокая надежность, позволяющая эксплуатировать крановый электродвигатель в течение длительного срока службы.

									Лист- Лист
									8
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР				

1.2 Крановые электродвигатели фирмы "Балканскоехо"

Фирма «Балканскоехо» с 1980 года является одним из заводов крупнейшего в мире (на данный период) тельферостроительного комбината «Подем», г. Габрово, Болгария. Завод Балканско эхо специализируется на выпуске электроталей, в том числе взрывозащищенных электротельферов, а также кранов электрических мостовых, кранов мостовых однобалочных опорных и подвесных, кранов взи, электродвигателей подъема и моторредукторов.

Фирма «Балканскоехо» осуществляет выпуск электродвигателей подъема и для механизмов передвижения с конусным ротором от 0,12 до 25 кВт в общепромышленном и взрывозащищенном исполнении. До настоящего момента было выпущено свыше 50 000 электродвигателей. Электротельферы и краны производства «Балканскоехо» работают на всех крупных предприятиях России, Беларуси, Украины, Казахстана, Ирана, Чехии, Словакии, Германии, в т.ч. «Северсталь», «АВИСМА», «Лукойл», Сибурнефтехим, «Русал», «Роснефть», «Норильский никель».

Фирме «Балканскоехо» присвоен Сертификат управления и контроль качества EN ISO 9001:2000 TUV RheinlandInterCert.«Балканскоехо» имеет лицензию на осуществление международного транспорта с лицензированными грузовиками – пять собственных грузовиков.

Предприятие «Балканско Эхо» имеет нескольких официальных представителей завода на территории России, одним из которых является в настоящее время ООО Торговый дом «КРАНИМПОРТ».

Электродвигатель для тельфера подобрать и заказать гораздо проще, чем, например, крановый электродвигатель отечественного производства. Дело в том, что у болгарских электродвигателей отсутствуют разнообразные варианты монтажных исполнений, в отличие от отечественных крановых двигателей. Соответственно, если необходимо, например, двигатель для тельфера K3518-24/4T, то он может быть только единственного исполнения, перепутать его ни с каким другим невозможно, следовательно, можно смело покупать и не бояться, что он может не встать на тельфер

Электродвигатели серии КГЕ (КГ) фирмы "Балканскоехо" с конусным клеточным ротором применяются для главного механизма подъема канатных электротельферов и других подъемных сооружений. В качестве приводных двигателей механизма подъема груза в тельферах серии Т применяются электродвигатели серии КГ (КГ)[2].

Основными параметрами электродвигателей серии КГЕ польской фирмы являются:

- 1) Модификации по напряжению 50Hz/60Hz;
- 2) Класс изоляции F (или H по заявке);
- 3) Режим работы: 25% / 150h, 30%/180 h или 10/25%.180h;
- 4) IP 54, IP 22 тормоза (EN 60529)[5];
- 5) Возможность встраивания термической защиты (электродвигатель подъема с тепловой защитой — дополнительная опция).

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист- Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		9

Конструкция: это асинхронные электродвигатели с конусным ротором и статором; встроенным безасбестовым конусным тормозом, конструктивно совмещенным с вентилятором принудительного охлаждения. Ротор этого двигателя имеет возможность передвигаться с меньшим сопротивлением по осевому направлению. В случае отключения электропитания тормоз включается под действием усилия винтовой пружины.

1.3 Крановые электродвигатели производства завода "ЭЛМА"

Завод ЭЛМА (г. Ржев) производит качественные и надежные крановые электродвигатели в стандартном и специальном исполнении, а также оказывает услуги по ремонту и сервисному обслуживанию крановых электродвигателей.

Производитель крановых электродвигателей ЭЛМА (Ржев) предлагает:

- асинхронные трехфазные крановые электродвигатели;
- крановые электродвигатели для работы в составе частотно-регулируемого привода;
- крановые электродвигатели с термозащитой;
- крановые электродвигатели с центробежным и осевым вентилятором;
- электродвигатели с пристроенным тормозом;
- электродвигатели с антиконденсатным устройством.

Завод ЭЛМА (г. Ржев) по заказу может изготовить различные модификации электрооборудования.

Производитель крановых электродвигателей ЭЛМА (Ржев) также оказывает широкий спектр услуг, связанных с технической поддержкой и обслуживанием электродвигателей и насосного оборудования. Наши специалисты готовы выполнить качественную диагностику, устранить выявленные несоответствия, произвести монтаж и запуск, а также оказать информационную поддержку клиентов.

Крановые электродвигатели специальных исполнений

На производственном предприятии "ЭЛМА" есть возможность изготовления под заказ крановых электродвигателей специальных исполнений:

- с термозащитой (термодатчики, термopедохранители);
- с антиконденсатным устройством;
- с центробежным или осевым вентилятором;
- с пристроенным тормозом;
- установка подшипников SKF (Швеция).

Крановые электродвигатели серий MTF (MTH) - это силовые агрегаты, питающиеся от электрической сети и приводящие в движение механизмы грузоподъемных кранов, лифтов, а также других транспортных и подъемных машин.

Производственное предприятие ЭЛМА (Ржев) производит крановые электродвигатели серий MTF (MTH). Основным номинальным режимом работы крановых электродвигателей серий MTF (MTH) является повторно-кратковременный режим. Потребности современных архитектурных проектов диктуют необходимость функционирования электродвигателей в условиях повышенной тряски и вибрации в длительных, кратковременных и повторно-кратковременных режимах

									Лист- Лист
									10
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР				

с частыми пусками реверсами и торможениями. Крановые электродвигатели серии МТФ (МТН) производства "ЭЛМА" имеют высокие предельные пусковые моменты, позволяют регулировать широту частоты вращений.

Технические характеристики электродвигателей, работающих в составе частотно-регулируемого привода:

1) Степень защиты: IP54 в соответствии с ГОСТ 17494-87.

2) Режим работы: повторно-кратковременный S3 – ПВ 40% на основе ГОСТ Р 52776-2007. Электродвигатели также могут работать в режимах: S2 – 30 и 60 мин, S3 – ПВ 15, 25, 60, 100% и S4 согласно ГОСТ Р 52776-2007. Допустимые нагрузки двигателей и технические характеристики в иных режимах, чем S3 – 40%, сообщаются продавцом по запросу покупателя.

3) Класс вибрации составляет 2,8 мм/с для МТКНФ2П 311, 312, 411, 412 в соответствии с ГОСТ 16921-83. Проверка осуществляется при синусоидальном напряжении переменного тока частотой 50 Гц.

4) Класс изоляции обмоток: "Н" согласно ГОСТ 8865-87.

5) Рабочая температура окружающей среды находится в пределах от -45 до +50 С.

6) Частота и напряжение питающей электросети узла независимой вентиляции: 3Ф, 50 Гц, 380-400 В – для МТКНФ2П 411, 412.

Крановые электродвигатели питаются от преобразователя с диапазоном частот в пределах от 10 до 150 Гц при определенном законе регулирования. По предварительному согласованию с производителем зона регулирования по частоте сети может быть расширена для более эффективного достижения конкретных целей применения.

Электродвигатели крановые работают при следующих номинальных напряжениях сети: 220/380 В, 380 В, 380/660 В с номинальной частотой тока 50 Гц. По требованию заказчика мы можем изготовить электродвигатели, рассчитанные и на другие, даже нестандартные, напряжения.

Крановые электродвигатели отечественного производства, благодаря особенностям конструкции ротора и обмоток статора, имеют повышенные регулировочные и энергетические характеристики, обеспечивая длительную и надежную эксплуатацию в условиях воздействия увеличенных напряжений[6].

Сравнительные характеристики двигателей приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Сравнительные характеристики двигателей

Наименование	КПД, %	cosφ	Номинальный ток, А	Масса, кг	Цена, руб.
МТКФ 112	74	0,7	13,3	101	50740
КГ 2011-6	74	0,74	12,3	70	43871

1.4 Частотно-регулируемые электроприводы

В качестве приводящего элемента в настоящее время в большинстве технических задач используется асинхронный двигатель переменного тока с короткоза-

мкнутым ротором. Регулируемый асинхронный электропривод или частотно-регулируемый привод — система управления частотой вращения ротора асинхронного электродвигателя. Составными элементами электропривода являются электродвигатель и частотный преобразователь, служащий как для регулирования скорости вращения асинхронного электродвигателя, так и для защиты двигателя от перегрузок. Преобразователь частоты преобразует входные сетевые параметры в выходные на различных частотах посредством ШИМ[1], которое формирует в обмотках двигателя синусоидальный ток. Это позволяет обеспечить плавное регулирование скорости вращения ротора, изменяя частоту и амплитуду выходного напряжения по заданным алгоритмам. Так же благодаря преобразователю частоты обеспечиваются разнообразные режимы системы - автоматический запуск и остановка, изменение скорости в зависимости от времени или внешних условий, используя входные сигналы и задав рабочую программу. Использование современных методов управления, таких как векторное управление, позволяет реализовать даже такую сложную характеристику как поддержание постоянного момента и частоты вращения вала при значительной переменной нагрузке.

Но главное - использование преобразователя частоты, и как следствие, оптимизация режимов работы двигателя, влечёт уменьшение денежных затрат на плановые ремонтные процедуры, позволяет экономить электроэнергию, а также обеспечить долгосрочность службы различных частей оборудования[2].

1.5 Частотно-регулируемые электроприводы BoschRexroth

BoschRexroth AG - Мировой лидер во всех областях технологий приводов, систем управления и систем управления движением со специализированными отраслевыми решениями в автоматизации и инновационными компонентами систем управления и приводов. RexrothFrequencyConverterFe это новая, экономичная серия преобразователей из ControlCity – столицы техники автоматического управления. Эти стандартные преобразователи частоты с их компактными корпусами покрывают весь диапазон мощности от 0,75 Вт до 160 кВт.

Преобразователи частоты серии EFC3610 разработаны с учетом передовых тенденций мирового рынка. Поддерживают большое количество промышленных интерфейсов, а также выпускаются со встроенным сетевым фильтром.

Отличительные особенности:

- 1) Встроенный сетевой фильтр СЗ;
- 2) Встроенный тормозной прерыватель;
- 3) 2 аналоговых входа;
- 4) 1 аналоговый выход;
- 5) 1 релейный выход;
- 6) Поддерживаемые интерфейсы: Modbus RTU (стандарт), PROFIBUS DP (опция), CANopen (опция), Multi-Ethernet (опция)
- 7) Степень защиты IP20;
- 8) Поддерживает дистанционное управление и функцию копирования параметров;

										Лист- Лист
										12
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

Благодаря отсутствию контакторов, характеризующихся износом вследствие коммутации больших токов в силовой цепи двигателя, повышает надежность системы всего электропривода.

Привод подъема контролирует скорость подъема/опускания груза и предотвращает просадку и падение груза при отпуске тормозов. Медленный подъем позволяет осуществить выбор слабины тросов. Функции совместимости команд «ПУСК» и «СТОП» с наложением/снятием тормоза позволяют плавно начинать/заканчивать перемещение крановой установки и/или подъем/опускание груза.

Благодаря тому, что частотный электропривод контролирует все параметры электродвигателя (скорость, момент, ток и др.), это позволяет увеличить срок его службы. На механизме подъема функция ограничения момента двигателя работает и как ограничитель грузоподъемности крана.

Встроенная функция защиты от потери момента двигателя при сбое (например, в системе управления из-за пропадания напряжения питания) осуществляется путем наложения тормоза.

Поскольку двигатели с короткозамкнутым ротором по сравнению с двигателями с фазным ротором имеют повышенную надежность и долговечность, то на все механизмы мостового крана устанавливаются двигатели с короткозамкнутым ротором с принудительной или естественной вентиляцией. Также к преимуществам двигателей с короткозамкнутым ротором стоит отнести стоимость технического обслуживания, которая по сравнению с двигателями с фазным ротором значительно ниже.

Частотные электроприводы «ИРБИ» способны функционировать в широком диапазоне изменений питающего напряжения: +20%, -30% от номинального, без отключения по защите. Степень защиты IP54 (пылебрызгозащита) без использования воздушных фильтров, вандалоустойчивый корпус и возможность изготовления исп. У2 (работа оборудования до -40°C) выгодно отличает оборудование ООО НПФ «ИРБИС» от конкурентов.

Присутствие стандартных крановых настроек (время срабатывания тормоза, темп нарастания оборотов и т.д.) облегчают адаптацию привода на крановой установке.

Реализованный алгоритм «Грейфер» повышает производительность работы специализированных механизмов.

Устойчивая работа от троллей повышает надежность работы крановой установки.

Встроенный тормозной прерыватель для балластного резистора (слив энергии торможения в резистор).

Возможность управления (диспетчеризации) через интерфейс RS485 ModBus RTU.

Сравнительные характеристики по некоторым из основных параметров регулируемых электроприводов представлены в таблице 1.2

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист-
						Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		14

Таблица 1.2 - Сравнительные характеристики регулируемых электроприводов

Наименование	Номинальный ток, А	Выходная частота, Гц	Время разгона/торможения, с	Перегрузочная способность, %	Цена, руб.	Работ. температура, °С
BOSCH REXROT H EFC3610 модель 5K50	12,7	От 0 до 400	От 0,1 до 6000	В интенсивном режиме 150 В нормальном режиме - 120	29328	От -10 до +45
ИРБИ 823 - 5,5- 0,4	14	От 1 до 100	От 1 до 1800	110	60840	От 10 до +40

1.7 Выводы по первому разделу

1. Частотные преобразователи фирмы BOSCH по своим экономическим показателям имеет меньшую стоимость, чем преобразователи фирмы ИРБИ, а именно уступает в цене в 2 раза. Также крановые двигатели Болгарской фирмы дешевле двигателей, выпускаемых фирмой ЭЛМА на 13,5%.

2. Частотно - регулируемый привод компании BOSCH наиболее оптимален для работы в составе частотно - регулируемого привода по таким показателям как : время разгона/торможения, диапазону выходной частоты, перегрузочной способности и номинальному току.

3. Современное электрооборудование мировых производителей более приспособлено к импортному крановому хозяйству, установленному в данном цехе.

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАНА

2.1 Описание технологического процесса

Мостовым краном - называется грузоподъемная машина, передвигающаяся по рельсам установленным на некотором расстоянии от земли (пола) и обеспечивающая перемещение груза в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Мостовые краны являются одним из наиболее распространенных средств механизации разгрузки и складирования в различных отраслях промышленности. Кран движется вдоль рабочей зоны или рабочей площадке вдоль крановых путей, размещенных на крановых балках или колонне. Движение по путям, расположенным над землей не занимает рабочую зону цеха или склада, и в то же время обеспечивает обслуживание практически во всех местах. Мостовые краны используются в цехах ремонтных предприятий и в производственных цехах предприятий. Конструкция специального мостового крана очень разнообразна: постепенно перемещается по рельсам крана или вращается вокруг вертикальной оси.

По конструкции моста краны делятся на два типа:

Однобалочные - мост состоит из одной балки двутаврового сечения, на концах которой установлены концевые балки с ходовыми колесами. Краны данного типа отличаются небольшим весом, поэтому и грузоподъемность у таких мостовых кранов, как правило, не превышает 10 т.

Двухбалочные - конструктивно мост составлен из двух жестких балок с концевыми балками, снабженными ходовыми колесами. Грузовая тележка помимо основного, может оснащаться и вспомогательными грузоподъемными механизмами. Этот тип кранов имеет большую грузоподъемность, управление осуществляется из кабины или дистанционно.

Подъемные краны устанавливаются на рабочем месте или на складе с целью механизации операций подъема, погрузки и разгрузки, выполняемых в соответствии с техническими процессами. Основными типами цеховых подъемных кранов являются : консольные, велосипедные и мостовые.

Мостовые краны снабжают различными грузозахватными приспособлениями в зависимости от назначения и характера выполняемой работы: крюками, грейферами, специальными захватами и т.п. Мостовой кран крайне удобен для использования его в цехе благодаря перемещению по крановым путям, располагаемым в верхней части цеха, тем самым он не занимает полезной площади.

В цехе № 2 используется однобалочный мостовой кран общий вид которого представлен на рисунке 2.1

										Лист- Лист
										16
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

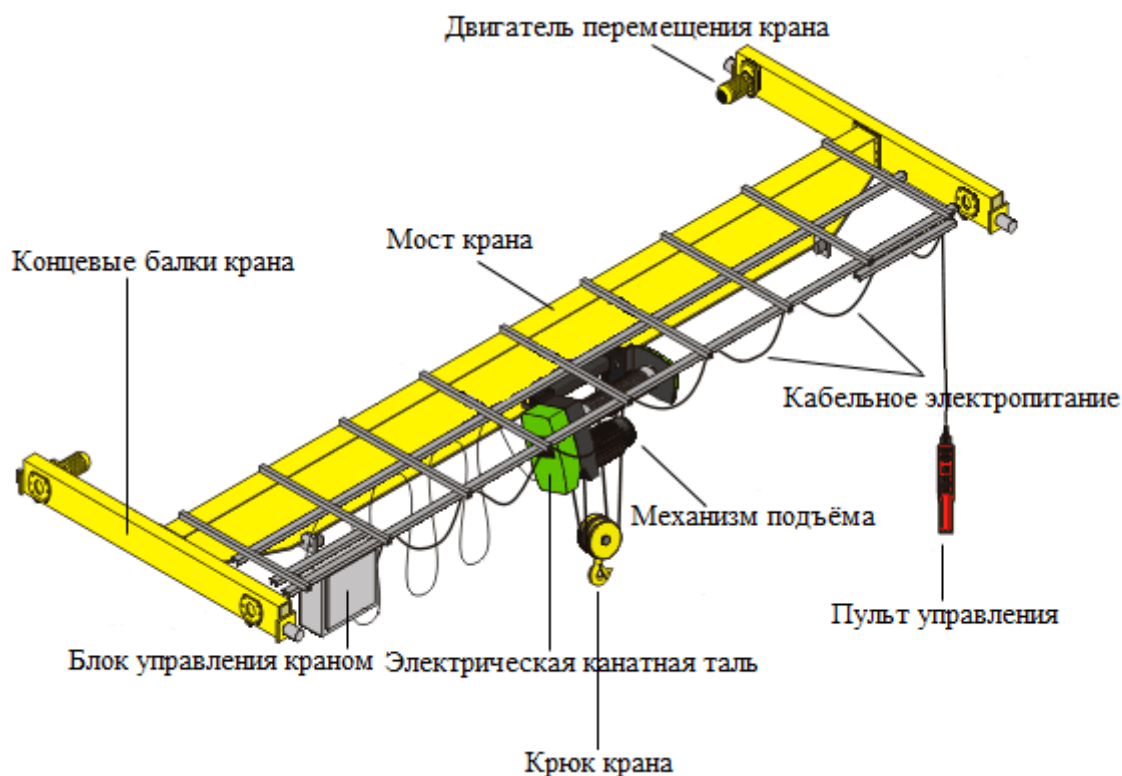


Рисунок 2.1 – Общий вид крана

Кран представляет собой мост, перемещающийся по крановым путям на ходовых колесах, которые установлены на концевых балках. Пути укладываются на подкрановые балки, опирающиеся на выступы верхней части колонны цеха. Согласно требованиям безопасности, современные краны могут иметь свое рабочее движение в трех плоскостях следующие независимые механизмы: механизм подъема-опускания груза, механизм передвижения крана в горизонтальной плоскости и механизмы обслуживания зоны работы крана (передвижения тележки)

Краткая техническая характеристика крана представлена в таблице 2.1

Таблица 2.1-Техническая характеристика крана

Наименование параметра	Значение параметра
Грузоподъемность, т	3,2
Длина моста крана, м	16,78
Высота подъема, м	6
Пролёт крана, м	16,4
Скорость подъема, м/мин	8
Скорость механизма передвижения, м/с	0,5

По заданию дипломного проекта необходимо спроектировать и рассчитать электропривод механизма подъема электромостового крана, кинематическая схема которого представлена на рисунке 2.2.

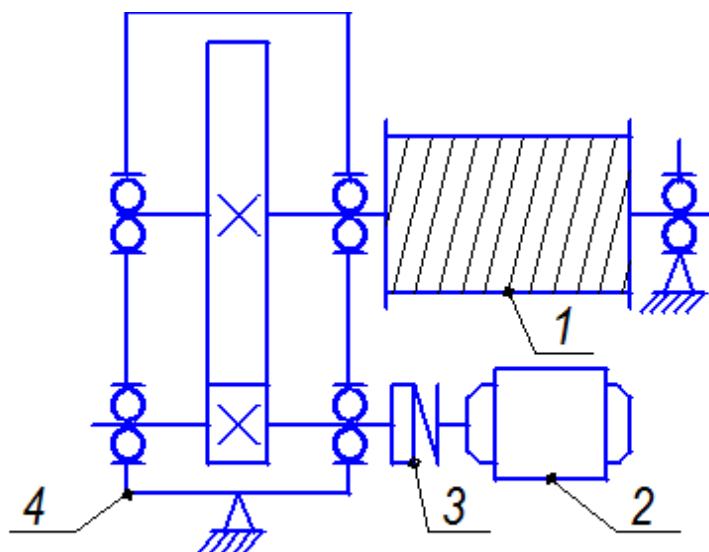


Рисунок 2.2 – Кинематическая схема подъема крана

- 1 - канатный барабан;
- 2 - электродвигатель с короткозамкнутым ротором;
- 3 - подвижная соединительная муфта;
- 4 - закрытая зубчатая передача.

На крановой тележке расположен механизм подъема и опускания груза. В дополнение к основному, могут использоваться один или два вспомогательных механизма, грузоподъемность которых меньше грузоподъемности основного в 3-10 раз в зависимости от класса крана. Составными частями любого из них являются: Приводной электродвигатель. Трансмиссионные валы. Редуктор. Грузовые тросы с барабаном для намотки. Для повышения тягового усилия применяется полиспаст, наиболее распространенной разновидностью которого является сдвоенный кратный. Благодаря ему трос наматывается равномерно на барабан с обоих концов, тем самым позволяя сбалансировать нагрузку на опоры барабана и всю пролетную часть моста.

Проектируемый кран типа 3,2 - 16,4 - 6,0 - 380 - УЗ изготовлен Пышминским заводом ПТО и смонтирован в цехе № 2 по производству алюминиевого профиля АО "Златмаш". Данный кран предназначен для подъемно-транспортных работ с алюминиевым профилем, идущий на изготовление радиаторов отопления "Термал".

Механизм главного подъема приводится в движение электродвигателем с короткозамкнутым ротором 2, который через подвижную соединительную муфту 3,

Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-

закрытую зубчатую передачу 4 и прибарабанные шарнирные шлицевые муфты приводит в движение канатный барабан 1.

2.2 Требования к электроприводу крановых механизмов

Краны - это оборудование с повышенной опасностью. Это требует, с одной стороны, особого внимания обслуживающего персонала и, с другой стороны, внедрения ряда мер безопасности в системе управления краном. К этим действиям относят следующие:

Защита двигателя от перегрузки, защита от короткого замыкания, нулевая защита, защита от экстремальных переходов положения и защита персонала от поражения электрическим током.

Перегрузка электроподъема может возникнуть по разным причинам - неисправность механизма (заклинивание, перекос тормоза), подъемом груза, вес которого более допустимого.

Внезапная остановка двигателя в случае перегрузки позволяет защитить механические части крана от остаточной деформации или других опасных последствий (например, опрокидывания) и повреждения двигателя.

Защита от экстремальных переходов положения с помощью концевых выключателей. На них воздействуют, когда груз поднимается выше определенного положения или когда тележка или кран приближаются к крайнему положению. Расцепитель, установленный на механизме подъема и перемещения, перестает работать в электрической цепи управления. Переключатель ограничения подъема ограничивает движение захватного устройства вверх, и движение вниз не ограничивается. Если на одном подкрановом пути имеется более одного моста, а на одном мосту - две каретки, необходимо установить концевые выключатели, чтобы предотвратить столкновения механизмов. Наличие такой защиты позволяет предотвратить серьезные аварии.

Нулевая защита крана необходима для предотвращения запуска электродвигателя в случае восстановления напряжения после потери.

Все аппараты, осуществляющие защиту крана располагаются в силовом шкафу крана.

Прекращение движения механизмов под действием сил инерции или веса осуществляется электромагнитными тормозами.

В зависимости от типа крана токоподвод к нему и отдельным его механизмам выполняют гибким кабелем или троллеем (плоским или из уголка) с контактным токосъемником.

Все механизмы и их комплектующие должны соответствовать климатическому исполнению крана по ГОСТ 15150.

Мощность и крутящий момент двигателя должны быть достаточны для приведения в действие механизма при заданных условиях эксплуатации, включая испытания крана с перегрузкой. При выборе двигателя следует учитывать силы тяжести и инерции, ветровую нагрузку, а также силы трения и коэффициент полезного действия механизма.

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист-
						Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		19

В конструкциях соединений механизмов, передающих крутящий момент, применение сварных узлов и деталей не допускается.

Механизмы подъема груза и стрелы должны быть выполнены так, чтобы опускание груза или стрелы осуществлялось только от работающего двигателя.

Валы и оси должны иметь достаточную прочность для того, чтобы выдерживать все действующие на них нагрузки от изгиба, кручения и комбинации этих нагрузок. В расчете следует учитывать наличие шпоночных пазов, изменение сечений и другие концентраторы напряжений.

Валы, оси, подшипники и их опоры должны быть спроектированы таким образом, чтобы их поломка не вызвала падения крана, стрелы или груза.

Шарнирные соединения должны быть снабжены удерживающим устройством, препятствующим выходу оси из отверстия[7].

Краны должны быть оборудованы приводами, обеспечивающими плавный пуск и остановку всех механизмов, а по требованию потребителя регулируемые и (или) установочные скорости[8].

Для качественного выполнения подъема грузов, электропривод крана должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- 1) регулирование угловой скорости двигателя в сравнительно широких пределах 1:50;
- 2) обеспечение необходимой жесткости механических характеристик привода;
- 3) ограничение ускорений до допустимых пределов при минимальной длительности переходных процессов;
- 4) реверсирование электропривода и обеспечение его работы, как в двигательном, так и в тормозном режиме.

2.3 Вывод по второму разделу.

Производство продукции цеха № 2 невозможно без данного крана на рассматриваемом участке. Электропривод подъема является не только самым важным по потреблению мощности, но и самым дорогим узлом крана. На основе требований к системе электропривода подъема будут выполнены дальнейшие расчёты.

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист-
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		Лист
						20

3 РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА.

3.1 Проверочный расчет мощности электродвигателя

3.1.1 Проверочный расчет мощности электродвигателя проводится по методике [9].

Для дальнейших расчетов в таблице 3.1 представлены некоторые данные взятые с технической характеристики крана.

Таблица 3.1 - Исходные данные

Наименование параметра	Обозначение	Значение параметра
Грузоподъемность на крюке, кг	Q1	3200
Масса траверсы, кг	Q2	138
Вес каната, кг	Jt	20,28
Скорость подъема, м/с	V	0,1
Количество полиспастов	a	1
Кратность полиспастов	m	2
КПД блоков полиспастов	η_{bl}	0,97
КПД механизма	η	0,84
Диаметр барабана, м	Db	0,25
Передаточное число механизма	i	46
Время разгона, с	t	1

3.1.2. Расчет усилия в канате

Максимальное усилие в канате S:

$$S = \frac{Q1 + Q2 + Jt}{a \cdot m \cdot \eta_{bl}}, \quad (3.1)$$

$$S = = 1731,07 \text{ кг};$$

3.1.3. Расчет статического момента на валу электродвигателя

Статический момент на валу электродвигателя:

$$M_{st} = \frac{S \cdot a \cdot Db \cdot g}{2 \cdot i \cdot \eta}, \quad (3.2)$$

$$M_{st} = = 54,9 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Суммарная мощность электродвигателя по максимальной статической нагрузке:

$$P = \frac{(Q1 + Q2 + J) \cdot g \cdot V}{\eta_{bl} \cdot \eta}, \quad (3.3)$$

$$P = \frac{(3200 + 138 + 20,28) \cdot 9,8 \cdot 0,1}{0,97 \cdot 0,84} = 4039,17 \text{ Вт};$$

Номинальная скорость электродвигателя:

$$N_{dv} = \frac{V \cdot m \cdot i \cdot 60}{D_b \cdot \pi}, \quad (3.4)$$

$$N_{dv} = \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 46 \cdot 60}{0,25 \cdot 3,14} = 703,2 \text{ об / мин}$$

3.1.4. Расчет динамического момента на валу электродвигателя

Динамический момент на валу электродвигателя:

$$M_d = \frac{\delta \cdot (2 \cdot \sum J) \cdot N_{dv} \cdot g}{375 \cdot t} + \frac{0,975 \cdot (J + \sum Q) \cdot V^2 \cdot g}{N_{dv} \cdot t \cdot \eta \cdot \eta_{bl}}, \quad (3.5)$$

$$M_d = \frac{1,25 \cdot (2 \cdot 0,5) \cdot 703,2 \cdot 9,8}{375 \cdot 1} + \frac{0,975 \cdot (20,28 + 3200 + 138) \cdot 0,1^2 \cdot 9,8}{703,2 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,84} = 20,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где δ - коэффициент влияния масс механизма (1,1 - 1,25);

$\sum J$ - суммарный момент инерции;

N_{dv} - скорость вращения ротора электродвигателя, равная 703,2 об/мин;

g - ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²

3.1.5. Расчет полного момента

Расчетное значение максимального момента электродвигателя при пуске механизма:

$$M_{\max} = \frac{M_{st} + M_d}{f_t \cdot f_h \cdot f_u \cdot f_w}, \quad (3.6)$$

где

f_t - коэффициент снижения момента от превышения температуры окружающей среды, для температуры окружающей среды 40°C, $f_t = 1$;

										Лист- Лист
										22
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

f_h - коэффициент снижения момента при высоте над уровнем моря выше 1000 м, для высоты над уровнем моря до 1000 м. $f_h = 1$;

f_u - коэффициент снижения момента при просадках напряжения питания; напряжение питания 380 В $\pm 10\%$, так как максимальный момент уменьшается пропорционально квадрату напряжения, при его просадке на 10% значение коэффициента снижения момента будет $f_u = 0,9^2 = 0,81$

f_w - коэффициент снижения момента при скорости вращения ротора выше синхронной, $f_w = 1$

$$M_{\max} = \frac{54,9+20,7}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,81} = 93,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

3.2 Выбор электродвигателя

Электродвигатель выбирается по номинальному моменту по двум критериям.

Первый критерий заключается в том, что номинальный момент электродвигателя должен быть больше статического номинального момента на валу одного электродвигателя.:

$$M_{n.dv} \geq \frac{M_{st} \cdot k_z}{n \cdot \lambda}, \quad (3.7)$$

где λ - сервис-фактор (допустимая перегрузка электродвигателя при номинальном напряжении и частоте питающего напряжения), для электродвигателей фирмы Балканско эхо принимаем $\lambda = 1,4$;

k_z - коэффициент запаса;

n – количество электродвигателей.

$$M_{n.dv} \geq 45,1 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Второй критерий состоит в том, что номинальный момент электродвигателя должен быть больше, чем момент, полученный отношением максимального расчетного момента, кратного максимальному моменту электродвигателя, к номинальному моменту.

Исходя из паспортных данных для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, диапазон максимальных моментов для номинального ротора составляет от 2,0 до 2,5. Кратность составляет 2,0. Тогда, номинальный момент электродвигателя должен быть не меньше момента:

$$M_{n.dv} \geq \frac{M_{\max}}{n \cdot \frac{M_{\max}}{M_n}}, \quad (3.8)$$

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист- Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		23

$$M_{n.dv} \geq \frac{39,3}{2} = 46,65 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Исходя из двух условий выбран электродвигатель КГЕ 2011 - 6 с параметрами, которые приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Параметры электродвигателя КГЕ 2011- 6

Наименование параметра	Значение параметра
Вид охлаждения	IC416
Частота, Гц	50
Диапазон регулирования	1:50
Номинальная мощность, кВт	4,5
Номинальная скорость вращения ротора, об/мин	920
Номинальный ток, А	12,3
КПД, %	74
cosφ	0,74
Номинальный момент, Н·м	46,7
Максимальный момент, Н·м	78

3.3 Техническая характеристика выбранного электродвигателя

Трёхфазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором серии КГ, это асинхронные электродвигатели с высотой оси вращения 112 - 355 мм с конусным ротором и статором; встроенным безасбестовым конусным тормозом, конструктивно совмещенным с вентилятором принудительного охлаждения. Ротор этого двигателя имеет возможность передвигаться с меньшим сопротивлением по осевому направлению. В случае отключения электропитания тормоз включается под действием усилия винтовой пружины. Применяются для главного механизма подъема канатных электротельферов и других подъемных сооружений.

Только для частотно-регулируемого привода.

Стандартная степень защиты - IP54, IP22 тормоза;

Класс изоляции F;

Режим работы: 25% / 150 ч, 30%/180 ч или 10/25%.180 ч;

Номинальное напряжение питания – 380/660В.

Модификации по напряжению 50Hz/60Hz;

Вибрации: допустимые уровни вибрации электродвигателей установлены в ГОСТ 20815 (DIN EN 60034 - 14). В стандартном исполнении - уровень вибрации N (нормальный).

Условия эксплуатации:

- высота над уровнем моря не более 1000 м;
- номинальная окружающая температура 40°C.

Некоторые характеристики уточняются только по отдельному заказу. Это касается, например, класса стойкости изоляции двигателя (F или H), номинальной частоты питающей сети (50 или 60 Гц), наличия датчика тепловой защиты двигателя.

Благодаря специальной конструкции статора электродвигатели серии КГ с коническим ротором со встроенным тормозом являются основным элементом болгарских тельферов обеспечивающим их надежность и долговечность. Тормозной механизм нормальнозамкнутый, размыкается самой обмоткой электродвигателя. Благодаря этому отсутствуют дополнительные приводы: электромагниты, толкатели и т. д. которые значительно снижают надежность механизма в целом.

Выпускаемые электродвигатели имеют следующие преимущества:

- полную адаптацию к работе в системе электродвигатель – преобразователь частоты, обеспечивая высокие параметры регулирования;
- повышенный срок эксплуатации, надежность и термическую перегрузочную способность благодаря применению изоляции класса нагревостойкости F (перегрев обмотки электродвигателя по классу В - 80°C);
- устойчивость к кратковременной перегрузке

Крановые электродвигатели серии КГЕ выполняются по ТУ 3351-004-72668005-2007.

Конструктивное исполнение по способу монтажа в соответствии с МЭК 60 034-7: IM1001

Широкий ряд возможных комбинаций между электродвигателями и редукторами с разными техническими характеристиками расширяют диапазон величины поднимаемых грузов и скоростей подъема.

3.4 Вывод по третьему разделу

Произведены расчёты статических и динамических нагрузок, в результате которых был выбран электродвигатель серии КГ. Выбранный двигатель удовлетворяет обоим условиям при номинальном моменте, $M_{n,dv} = 46,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $M_{n,dv} \geq 45,1 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и $M_{n,dv} \geq 46,65 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист-
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		Лист
						25

4 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

4.1 Выбор частотно-регулируемого электропривода

Преобразователь частоты с автономным инвертором преобразует напряжение питания в напряжение постоянного тока, а затем в трехфазное напряжение с регулируемой частотой.

Выбор типа преобразователя зависит:

- от частоты питающей сети;
- от требуемого диапазона изменения частоты на выходе преобразователя, определенного диапазоном изменения скорости вращения электродвигателя;
- от мощности электродвигателя;
- от диапазона изменения нагрузки на валу электродвигателя;
- от наличия или отсутствия реверса;
- от режимов работы электродвигателя.

Диапазон изменения частот преобразователя не должен быть меньше требуемого диапазона частот напряжения питания двигателя.

Преобразователь выбирается в соответствии с каталогом электротехнической промышленности на основе номинальных данных предварительно выбранного электродвигателя.

Промышленные преобразователи частоты оснащены собственными силовыми трансформаторами. Выходное напряжение такого преобразователя обычно стабилизируется с высокой точностью с помощью внутренней обратной связи, что позволяет не учитывать внутреннее сопротивление преобразователя при расчете механических свойств электродвигателя. Мощность преобразователя частоты должна превышать мощность электродвигателя на 20%. Тогда $P_{пч} \geq 4,5 \text{ кВт} \cdot 1,2 = 5,4 \text{ кВт}$.

Выбираем преобразователь частоты мощностью $\geq 5,4 \text{ кВт}$

На основе вышеизложенных требований к преобразователю был выбран преобразователь частоты EFC 3610 5k50 выпускаемого фирмой «BoshRexroth (Xi'an) ElectricDrivesandControlsCo.». Некоторые технические данные преобразователя приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технические данные преобразователя частоты EFC 3610 5k50

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальная мощность, кВт	5,5
Номинальная мощность двигателя, кВт	4,5
Выходной ток нагрузки, А	249
Ток перегрузки, В	150 % · $I_{нв}$ течение 60с

4.2 Общие сведения о преобразователе

BoschRexroth AG лидирует во всех областях технологий приводов, систем управления и систем управления движением со специализированными отраслевыми решениями в автоматизации и инновационными компонентами систем управления и приводов на мировом уровне. RexrothFrequencyConverterFe это новая, экономичная серия преобразователей из ControlCity – столицы техники автоматического управления. Эти стандартные преобразователи частоты с их компактными корпусами покрывают весь диапазон мощности от 0,75 Вт до 160 кВт.

Данный частотный преобразователь имеет ряд преимуществ [10]:

- отсутствие дополнительных периферийных устройств благодаря встроенному пульту управления для простого и быстрого ввода в эксплуатацию;
- экономия на внешних тормозных модулях за счет встроенного блока торможения в приводах до 15 кВт;
- длительный срок службы приводов благодаря покрытию печатных плат слоем лака, защищающим от опасных внешних воздействий;
- значительная экономия энергии и более продолжительный срок службы двигателя с помощью свободно конфигурируемой U/f-кривой, согласованной с характеристикой нагрузки;
- максимальная энергоэффективность и минимальные шумы двигателя благодаря бесступенчатому регулированию несущей частоты модуляции;
- отсутствие затрат на дополнительные интерфейсы связи за счет простой синхронизации преобразователей частоты по встроенным цифровым входам/выходам.

Частотный преобразователь способен выполнять ряд функций, таких как:

- управление доступом к группе параметров - эта функция используется для быстрой настройки параметров или быстрого считывания значений параметров;
- инициализация параметров - Данная функция используется для восстановления настроек параметров до заводских значений в случае, если преобразователю частоты не удалось запустить двигатель из-за неверных уставок параметров.
- репликация параметров - данная функция используется для настройки нескольких преобразователей частоты с идентичными настройками через панель управления. Эта функция позволяет пользователям задать параметры на одном преобразователе частоты (основной преобразователь), а затем реплицировать его настройки на остальные преобразователи частоты (целевые преобразователи).

Внешний вид преобразователя представлен на рисунке 4.1.

										Лист- Лист
										27
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					



Рисунок 4.1 – Внешний вид преобразователя Rexroth EFC 3610

- 1 - рукоятка для снятия;
- 2 - дисплей преобразователя;
- 3 - кнопки управления;
- 4 - потенциометр;
- 5 - корпус преобразователя.

EFC 3610 5K50 обеспечивает следующие виды защит электродвигателя:

- защита от сверхтока;
- защита от посадки или повышения напряжения;
- защита от бросков тока и короткого замыкания;
- защита от потери фазы на выходе или входе;
- защита от чрезмерной температуры преобразователя ;
- защита от перегрузки двигателя, температурная защита двигателя .

Модели 0K40...7K50 оснащаются только одним вентилятором для радиатора.

Преобразователь частоты EFC x610 обладают тепловой устойчивостью для других напряжений в пределах допустимого значения тока при указанном номинальном напряжении необходимо учитывать следующее:

1) $U_{сети} < U_{ном.}$: при напряжении сети ниже номинального нельзя снимать более высокие токи в целях обеспечения правильной мощности рассеяния.

2) $U_{сети} > U_{ном.}$: если напряжение сети выше номинального значения, допустимый выходной постоянный ток уменьшается, чтобы компенсировать уменьшенные потери при переключении.

Кроме того, если несущая частота увеличивается, выходной ток уменьшается до такой степени что мощность рассеяния в силовой секции остается более или менее постоянной.

Рекомендуемая схема подключения силового оборудования показана на рисунке 4.2 :

Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-
------	-------	-----------	------	-------

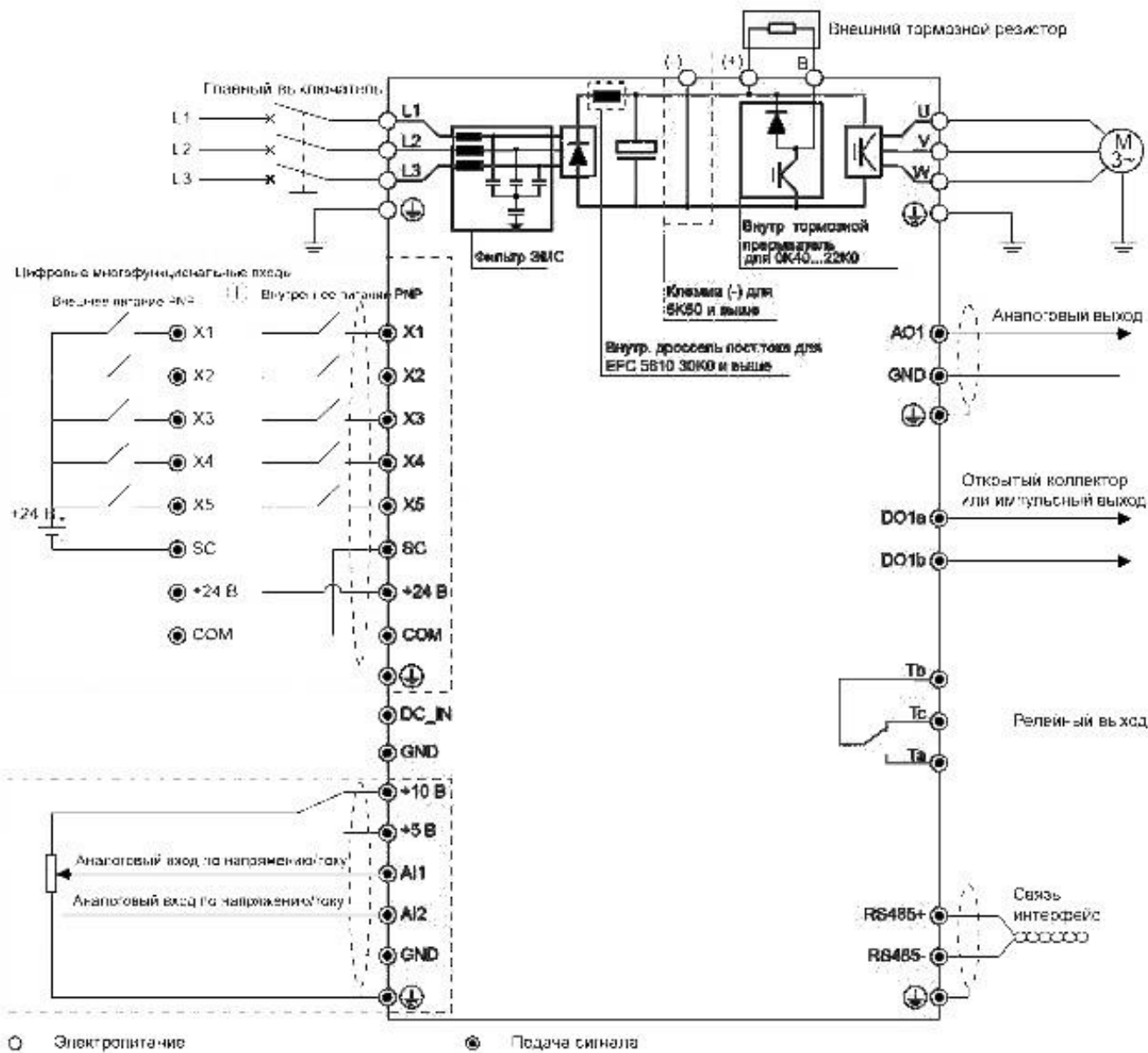


Рисунок 4.2 – Подключение силового оборудования

Для достижения поставленной цели выпускной квалификационной работы обеспечить плавность пуска и остановки подъёма мостового крана, было принято решение о замене в схеме магнитных пускателей на преобразователь частоты.

4.3 Управление частотно - регулируемым электроприводом

В отраслях промышленности, в которых задействовано грузоподъемное оборудование чаще всего применяется режим радиоуправления краном, так как его использование дает ряд вполне ощутимых преимуществ. Помимо этого, у персонала (работников) появляется возможность самостоятельно совершать подъемно-

Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-
------	-------	-----------	------	-------

транспортные операции, необходимые в ходе работы. При эксплуатации крана на производстве с радиоуправлением, появляется возможность решения следующего количества технологических задач, которые касаются повышения степени экономичности работ и производительности:

- не нужно уменьшать скорость работы механизмов перемещения и создаются нужные условия для свободного перемещения крана, особенно на местах, загроможденных оборудованием либо насыщенных строительными сооружениями или запасами со склада;

- скорость и точность: подрядчику удастся быстрее совершать доводочные операции, в то время как груз поднимается или опускается более точно;

- увеличение уровня безопасности при работе, улучшение условий труда;

- одновременность: во время транспортировки груза, которая выполняется синхронно двумя кранами, тем не менее, благодаря одному пульту управления краном, обеспечено как одновременное передвижение механизмов, так и включение;

- экономичность: благодаря уменьшению количества «пустых» пробегов крана;

- уменьшение затрат на персонал: не нужно оплачивать обучение и работу профессионала-крановщика;

- дальнейшее действие (до 100 метров);

- радиоуправление мостовых кранов осуществляется при помощи малогабаритного пульта управления. Перевод крана на радиоуправление относится к его модернизации.

Система радиоуправления состоит из 2 частей:

1) Небольшой пульт радиоуправления, кнопочный или с командоаппаратами, предназначенный для управления краном. Пульт радиоуправления краном представляет собой устройство, в ярко желтом или оранжевом корпусе из жесткого пластика, который обладает высокой устойчивостью к возможным агрессивным производственным условиям, таким как: удары, влага, пыль или огонь. Пульт всегда оснащается специальным отверстием для активационного ключа, который позволяет только одному человеку в рамках смены отвечать за процесс управления, исключая ошибочные действия других посторонних лиц.

2) Модуль управления краном (часто совмещенный с приемником в одном корпусе) или блок приёма сигнала (БПС), который подключается к приводу, и служит мостиком между электроникой и приводными двигателями крана. БПС - это система управления группой реле, которые коммутируются по командам, подаваемым оператором с пульта, и принимаемым приемником. Питание приемника и модуля управления осуществляется от сети переменного тока.

Для радиоуправления данным мостовым краном применяется система радиоуправления FLEX 8EX, включающая в себя пульт радиоуправления с 8 кнопками, внешний вид которого представлен на рисунке 4.3 и блока приёма сигнала, изображённого на рисунке 4.4

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист- Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		30

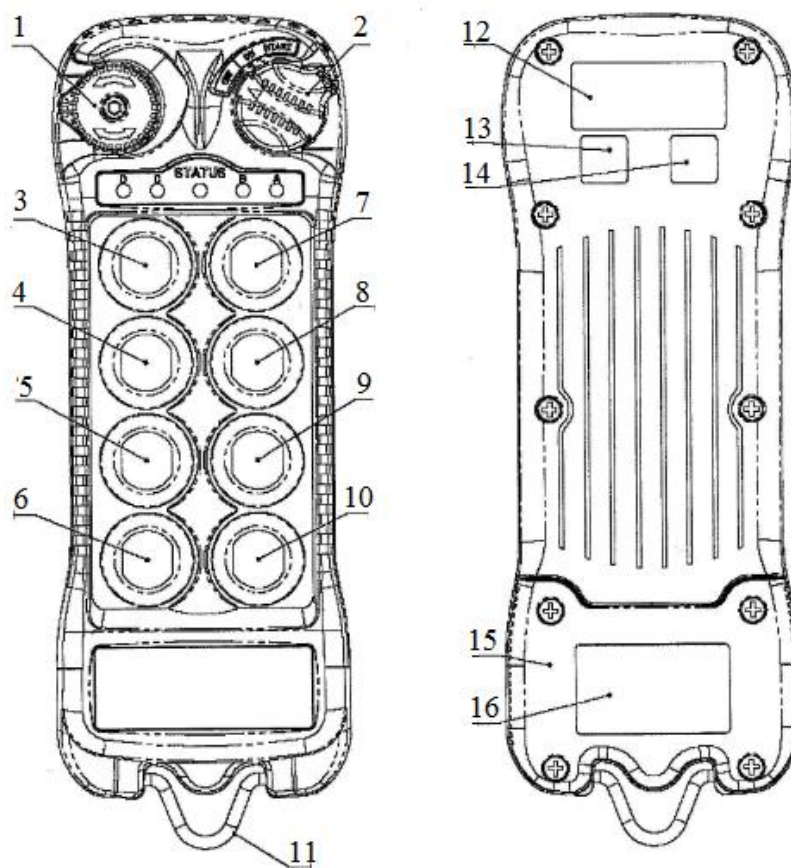


Рисунок 4.3 - Внешний вид пульта радиуправления FLEX 8EX

- 1 - кнопка аварийной остановки ;
- 2 - съёмный ключ питания ПДУ;
- 3 - кнопка движения вниз;
- 4 - кнопка движения влево;
- 5 - кнопка движения кран балки назад;
- 6 - дополнительная кнопка;
- 7 - кнопка движения вверх;
- 8 - кнопка движения вправо;
- 9 - кнопка движения кран балки вперёд;
- 10 - дополнительная кнопка 2;
- 11 - ободок для ремня;
- 12 - информация о системе;
- 13 - номер канала;
- 14 - номер крана;
- 15 - крышка батарейного блока;
- 16 - информация о соответствии стандартам.

Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-

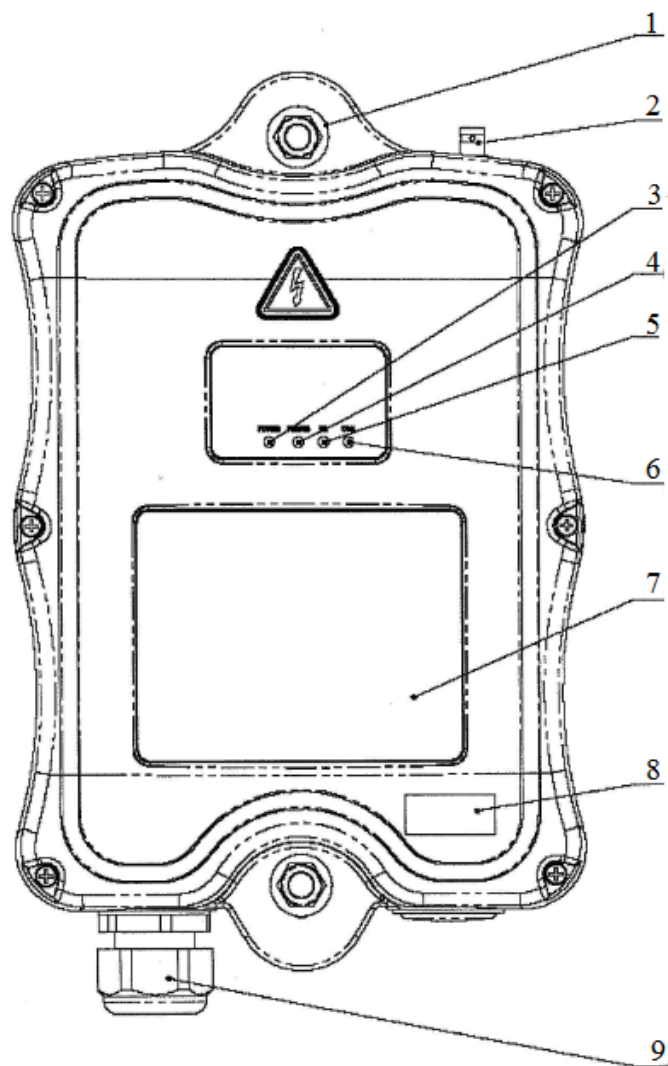


Рисунок 4.4 - Внешний вид БПС

- 1 - амортизационное крепление;
- 2 - внешняя антенна;
- 3 - светодиодное табло питания;
- 4 - светодиодное табло состояния;
- 5 - светодиодное табло радиовещания;
- 6 - светодиодное табло программирования;
- 7 - наружная принципиальная схема;
- 8 - информация о системе FLEX;
- 9 - зажимной патрон для проводки кабеля.

Схема управления механизмом подъёма представлена в графической части выпускной квалификационной работы 13.03.02.19.024.00.05.ЭЗ.

На данном кране осуществляется 2 вида управления механизмом подъёма: ручное и радиоуправление. Для перехода от ручного к радиоуправлению используется переключатель SA1, расположенный в закрытом электрическом шкафу. Почти всё управление краном осуществляется с помощью радиоуправления, когда

Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-

пульт ручного управления служит как резервный, так как использование подвешенного пульта управления не очень удобно для оператора, приходится непрерывно двигаться за краном, обходя встречающиеся преграды. Поэтому наиболее удобным можно назвать радиоуправление, которое предполагает выведение оператора крана из зоны опасности.

4.4 Вывод по четвертому разделу

Произведён выбор частотного преобразователя EFCx610 5k50 для данного электропривода по критерию $R_{пч} \geq R_{дв} \cdot 1,2$. Также были представлены его технические данные и приведены общие сведения о преобразователе, приведена схема управления механизма подъёма мостового крана.

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист-
						Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		33

5 МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ VISSIM

5.1 Построение и расчет математической модели

Оценку энергосбережения и качества работы привода подъема крана целесообразно выполнять методом математического моделирования в программе «Vissim».

Для моделирования необходимо построение и описание графа взаимодействия переменных. Граф представлен на рисунке 5.1.

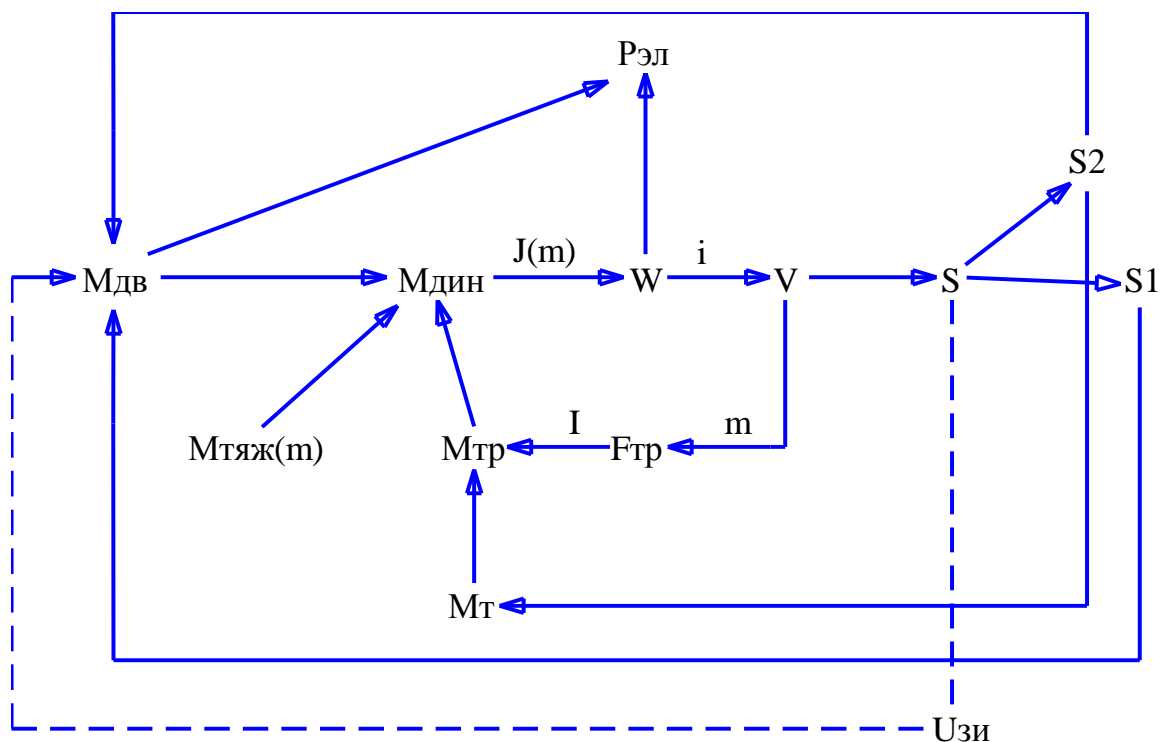


Рисунок 5.1 – Граф взаимодействия переменных

Частота вращения W зависит от динамического момента двигателя $M_{дин}$, который в свою очередь зависит от момента $M_{дв}$, от загрузки траверсы $M_{тяж}(m)$, момента трения $M_{тр}$. На $M_{тр}$ действуют сила трения $F_{тр}$, определяемая направлением движения и зависящая от загрузки траверсы m и момент тормоза $M_{т}$ действующий при остановке траверсы. Также при изменении загрузки изменяется $M_{тяж}(m)$ и суммарный момент инерции $J(m)$. Включение тормоза определяется положением $S1$, переход на пониженную скорость и остановку $S2$, текущее положение траверсы S определяется линейной скоростью движения V , связанная с частотой вращения W передаточным отношением i . Для контроля потребляемой электроэнергии вводим переменную $P_{эл}$, которая зависит от момента $M_{дв}$ и частоты вращения W .

Снижение скорости и включение тормоза определяется напряжением датчика интенсивности $U_{зи}$, которое зависит от текущего положения траверсы S .

Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-

Чтобы проанализировать поведение привода, нужно его математическое описание или модель. Математическое описание - это система дифференциальных уравнений, которая характеризует зависимость координат системы от внешних воздействий и зависимости друг друга. Описание системы в виде дифференциальных уравнений позволяет представить структурную схему системы в виде серии взаимосвязанных электрических связей, представленной на рисунке 5.2

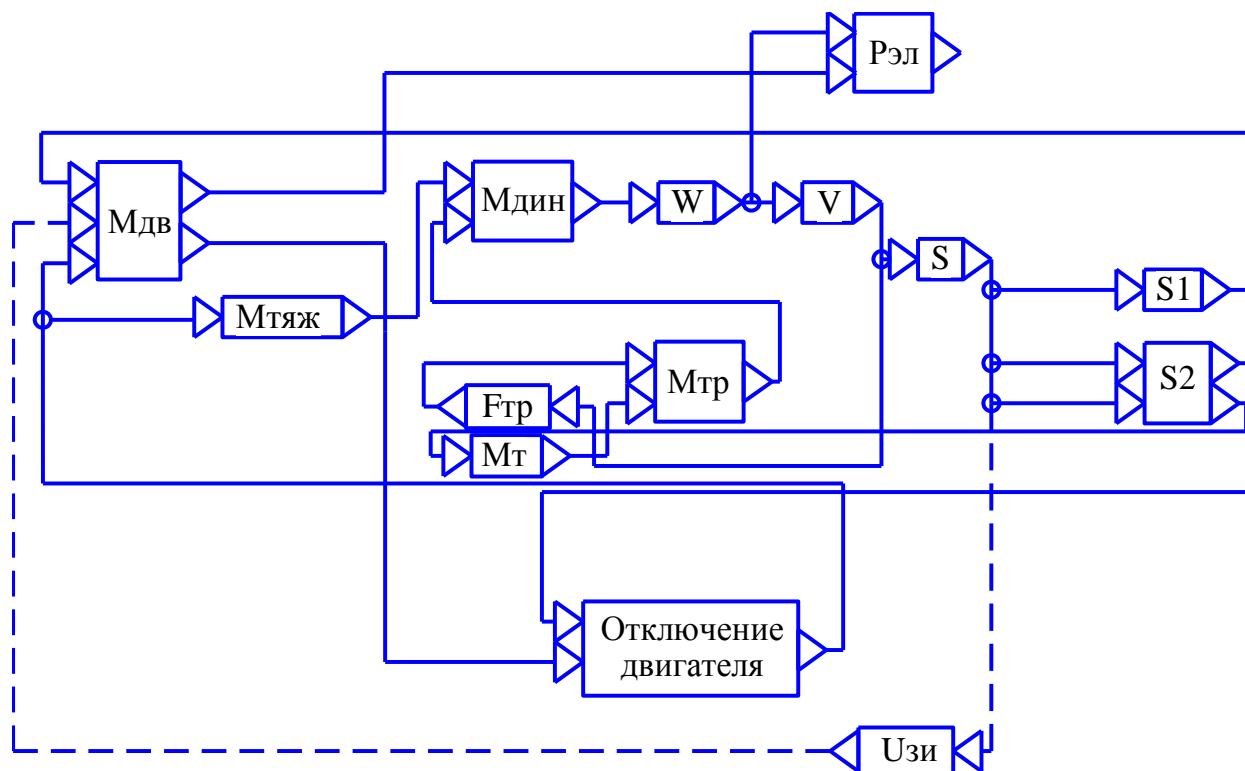


Рисунок 5.2 – Структурная схема математической модели

Модель электропривода в программной среде VisSim представлена в графической части выпускной квалификационной работы 13.03.02.19.024.00.06.ТЧ

Частота вращения двигателя W , рад/с

$$W = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}; \quad (5.1)$$

где n – вращения двигателя, об/мин.

$$W = \frac{2 \cdot \pi \cdot 920}{60} = 96,3 \text{ рад/с};$$

Значение максимального момента двигателя лифта M_{\max} , Н·м

$$M_{\max} = \lambda \cdot M; \quad (5.2)$$

где λ - коэффициент перегрузочной способности

Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-
------	-------	-----------	------	-------

$$M_{\max} = 2,1 \cdot 46,7 = 98,07 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

Моменты асинхронного двигателя лифта на 1-ой и 2-ой скоростях рассчитываются по формуле Клосса:

$$M_{\text{двл}}(2) = \frac{2 \cdot M_{\max}}{\left(\frac{s_{\text{НОМ}}}{s_{\text{к}}} + \frac{s_{\text{к}}}{s_{\text{НОМ}}} \right)} ; \quad (5.3)$$

Блок реализующий формулу Клосса для двигателя механизма подъёма представлен на рисунке 5.4

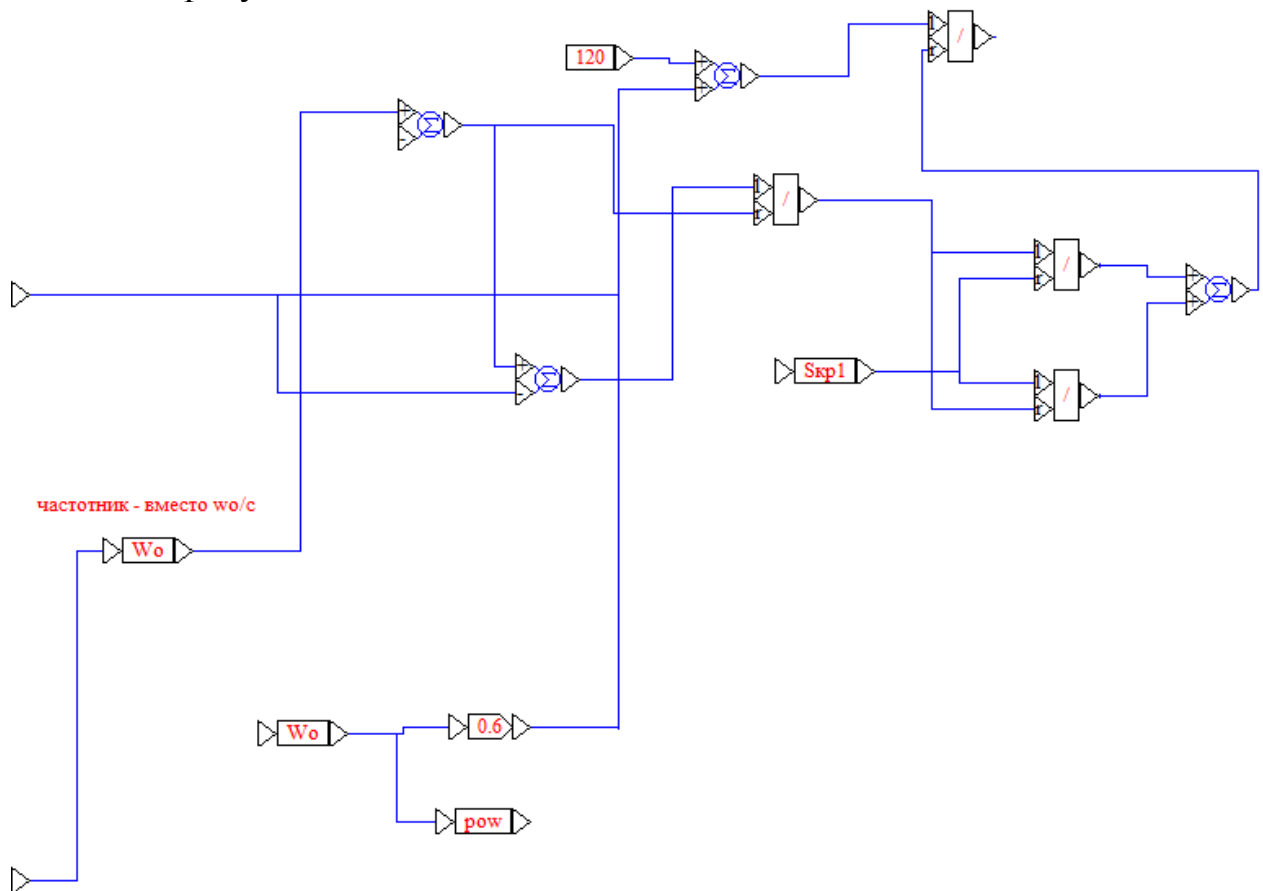


Рисунок 5.4 - Блок "Характеристика двигателя"

Номинальное скольжение двигателя:

$$s_{\text{НОМ}} = \frac{\omega_0 - \omega_{\text{НОМ}}}{\omega_0} ; \quad (5.4)$$

где ω_0 – угловая скорость идеального холостого хода, рад/с
 $\omega_0 = 104,7$ рад/с.

$$s_{\text{НОМ}} = \frac{104,7 - 96,3}{104,7} = 0,08;$$

Критическое скольжение:

$$s_{\text{К}} = s_{\text{НОМ}} \cdot (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}); \quad (5.5)$$

$$s_{\text{К}} = 0,08 \cdot (2,1 + \sqrt{2,1^2 - 1}) = 0,316 ;$$

$$\lambda = \frac{M_{\text{МАХ}}}{M_{\text{НОМ}}}; \quad (5.6)$$

где λ – перегрузочная способность двигателя,
Момент двигателя $M_{\text{ДВ}}$ определяется суммой моментов $M_{\text{ДВ1}}$ и $M_{\text{ДВ2}}$. Динамический момент электропривода, $M_{\text{ДИН}}$, Н·м,

$$M_{\text{ДИН}} = \frac{M_{\text{ТЯЖ}}(m) - M_{\text{ТР}}}{J}; \quad (5.7)$$

где J - масса, приведенная в валу электропривода, кг

Блок реализующий динамический момент двигателя $M_{\text{ДИН}}$ приведен на рисунке 5.5

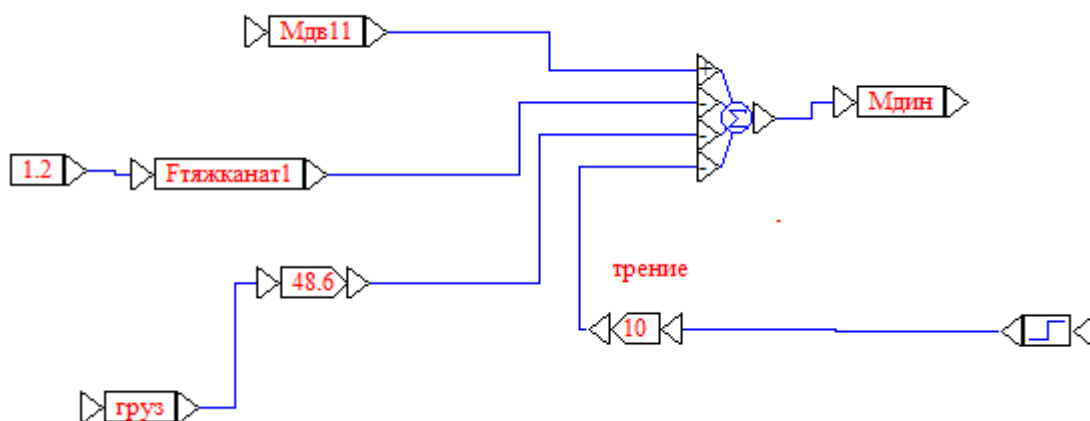


Рисунок 5.5 - Блок, реализующий динамический момент двигателя в программной среде VisSim

Динамический момент определяется как момент двигателя за вычетом момента силы тяжести каната Гтяжканат, массы груза и силы трения $F_{\text{ТР}}$.

Момент трения $M_{\text{ТР}}$ обусловлен наличием силы трения $F_{\text{ТР}}$ в направляющих при движении кабины и момента тормоза $M_{\text{Т}}$.

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot M_t ; \quad (5.8)$$

Линейная скоростью движения V , связана с частотой вращения W через передаточное отношение i .

$$V = \frac{W}{i} ; \quad (5.9)$$

Положение $S1$ и $S2$ определяют положение в шахте лифта, текущее положение лифта S определяется линейной скоростью движения V

Энергопотребление двигателя $P_{эл}$, Вт·с

$$P_{эл} = M_{дв} \cdot W ; \quad (5.10)$$

Рассчитанные данные сведём в таблицу 5.1

Таблица 5.1 - данные для расчёта математической модели

Наименование величины	Значение величины
Критическое скольжение	0,316
Номинальная скорость, рад/с	104,6
Максимальный момент, Н·м	186,6
Момент инерции, Н·м	0,065

5.2 Результаты моделирования

В программе ViSsim производился сравнительный анализ работы механизма подъёма при пуске и остановке, а именно изменение динамического момента при работе без частотного преобразователя в схеме и с его наличием. Анализ проводился при рассчитанных в третьем разделе параметрах двигателя. Настройка работы проводилась с помощью блока задания скорости по положению, представленному на рисунке 5.6

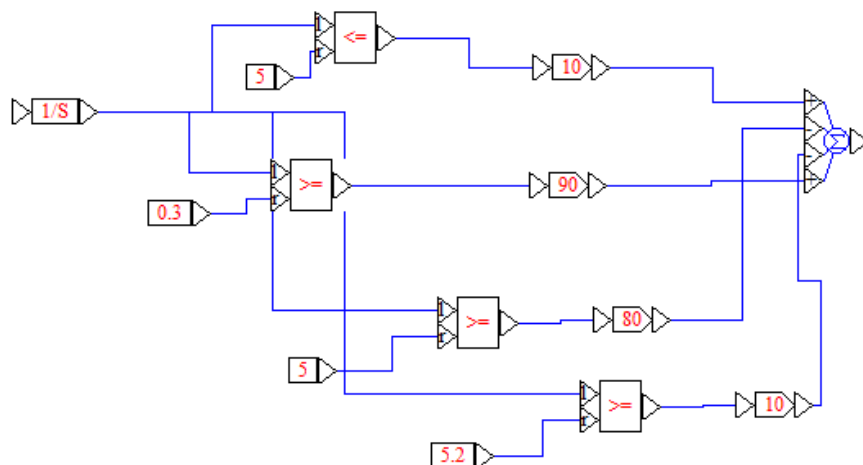


Рисунок 5.6 - Блок задания скорости по положению

При данных параметрах, работа модели электропривода в программе VisSim, наиболее близко приближена к реальному циклу работы электропривода механизма подъёма. Какое либо изменение значения параметров приведёт к нарушению работы модели и проводить анализ работы электропривода механизма подъёма станет невозможно. Для моделирования работы электропривода механизма подъёма без частотного преобразователя и с его наличием, применяется блок "Характеристика двигателя" (Рисунок 5.4). Данное действие производится путём переключения звена ω_0/s (работа без частотного преобразователя) на звено ω_0 (работа с частотным преобразователем).

В результате моделирования были получены графики зависимости Динамического момента от времени в момент пуска и остановки при работе без частотного преобразователя и с его использованием. Графики зависимостей представлены на рисунках 5.7 и 5.8 соответственно :

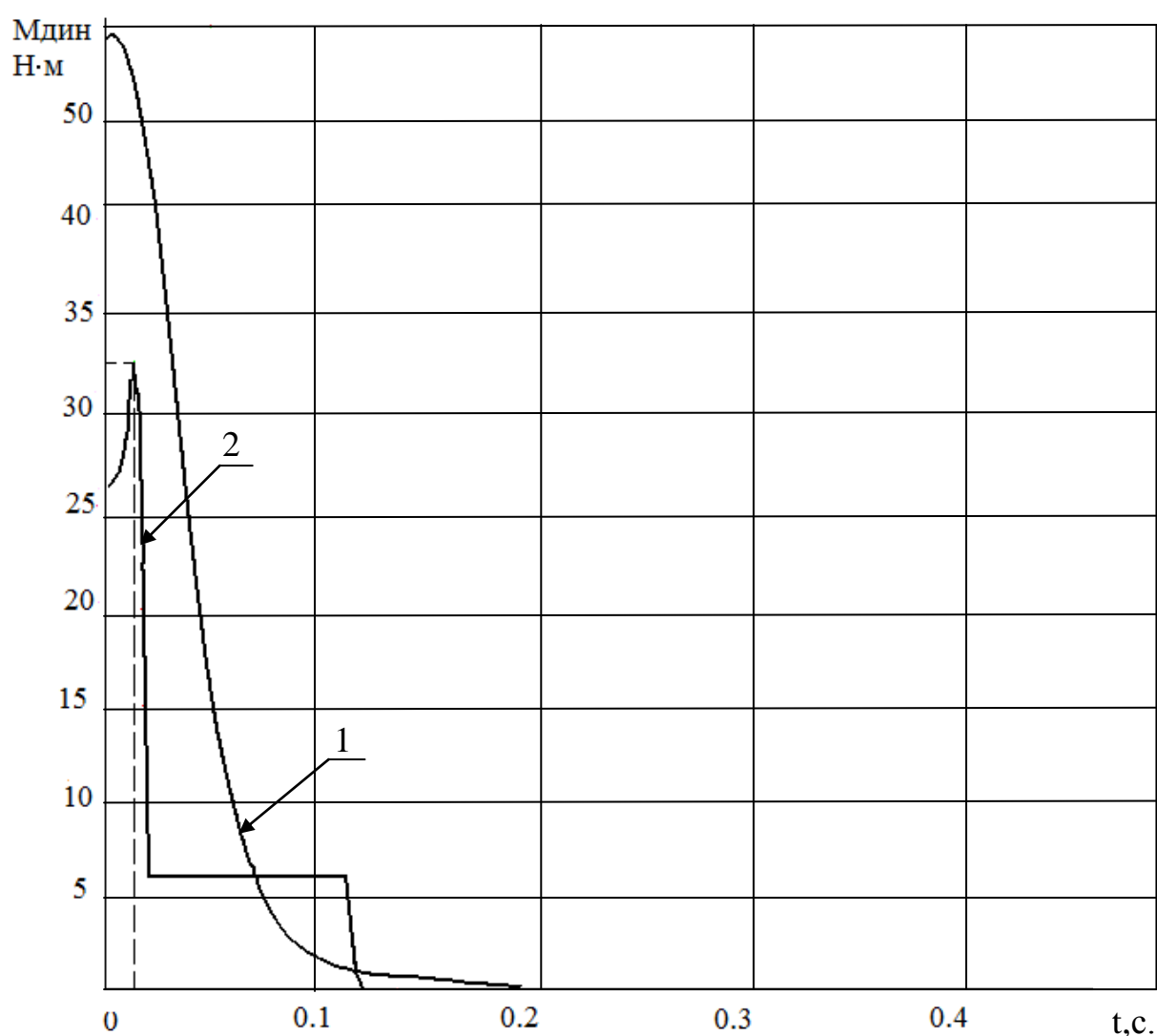


Рисунок 5.7 - Зависимость динамического момента от времени при пуске.
 1 - без преобразователя;
 2 - с преобразователем.

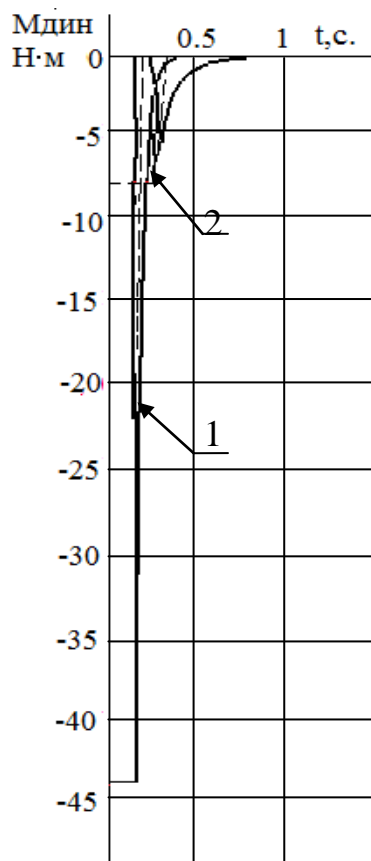


Рисунок 5.8 - Зависимость динамического момента от времени при остановке.

1 - без преобразователя;
2 - с преобразователем.

Полученные результаты моделирования сведены в таблицу 5.2

Таблица 5.2 - результаты моделирования

Режим работы	Параметр	
	Пуск	Торможение
	Мдин, Н·м	Мдин, Н·м
Без преобразователя	54	44
С преобразователем	32	8

5.3 Вывод по пятому разделу

Таким образом, благодаря модели, смоделированной в программной среде Vis-Sim, и рассчитанным параметра можно сказать, что изменение динамического момента при пуске составляет $\Delta M_{дин} = 22 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а изменение момента при торможении составило $\Delta M_{дин} = 36 \text{ Н}\cdot\text{м}$, что позволяет сделать вывод о том, что работа электропривода механизма подъёма мостового крана с использованием частотного преобразователя значительно снижает ударные нагрузки на элементы привода и на груз.

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Краткое описание рассматриваемого объекта, производственного участка

Место расположения цеха № 2 по производству алюминиевого профиля Парковый проезд города Златоуста. Климат умеренный и резко континентальный: холодная зима и жаркое лето. Зима - снежная, с иногда сопровождается резкими перепадами температуры из-за вторжения теплых атлантических и холодных сибирских воздушных масс. В основном солнечные дни, бывают метели и метели. Средняя температура воздуха января составляет от -15 до -18 ° С (минимум: -45 ° С).

Весна прохладная с заморозками. Характерно чередование пасмурных с дождем и мокрым снегом и ясных солнечных дней.

Лето - умеренно теплое с частыми и обильными грозовыми дождями. Средняя температура июля составляет + 19 ° С (максимум: + 34 ° С). В августе количество осадков уменьшается, а солнечные дни увеличиваются.

Осень - холодная, пасмурная, дождливая с сильными ветрами. Иногда сентябрь сухой и солнечный по утрам мороз. Годовое количество осадков выпадает с весны до лета на западе и юго-западе со средней скоростью 1,3-3,4, м / с, а количество осадков составляет от 350 до 700-800 мм / год. Осадки распределяются неравномерно. На западном (наветренном) склоне Южного Урала выпадает большое количество осадков от 550 до 650 мм, а в некоторых районах восточный (наветренный) склон составляет от 400 до 450 мм. Наиболее влажными являются летние месяцы, когда выпадает около половины годового количества осадков. На зимний период приходится не более 25 % годовой суммы. Снежный покров мощный (до 50 см) и продолжительный (до 170 дней).

Транспортными путями являются железнодорожный транспорт и автомобильная дорога.

В цехе имеются электрические сети напряжением 0,4 кВ.

Проектируемый кран типа 3,2 - 16,4 - 6,0 - 380 - УЗ изготовлен Пышминским заводом ПТО и смонтирован в цехе № 2 по производству алюминиевого профиля АО "Златмаш". Данный кран предназначен для подъемно-транспортных работ с алюминиевым профилем, идущий на изготовление радиаторов отопления "Термал" при помощи стального крюка.

6.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Мостовой кран является вспомогательным механизмом в производственном цикле. Вопросы безопасности и экологичности проекта, будем рассматривать, применительно к мостовому крану. Особое внимание уделим рабочему месту оператора и машинному отделению - местами, где вероятность производственного травматизма наиболее велика.

К вредным факторам, оказывающим воздействие на оператора мостового крана относятся:

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист- Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		
						41

а) физические факторы:

1) метеорологические факторы (повышенная температура в цехе, запыленность воздуха);

2) повышенный уровень вибрации;

3) повышенная или пониженная подвижность воздуха;

4) движущиеся машины, механизмы;

5) отсутствие или недостаток естественного света;

б) расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

К опасным относятся сам мостовой кран, как подъемно-транспортная машина, электрооборудование мостового крана, а также опасность поражения электрическим током.

б) к психофизиологическим вредным факторам, воздействующим на оператора в течение его рабочей смены можно отнести следующие:

1) физические перегрузки (статические и динамические нагрузки, гиподинамия);

2) нервно-эмоциональные нагрузки (умственное перенапряжение, переутомление, монотонность труда, перенапряжение анализаторов (зрительные, слуховые));

3) переутомление;

4) монотонность труда.

6.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.

При работе на мостовом кране в качестве оператора, необходимо обеспечить соблюдение санитарных норм допустимых уровней освещенности, шума, и напряженности электромагнитного поля в соответствии с санитарными нормами.

Работа оператора крана относится к IIа категории тяжести, т.е. работы с затратами энергии более 175...232 Вт, т.е. работы выполняемые стоя или сидя, но не связанные с перемещением тяжестей. При данной категории работ, для комфортных условий, температура воздуха должна составлять от 20 до 22°C при влажности порядка 40–60 %, скорость перемещения воздуха – не более 0,2 м/с.

Предельно допустимые величины параметров вибрации на постоянных рабочих местах в производственных помещениях в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.556. лежат в интервале 92–107 дБ относительно $5 \cdot 10^{-5}$ мм/с. в зависимости от среднегеометрических и граничных частот октавных полос и амплитуды (пикового значения) перемещений при гармонических колебаниях.

Средняя освещенность на рабочих местах с постоянным пребыванием людей в соответствии с ГОСТ Р 55710-2013 должна быть не менее 200 лк. При равномерности освещенности освещенность поверхностей должна быть не менее 50 лк на стенах, 30 лк - на потолке.

Производственные помещения цехов и участки должны включать системы отопления, вентиляции, всасывания, кондиционирования воздуха в соответствии с [12], обеспечения комнатной температуры и чистого воздуха, а также воздуха ра-

										Лист- Лист
										42
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

бочей зоны в соответствии с ГОСТ 12.1.005 в соответствии с гигиеной. Следует предусмотреть снижение содержания вредных веществ. Минимальный уровень шума в соответствии с требованиями промышленных микроклиматических требований [13] СН 2.2.4 / 2.1.8.562-96 составляет 80 дБ.

6.4 Охрана труда

Должен быть выполнен ряд мероприятий в соответствии с [14], чтобы уменьшить негативное влияние на рабочих :

- если движущиеся части производственного оборудования представляют опасность, их необходимо ограждать;
- принудительная вентиляция не требуется;
- подсобные помещения для рабочих должны быть сделаны из звукоизолирующих материалов и проинструктированы, чтобы уменьшить количество несчастных случаев на производстве.

Для уменьшения случаев производственного травматизма проводятся инструктажи. Существуют следующие виды инструктажей [15]

- вводный инструктаж, проводимые при приеме на работу инженеров по технике безопасности на предприятии;

- первичный инструктаж на рабочем месте проводится на рабочем месте с разрешением на работу и оформляется в контрольном листе (при подключении к электрическому оборудованию стажировки будут проходить в 10–12 рабочих смен). Повторные инструктажи проводятся раз в полгода;

- неплановые инструктажи проводятся в случае замены оборудования, несчастного случая или если сотрудник не работал более трех месяцев;

- если производится работа с высокой степенью риска, проводится целевой инструктаж.

Лица, работающие на кране, должны быть обеспечены спецодеждой:

- а) хлопковый костюм из пылезащитной ткани;
- б) кожаная обувь.

В нерабочее время кран должен находиться в таком положении, чтобы посторонние лица не могли приступить к работе. Для этого необходимо вынуть ключ-бирку и выключить вводной автомат.

Профилактические проверки здоровья работников должны проводиться не реже одного раза в год [16].

Для предупреждения утомляемости и повышения работоспособности в первую очередь необходимо установить рациональный режим труда и отдыха в течение рабочей смены.

В цехе предусмотрен девяти часовой рабочий день с перерывом на обед. Режим труда должен предусматривать не менее чем пятиминутные паузы каждые два часа работы. Во время пауз целесообразно проводить физические упражнения.

Для защиты от воздействия опасных и вредных факторов необходимо применять следующие меры безопасности.

										Лист- Лист
										43
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

6.4.1 Защита от поражения электрическим током при ремонте и эксплуатации мостового крана.

При проверке и ремонте электрооборудования мостового крана необходимо отключить монтажный автоматический выключатель.

Проверка электрооборудования мостового крана и его включение должны быть поручены квалифицированному электрику.

Во время внешнего осмотра электрооборудования мостового крана перед вводом в эксплуатацию необходимо проверить [17]:

- качество электропроводки и монтаж электрооборудования;
- наличие заземления всех металлических частей станка, его механизмов и отдельно стоящих узлов;
- соответствовать требованиям плавких вставок, тепловых реле и настроек реле тока.

Средства защиты от электрооборудования и механических условий и риск соприкосновения с верхней частью верхнего положения мостового крана включают [15]:

- изоляция;
- ограждение;
- блокировки;
- пониженные напряжения;
- сигнализация;

Надежная изоляция заземления сигнализации и проводов от корпуса станка создает безопасную среду для персонала. Основной особенностью изоляции является сопротивление. Во время электрических установок состояние электроизоляции усугубляется нагревом, механическими повреждениями и воздействием окружающей производственной среды. Согласно ПУЭ, сопротивление изоляции электроустановки до 1000 В, к которой относится мостовой кран, должно составлять не менее 0,5 МОм. Если это условие выполнено, кран может быть введен в эксплуатацию без предварительной сушки. Если сопротивление изоляции обмотки низкое, необходимо высушить обмотку.

При проведении обходов или проверок запрещается прикасаться к токоведущим частям электрооборудования.

В рабочих и управляющих цепях в шкафу работают изолированные инструменты. Выполнение поиска неисправностей без электрических схем запрещено.

Поиск неисправностей и регулировку узлов защиты с помощью электроизмерительных приборов производить с использованием защитных средств не менее чем двумя лицами, одно из которых должно иметь группу по электробезопасности не ниже третьей.

Если необходимо произвести ремонтные работы в электродвигателях или в аппаратах управления, то необходимо предварительно отключить их от источника питания не менее чем в двух местах. На месте работ, на рукоятках отключающих аппаратов, при помощи которых может быть подано напряжение, вывешивают

предупредительные плакаты «Не включать – работают люди». По окончании работ плакаты снимают.

Рабочие, производящие монтаж и ремонт электрооборудования должны пройти медицинское освидетельствование и проверку знаний. Каждый раз, приступая к наладке объекта, руководитель группы наладчиков должен провести вводный инструктаж по технике безопасности, инструктаж каждого исполнителя на рабочем месте и проверить состояние защитных средств.

6.4.2 Защитное заземление

Поскольку мостовые краны представляют собой электрические установки, то все параметры электробезопасности должны соблюдаться в соответствии с требованиями ПУЭ. Кран - это установка, которая использует напряжение до 1000 В. В цехе № 2 по производству алюминиевого профиля основными техническими средствами, обеспечивающими безопасность работ, является заземление [18].

Заземление снижает до безопасного значения напряжение прикосновения человека, поскольку человек оказывается при повреждении изоляции включенным в электрическую цепь параллельно заземлителю, сопротивление которого по сравнению с сопротивлением человека значительно меньше. Это значительно снижает ток $I_{\text{ч}}$, протекающий через человека, который прикоснулся к поврежденному устройству [19].

Заземлению подлежат корпуса электродвигателей, трансформаторов, металлические оболочки кабелей и проводов, металлические ограждения. Для электрических установок до 1000 В сопротивление заземляющего устройства должно быть не менее 10 Ом.

Наблюдение состояния цепи заземления должно производиться одновременно с совершением работ, которые относятся к ремонту кранового электрооборудования, и не меньше, чем раз в год.

6.4.3 Защита от механического травмирования

Механические опасности создаются падающими, движущимися, природного и искусственного происхождения. Носителями механических опасностей искусственного происхождения являются машины и механизмы, различное оборудование, транспорт, здания и сооружения и многие другие объекты, воздействующие в силу разных обстоятельств на человека своей массой, кинетической энергией или другими свойствами.

В результате действия механических опасностей возможны телесные повреждения различной тяжести.

Защита от механических опасностей осуществляется следующим образом: ставятся защитные кожухи на вращающиеся части, на скользких местах ставятся резиновые коврики, каждый месяц персоналу выдаются перчатки. Характер защиты зависит от конкретных условий деятельности. Хорошо разработаны способы оказания доврачебной помощи и лечения последствий механических опасностей.

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист- Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		45

Чтобы обезопасить себя от механических воздействий, необходимо использовать защитную одежду. Перед началом работ необходимо провести внешний осмотр оборудования, содержащегося в комплексе.

Для предотвращения попадания людей в опасные зоны и под движущееся оборудование в цехе предусмотрен безопасный путь перемещения через рабочую зону, чтобы люди не могли попасть в опасные зоны или перемещать оборудование в рабочей зоне.

6.4.4 Защита от вибраций

Конструкция и проектирование механических и технических процессов должны быть спроектированы таким образом, что в борьбе с вибрацией в источнике устраняются или уменьшаются несбалансированные силы, отсутствует ударное взаимодействие между деталями, а вместо подшипников качения используются подшипники скольжения.

Благодаря Применению специальных видов зацепления и чистоты поверхности шестерен уровни вибрации могут быть снижены на 3-4 дБ.

Устранение дисбаланса вращающейся массы достигается путем балансировки, а восстановление из резонансного режима достигается путем изменения свойств системы (массы и жесткости) или изменения угловой скорости. Свойства жесткости системы изменяются путем введения ребер жесткости в конструкцию или изменения ее упругих свойств.

Увеличение потерь энергии при демпфировании вибрации достигается различными способами. Используйте пластик, дерево и резину. Нанести слой эластичного вязкого материала (кровельный материал, фольга, мастика, пластик и т. Д.) С большой потерей внутреннего трения. Толщина покрытия принимается равной двум-трем толщинам демпфирующей структуры. Смазочные масла хорошо вибрируют. Вибрационные агрегаты часто устанавливаются на больших фундаментах, чтобы гасить вибрации. Примеры виброизоляции включают гибкие вставки в воздуховодах, «плавающие полы» и опоры виброизоляции (для изоляции машин с вертикальными возмущающими силами). Внедрение дополнительных источников энергии (сервомеханизм). С этой помощью осуществляется обратная связь от изолированного объекта к антивибрационной системе. Специальные средства индивидуальной защиты (перчатки, перчатки) для защиты от вибраций.

6.4.5 Требования к электрическому оборудованию и системам управления

Токоподвод к грузовым тележкам должен осуществляться с помощью гибкого кабеля. По требованию заказчика в токоподводе к грузовой тележке могут быть предусмотрены резервные жилы и провода.

Степень защиты электрооборудования не ниже IP54 по ГОСТ 14254 с учетом имеющихся оболочек.

Аппаратура управления должна помещаться в закрытых шкафах или в аппаратных помещениях. В необходимых случаях должны предусматриваться отоп-

										Лист- Лист
										46
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

ление и вентиляция. В особо запыленных средах в шкафах или аппаратных помещениях должно поддерживаться избыточное давление не менее 0,01 Н/см². Если это требуют условия работы электрооборудования, в шкафах или аппаратных помещениях должны быть предусмотрены кондиционеры. Двери шкафов должны открываться на угол не менее 170°. При двери шкафа, открытой на 90°, перед шкафом должен оставаться проход не менее 500 мм.

6.5 Производственная санитария

Производственный контроль в цехе № 2 осуществляется в соответствии с санитарными правилами в соответствии с положениями федерального закона "о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения от 30 марта 1999 г. (изменен 3 августа 2018 г.)". Профилактические меры принимаются для предотвращения возникновения заболеваний, которые работают на промышленных объектах. Обеспечивать безопасные условия труда людей и соблюдать требования гигиенических нормативов и иных правовых норм, касающихся производственных процессов и технических средств Российской Федерации, организации рабочего места, коллективных и индивидуальных мер защиты работников, режиму труда, отдыха и бытовому обслуживанию работников в целях предупреждения травм, профессиональных заболеваний и заболеваний (отравлений), связанных с условиями труда. Искусственное освещение задающего участка листа осуществляется 176 дуговыми ртутными люминесцентными лампами, в каждом пролёте 36 ламп под потолком и по 2 лампы на стенах с каждой стороны.

6.5.1 Расчет искусственного освещения

Задача расчета - определить необходимую мощность источника света и создать заданную освещённость в цехе. При проектировании среды освещения необходимо решить ряд вопросов:

- выбрать тип источника света. Обычно газоразрядные лампы используются в осветительных производственных помещениях;
- определить систему освещения: при выборе системы освещения необходимо учитывать, что комбинированная система освещения является более эффективной, но гигиенически общая система освещения является более совершенной, т.к. это создаёт равномерное распределение световой энергии по всей области;
- выбрать тип светильника на основе характеристик: с учетом требований к распределению света, границ прямой яркости, экономических показателей, условий окружающей среды, а также пожарной и взрывобезопасности;
- лампы могут быть расположены в ряды, в шахматном порядке, ромбовидно, чтобы распределить лампы и определить их количество;
- определить норму освещенности на рабочем месте. Для этого необходимо установить размер объекта, который будет идентифицирован, контраст между объектом и фоном и характер работы, которая должна быть выполнена относи-

										Лист- Лист
										47
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

тельно рабочего фона. Найти минимальную нормируемую освещенность в соответствии с выбранной системой освещения и источником света.

Для освещения пролёта по производству профиля размерами 110 на 18 метров и высотой 8 метров выбираем люминесцентные лампы ЛПО 4x40.

Высота расположения светильников над освещаемой поверхностью H_c :

$$H_c = H - h_c - h_p ; \quad (6.1)$$

где H – общая высота помещения, м;

h_c – высота от потолка до нижней части светильника, м;

h_p – высота от пола до освещаемой поверхности, м.

$$H_c = 8 - 2 - 1 = 5 ;$$

У данных ламп ЛПО отношение расстояния между светильниками L_k высоте их подвеса H_c при прямоугольном размещении светильников принято 1,5. Отсюда расстояние между рядами светильников вдоль длинной стены L :

$$L = H_c \cdot 1,5 ; \quad (6.2)$$

где H_c – высота расположения светильников над освещаемой поверхностью, м по формуле (6.1)

$$L = 5 \cdot 1,5 = 7,5 ;$$

Расстояние между стенами и крайними рядами светильников принимаем: $l = (0,3 \dots 0,5) L$, при ширине зала 30 м.

Число рядов светильников n :

$$n = \frac{B}{L} ; \quad (6.3)$$

где B – ширина помещения, м;

L – расстояние между рядами светильников вдоль длинной стены, м по формуле (6.2).

$$n = \frac{18}{7,5} = 2,4 ;$$

Таким образом, светильники располагаем в 2 ряда.

СНиП 23 – 05 – 95 устанавливает норму освещенности в цехе $E_n = 200$ лк для общего освещения и работах средней точности. Индекс помещения i :

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист-
						Лист
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		48

$$i = \frac{A \cdot B}{Hc(A+B)}; \quad (6.4)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

Hc – высота расположения светильников над освещаемой поверхностью, м по формуле (6.1)

$$i = \frac{110 \cdot 18}{5(110+18)} = 3,09;$$

По найденному индексу помещения определяем коэффициент использования светового потока $\eta = 0,83$.

Номинальный световой поток для ЛПО4х40, $\Phi_{л} = 15000$ лм.

Необходимое число светильников N , шт.

$$N = \frac{E_n \cdot k \cdot z \cdot S}{n \cdot \Phi_{св} \cdot \eta}; \quad (6.5)$$

где E_n – норма освещенности для цеха, лк;

S – площадь помещения, м²;

n – число рядов светильников;

k – коэффициент запаса (1,4 – 1,7);

z – коэффициент неравномерности освещения (1,1 – 1,15);

η – коэффициент использования.

$$N = \frac{200 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 1980}{2 \cdot 9600 \cdot 0,83} = 40;$$

Таким образом, для искусственного освещения задающего участка листа выбираем 40 люминесцентных ламп ЛПО4х40 и располагаем их в два ряда, что наиболее эффективно.

6.5.2 Разработка мероприятий по снижению уровней шума

Шум может привести к снижению производительности, проблемам с памятью, внимательности, зрению, травмам и несчастным случаям. Длительное воздействие интенсивного шума может привести к частичной, а иногда и полной потере слуха. Степень вредоносности шума зависит от частоты, уровня (интенсивности) его воздействия, продолжительности и регулярности. Классификация шума, допустимые уровни шума при работе установлены в ГОСТ 12.1.003-76 «ССБТ. Общие требования безопасности по шуму» и СН245 71.

										Лист- Лист
										49
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

Источниками шума в цехе являются вращающиеся детали электромагнитов, двигателей и вспомогательных механизмов. Шум является результатом дисбаланса, выравнивания, центровки, неуравновешенности муфт, маховиков и других вращающихся деталей, плохой фиксации или деформации деталей и плохой смазки. Обслуживающий персонал должен внимательно следить за состоянием оборудования и его нормальной работой, чтобы своевременно устранить неисправности, которые могут привести к аварии.

Основные меры по предотвращению воздействия шума на персонал включают интегрированную автоматизацию и дистанционное управление техническими процессами, которые вызывают шум.

Используются звуконепроницаемые кожухи, полы, стены и потолки, чтобы ограничить распространение шума. Не рекомендуется красить стены комнаты масляной краской и клеить плитку вместе во избежание увеличения отражения звука. В таких помещениях используют акустическую штукатурку, акустическую плитку, войлок, стеклопластик. Все встроенные помещения звукоизолированы для защиты работников от шума, для этого стены и потолки облицованы звукопоглощающим материалом, окна с двойным остеклением и эластичная прокладка по контуру.

6.5.3 Разработка мероприятий по снятию психологических перегрузок

Общая продолжительность рабочего времени, время начала и завершения работы, продолжительность обеденных перерывов, частота и продолжительность перерывов во внутрисменных и ночных работах определяются в соответствии с применимыми законами и нормами трудового законодательства.

На психофизиологическую деятельность оператора, который следит за работой установки, оказывает влияние шум при работе установки, а также условия окружающей среды.

Статическое состояние работника и монотонная усталость работы. Под усталостью он понимает особое физиологическое состояние человеческого организма, возникающее после выполнения работы, и выражается как временная потеря работоспособности.

Признаки усталости и переутомления снижают производительность труда, но субъективно это обычно выражается в виде усталости, нежелание или даже невозможность продолжать работу дальше. Усталость может возникнуть при любом виде деятельности. Основой развития усталости является несоответствие между продолжительностью работы, тяжестью и временем отдыха.

Кроме того, возникновение переутомления может способствовать ухудшению условий труда, плохим условиям жизни и недоеданию. Это необходимо в производственных процессах с большим потреблением энергии или постоянным напряжением. Следует также иметь в виду, что время перерыва при выполнении одной и той же задачи должно соответствовать возрастным характеристикам организма.

										Лист- Лист
										50
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

В системе мер, обеспечивающих благоприятные условия труда, большое место отводится вопросам цветового оформления помещений. Самый холодный и успокаивающий цвет - голубоватый.

6.6 Эргономика и производственная эстетика

Внешняя среда, окружающая человека на производстве, влияет на организм человека, на его физиологические функции, психику, производительность труда.

При выполнении производственных операций рабочее место оператора обеспечивает возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя или в положениях и сидя, и стоя.

При этом учитывается:

- физическую тяжесть работ;
- размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего в процессе выполнения работ;
- технологические особенности процесса выполнения работ.

Органы управления производственным оборудованием должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91ССБТ.Оборудование производственное. Общие требования безопасности. Дата введения 01.01.92г.

Конструкция органов управления мостового крана обеспечивает оптимальные условия ведения производственного процесса.

Пульты управления краном находятся на оптимально-удобной для оператора высоте. Клавиши управления, а также свето-сигнальная арматура легко доступны и легко читаемы.

6.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Потенциал пожаров в зданиях и сооружениях, а также распространение огня в них зависят от конструкции и материалов, из которых они сделаны, размера здания и их планировки.

По степени пожарной опасности цех №2 в частности пролёт по изготовлению алюминиевого профиля относится к категории Г, а по степени огнестойкости к I категории огнестойкости.

В цехе может возникнуть пожар при повреждении действующего оборудования и воспламенении горючих материалов (кабельной массы, трансформаторного масла), а также во время ремонтных работ при пользовании открытым огнем (пайка, сварочные работы и др.) в случае несоблюдения мер пожарной безопасности.

Во избежание пожара запрещается:

- хранить в цехах горючие материалы;
- разжигать паяльные лампы вне распределительных устройств.

На месте проведения противопожарных работ должны быть предусмотрены меры пожаротушения (огнетушители, песочницы, ведра с водой), и если легко-воспламеняющиеся конструкции находятся вблизи этих рабочих мест, они долж-

										Лист- Лист
										51
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР					

ны быть защищены от пожара. Запрещается пользоваться открытым огнем при работе с лаками и красками, содержащими огнеопасные и взрывоопасные летучие растворители и разбавители (ацетон, бензин).

При возгорании пожарная команда должна немедленно приступить тушить пожар со всеми мерами пожаротушения. Если невозможно потушить огонь своими силами, необходимо вызвать пожарную команду.

Правильно спроектированная, реализованная и эксплуатируемая машина не представляет опасности возгорания. Причиной прерывания нормальной работы машины может стать большое переходное сопротивление, короткое замыкание, которое перегружает сетевой провод.

Короткое замыкание происходит, когда провода электрической цепи соединены непосредственно друг с другом (или через металлический предмет). Перегрузка проводов в сети происходит во время транспортировки, и сила больше, чем допустимое отклонение проводов в этом разделе. Переходное сопротивление формируется там, где подключен ток провода. Если такой переход не происходит успешно, прохождение тока создает большие сопротивления и вызывает сильный перегрев в этих местах. В случае короткого замыкания или перегрузки температура провода может быстро возрасти, что может привести к срабатыванию изолятора.

Тушение электрооборудования происходит при низком напряжении, что предотвращает попадание огня в близлежащее оборудование. Когда загорается маслonaполненное устройство, вы можете использовать любое средство пожаротушения: воздушно-механическая пена, разбрызгивание воды, огнетушитель.

Не рекомендуется тушить горящее масло струей воды, чтобы избежать увеличения площади пожара. Для этого применяются огнетушители при тушении кабелей, проводов, оборудования, углекислого газа ОУ-5 или порошковых огнетушителей, огнетушителей ОП-10 и брызг воды. Если напряжение не может быть снято, разрешается тушить пожар прикосновением и струей распыленной воды. В этом случае ствол пожарного рукава должен быть заземлен, а работы должны выполняться с помощью диэлектрических ботов и перчаток.

Ответственность за пожароопасность электрооборудования возлагается на главного инженера-электрика объекта. Для состояния электрооборудования объекта необходимо установить постоянный надзор, периодически проверяя сетку с помощью внешнего осмотра и оборудования для изменения сопротивления изоляции.

Все электрические соединения, электропитание и освещение, электрические сети должны соответствовать правилам электромонтажа. Временная эксплуатация сетей с поврежденной или плохой изоляцией запрещена.

Использование некалиброванных предохранителей для защиты электрических сетей запрещено. Изгиб, скручивание или задержка проводов запрещены.

Запрещается устанавливать и подключать к сети электрические обогреватели (электроды, электрические котлы, электрические воздухонагреватели). Установка электронагревателя в технических целях должна производиться с разрешения главного инженера и пожарной охраны.

									Лист- Лист
									52
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР				

Электрооборудование и аппаратура защитного, закрытого и т.п. исполнения должны систематически подвергаться проверке в части степени герметизации, состояния уплотняющих прокладок и т.п.

Использование неисправных выключателей, розеток, распределительных коробок, картриджей или вилок запрещено. Неисправные электрические устройства и устройства должны быть немедленно отключены от сети. Приборы или электрические устройства к сети с отсоединенными проводами подключать запрещено.

Чтобы быстро устранить источник возгорания, средства тушения должны быть расположены близко к потенциальному месту воспламенения и должны быть доступны для быстрого реагирования. На территории завода имеется пожарная часть, которая в случае пожара может в короткие сроки прибыть к очагу возгорания.

6.8 Экологическая безопасность

Систематические принципы обеспечения чистоты окружающей среды в обеспечении чистоты окружающей среды является научно и экономически обоснованное проектирование ее охраны, позволяющее найти оптимальные решения данного вопроса. Поэтому в сложных проектах промышленного производства необходимо создать отдел, обеспечивающий защиту окружающей среды для обеспечения чистоты воздуха, гидросферы и загрязнения ее твердыми отходами.

Существует ряд мер, направленных на одновременное снижение загрязнения окружающей и внутренней воздушной среды. Это, в первую очередь, улучшение в производстве, которое заключается в замене использованных вредных веществ нетоксичными или менее токсичными веществами при использовании выбросов для других технических процессов и производства. Устанавливают вентиляционные укрытия и отсосы, например, разжиженные зонты, бортовые отсосы, воздухоотсасывающие пакеты.

Отсосы и укрытия должны проектироваться одновременно с разработкой технического оборудования и является его неотъемлемой и очень важной частью.

Основным способом защиты вод от загрязнения сточными водами является строительство сооружений. Различные соединения, которые загрязняют сточные воды, требуют использования различных методов и оборудования для очистки сточных вод. Механические, биологические и физико-химические методы широко используются для очистки промышленных сточных вод. Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод нерастворенных минеральных и органических примесей. Поэтому для удаления взвешенных частиц из сточных вод используют гидромеханические процессы (периодические и непрерывные) процеживания, отстаивания (гравитационное и центробежное), а также фильтрование. Выбор метода зависит от размера частиц примесей, физико-химических свойств и концентрации взвешенных частиц, расхода сточных вод и необходимой степени очистки.

									Лист- Лист
									53
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР				

Что касается мостового крана цеха № 2, для защиты окружающей среды, специальных средств защиты не применяется, потому что он не наносит вред ей.

6.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайные ситуации на территории завода могут быть вызваны налипанием на проводах снега, разрушением цехов и пожарами. Пожар считается чрезвычайной ситуацией, если недостаточно мер противопожарной защиты для его ликвидации. Территория ОАО «Златмаш», охраняется службой безопасности завода (СБ) и группой быстрого реагирования. Они проверяют пропускной режим и выявляют посторонних лиц на заводе без пропуска. Они следят за особо важной целью завода в отношении использования террористических актов и факта кражи материально значимых ценностей завода. Возникновение аварийных ситуаций связано с наличием остаточных рисков. Согласно концепции остаточного риска, абсолютную безопасность обеспечить невозможно. Поэтому применяется безопасность, которую общество может обеспечить в течение определенного периода времени.

Условия возникновения ЧС:

- наличие источника риска (давления, взрывчатых, ядовитых, радиоактивных веществ);
- действие факторов риска (выброс газа, взрыв, возгорание);
- нахождение в очаге поражения людей.

Анализ причин и развития ЧС различного характера показывает их общую черту – стадийность. Выделяют пять стадий (периодов) развития ЧС:

- накопления отрицательных эффектов, приводящих к аварии;
- период развития катастрофы;
- экстремальный период, при котором выделяется основная доля энергии;
- период затухания⁴
- период ликвидации последствий.

Задачи гражданской обороны принято условно делить на три группы.

В первую группу входят все задачи по защите населения. Они считаются основными, базой гражданской обороны. В системе гражданской обороны применительно к теме выпускной квалификационной работы охрана населения осуществляется комплексными мероприятиями согласно организации работы предприятия, то есть проведение инструктажей, соблюдение «Должностных инструкций» [20].

Вторая группа задач – это мероприятия гражданской обороны, направленные на увеличение стабильности работы, а также снижение вероятного вреда народному хозяйству при возникновении стихийных бедствий, авариях и катастрофах.

В третью категорию вопросов входят мероприятия по подготовке сил и средств для ликвидации последствий стихийных бедствий, аварий и катастроф. В структуру мероприятий входят аттестация и подготовка персонала действиям при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Из данной группы задач в сфере гражданской обороны первоначально решается одна из наиболее важных проблем – спасательные и неотложные аварийно-

									Лист- Лист
									54
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР				

восстановительные работы в очагах поражения с привлечением всех сил и средств.

Масштабные аварии и катастрофы могут возникнуть вследствие стихийного бедствия, или нарушения технологии производства, правил эксплуатации машин, оборудования и установленных мер безопасности.

Самую большую вероятность имеет причина аварии и это сбой в системе электроснабжения, которые могут привести к остановке в работе и порче оборудования.

Катастрофа несёт за собой разрушение зданий, сооружений и гибель людей.

Для достижения полного и организованного выполнения мероприятий ГО на объекте достигается заблаговременной разработкой плана мероприятий, которые необходимо провести при возникновении чрезвычайной ситуации.

Планом ГО объекта является разработанный перечень мероприятий по защите рабочих и служащих, повышению устойчивости работы объектов в экстремальных ситуациях.

В план ГО включаются мероприятия по защите рабочих и служащих, поддержанию производственной деятельности и другие, с учетом обстановки.

План ГО объекта является программой осуществления защитных и других мероприятий. Он позволяет организованно решать задачи ГО в случае возникновения крупных аварий и катастроф или стихийного бедствия.

Для достижения плана по гражданской обороне, заводом производится закуп средств индивидуальной защиты, медикаментов, аптек. Непригодные медицинские препараты утилизируются в установленном порядке. Препараты, содержание в своём составе наркотические вещества, передаются для утилизации специализированным организациям.

Для ликвидации последствий стихийных бедствий, крупных аварий и катастроф на заводе организовано оповещение рабочих и служащих работающей смены. Использование сети внутреннего радиовещания, телефонной диспетчерской связи. Разработаны мероприятия по организации и проведению эвакуации рабочих, указываются маршруты и пункты эвакуации. Определяются методы и средства для проведения работ по устранению последствий масштабных аварий и катастроф, порядок управления, силы и средства связи, обеспечивающие управление. Предусматривают организацию обеспечения питанием, порядок ГМС техники и ее ремонт, а также обеспечение общественного порядка и охраны материальных ценностей и личного имущества граждан.

Ликвидация пожаров состоит из остановки огня, его локализации тушения и последующей охраны места возгорания.

Главным мероприятием по тушению пожаров является тушение его водой или растворами огнетушащих химикатов, отжиг (пуск встречного огня).

Спасение людей – главная задача спасательных работ при пожарах. Из зон возможного распространения пожара эвакуируются люди и материальные ценности. В первую очередь спасают людей, оказавшихся в горящих зонах зданий и сооружений. Поиску людей осуществляются парами в целях безопасности: один спаса-

										Лист- Лист
										55
Изм.	Лист-	№ докум.	№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР				

тель разыскивает, а второй страхует его с помощью веревки, находясь в более безопасном месте. При сильном задымлении помещения спасательные работы выполняются с использованием противогаза.

В гражданской обороне большое внимание уделяется устойчивости предприятий. Повышение устойчивости достигается путем усиления наиболее уязвимых элементов и участков объекта. Важное значение имеет проведение инженерно – технических мероприятий.

Основными мероприятиями, проводимыми для повышения устойчивости работы промышленных объектов являются:

- повышение прочности и устойчивости важнейших элементов объектов;
- повышение устойчивости материально-технического снабжения;
- повышение устойчивости управления;
- разработка мероприятий по уменьшению вероятности возникновения вторичных факторов поражения и ущерба от них;
- подготовка к восстановлению производства после поражения объекта.

Самой уязвимой частью при ЧС на предприятии является система электро-снабжения, выход из строя которой ведет к остановке работы, порче оборудования и потере информации. Поэтому повышение устойчивости работы системы электро-снабжения объекта имеет крайне важное значение. Устойчивость систем энергоснабжения АО «Златмаш» повышается путем подключения его к нескольким источникам питания, удаленным один от другого на расстояние, исключающее возможность их одновременного поражения. Повышение устойчивости системы электро-снабжения объекта также достигается проведением общегородских инженерно – технических мероприятий. Кроме того, на предприятии предусматривается проведение инженерно-технических мероприятий по своему плану:

- применение сетевых фильтров для питания ЭВМ, которые защищают от перенапряжения и высокочастотных помех;
- использование резервных источников питания;
- проведение профилактических мероприятий по защите существующих подстанций и распределительной аппаратуры.

Для предотвращения выхода из строя электрических сетей следует устанавливать устройства автоматического отключения их при образовании перенапряжений, которые могут быть созданы электромагнитными полями, возникающими при авариях.

6.10 Вывод по шестому разделу

Проведен анализ опасных и вредных факторов, возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих при работе на мостовом кране расположенному в пролёте цеха № 2 по изготовлению алюминиевого профиля, а также проведен расчет уровня освещения участка. Рассмотрены основные требования к мерам безопасности и безвредности работы на месте оператора.

									Лист- Лист
									56
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-	13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР				

7 РАСЧЕТ ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Модернизация любого оборудования – это совершенствование конструкции, направленное на повышение надежности работы оборудования, выражающееся в сокращении простоев оборудования в аварийных (внеплановых) ремонтах, в техническом обслуживании и плановых ремонтах.

В выпускной квалификационной работе представлена модернизация электрооборудования механизма подъема мостового крана. Необходимость модернизации вызвана тем, что при резких пусках и остановках при поднятии или опускании груза имеют место быть ударные нагрузки, которые могут привести к порче профиля или, например, каната на котором подвешен крюк с грузом. Модернизация позволит усовершенствовать крановое оборудование и обеспечить более безопасное управление краном.

7.1 Расчет текущих затрат

Рассмотрим стоимость оборудования фирм ИРБИ и ЭЛМА, которое представлено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Стоимость проектного оборудования

Наименование	Обозначение	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Частотно-регулируемый электропривод ИРБИ 823 - 5,5 - 0,4	PR2	1	60840	60840
Электродвигатель МТКФ 112 ЭЛМА	DV2	1	50740	50740
Итого	C2	111580		

Рассмотрим стоимость оборудования фирм "Балканско эхо" и BOSCH, которое представлено в таблице 7.2

Таблица 7.2 – Стоимость базового оборудования

Наименование	Обозначение	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Частотно-регулируемый электропривод BOSCH Rexroth модель EFC 3610 5k50	PR1	1	29328	29328

окончание таблицы 7.2

Наименование	Обозначение	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Стоимость,руб.
Электродвигатель типа KGE 2011 - 6	DV1	1	43871	43871
Итого	C1	73199		

Текущие затраты на годовой объем работ при первом варианте:

$$S1 = C1 \cdot S_{p1} + C1 \cdot S_{a1}; \quad (7.1)$$

где S_{p1} - затраты на текущий ремонт и содержание оборудования, 5% от стоимости оборудования;

S_{a1} - норма годовых амортизационных отчислений, 14%.

$$S1 = 111580 \cdot 0,05 + 111580 \cdot 0,14 = 21200,2 \text{ руб/год};$$

Текущие затраты на годовой объем работ при втором варианте:

$$S2 = C2 \cdot S_{p2} + C2 \cdot S_{a2}; \quad (7.2)$$

где S_{p2} - затраты на текущий ремонт и содержание оборудования, 5% от стоимости оборудования;

S_{a2} - норма годовых амортизационных отчислений, 14%.

$$S2 = 73199 \cdot 0,05 + 73199 \cdot 0,14 = 13907,81 \text{ руб/год};$$

7.2 Расчет дополнительных капитальных вложений

Дополнительные капитальные вложения при первом варианте:

$$K1 = C1 \cdot K_{oc1}; \quad (7.3)$$

где K_{oc1} - дополнительные капитальные затраты на основные средства с учетом затрат на их транспортировку, монтаж и ввод в действие, в размере 10% от затрат на основное оборудование.

$$K1 = 111580 \cdot 1,1 = 122738 \text{ руб};$$

Дополнительные капитальные вложения при втором варианте:

					13.03.02.19.024.00.00 ПЗ ВКР	Лист-
Изм.	Лист-	№ докум.№	Под-	Дата-		Лист
						58

$$K_2 = C_2 \cdot K_{oc2} \quad (7.4)$$

где K_{oc2} - дополнительные капитальные затраты на основные средства с учетом затрат на их транспортировку, монтаж и ввод в действие, в размере 10% от затрат на основное оборудование.

$$K_2 = 73199 \cdot 1,1 = 80519 \text{ руб.};$$

Дополнительные капитальные вложения по предлагаемому варианту:

$$\Delta K = K_2 - K_1; \quad (7.5)$$

$$\Delta K = 80519 - 122738 = -42219 \text{ руб.}$$

7.3 Годовой экономический эффект и сроки окупаемости

Годовой экономический эффект от применения модернизированной конструкции:

$$\mathcal{E}_Г = (S_1 - S_2) - E_H \Delta K; \quad (7.6)$$

где E_H - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, который равен 0,15

$$\mathcal{E}_Г = (21200,2 - 13907,81) - 0,15 \cdot (-42219) = 13615,25;$$

Срок окупаемости оборудования:

$$T_{ок.} = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}_Г}; \quad (7.7)$$

$$T_{ок.} = \frac{42219}{13615,25} = 3,1 \text{ лет.}$$

Сравнительные экономические показатели модернизации в сравнение с существующей системой представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Сравнительный экономический анализ модернизации

Показатель	Размерность	Первый вариант	Второй вариант
Общая стоимость оборудования	руб.	111580	73199

окончание таблицы 7.2

Показатель	Размерность	Первый вариант	Второй вариант
Текущие затраты на годовой объем работ	руб.	21200,2	13907,81
Дополнительные капитальные вложения	руб.	122738	80519
Годовой экономический эффект	руб.	13615,25	
Срок окупаемости	лет	3,1	

7.4 Вывод по седьмому разделу

В результате модернизации электрооборудования механизма подъема мостового крана получится годовой экономический эффект в сумме 13615,25 рублей и все затраты окупятся за 3,1 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной выпускной квалификационной работы было модернизировано оборудование механизма подъема мостового крана цеха № 2 по изготовлению алюминиевого профиля грузоподъемностью 3,2 тонны. В ходе расчетов статических и динамических нагрузок было выбрано оборудование : крановый электродвигатель с короткозамкнутым самотормозящим ротором фирмы "Болканско эхо" KG2011 - 6 и частотный преобразователь фирмы BOSCH Rexroth EFC 3610 типа 5K50. Представлена схема подключения данного преобразователя в системе электропривода и схема управления.

Разработана математическая модель электропривода механизма подъема мостового крана в программе VisSim, с помощью которой проведена сравнительная характеристики работы механизма подъема без преобразователя частоты и с его наличием.

Рассчитаны капитальные затраты на годовой объем и затраты на дополнительные капитальные вложения, а также экономический эффект который составил 13615,25 рублей. Срок окупаемости составит 3,1 года.

Рассмотрены вопросы по безопасности жизнедеятельности, в том числе вопрос охраны труда, производственной санитарии, экологической безопасности, организации гражданской обороны при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.2018.024.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1.Школа для электрика/ <http://electricalschool.info/spravochnik/masciny/671-kranovye-jelektrodivigateli.html>
- 2.Официальный дистрибьютор болгарского завода "БалканскоеЕхо"/ <http://kranimport.ru/balkanskoeoho>
- 3.ЭлектроСпецМаш/ <http://esm96.ru/product/dvigateli-podema-dlya-telferov-seriy-kge-kg>
- 4.ООО Научно - производственная фирма ИРБИС/<http://www.irbis-privod.ru>
- 5.Преобразователи частоты:просто о сложном /Пер. сангл. - М.: Danfoss-DrivesA/S, 2006. - 165 с
- 6.Школа для электрика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/electrotehnolog/334-jelektricheskie-pechi-nagreva.html>
- 7.ГОСТ 33166.1 - 2014 Краны грузоподъемные.Требования к механизмам.Часть1.Общие положения (с поправкой)/2014г.
8. ГОСТ 27584-88. Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия (с Изменением N 1)
- 9.Ласточкин В.М., Шамрай Ф.А. «Методика по силовому расчету частотно-регулируемых электроприводов крановых механизмов».
10. Преобразователь частоты RexrothСерияEFCx610 руководство по эксплуатации:TheDrive&ControlCompanyRexrothBOSCHGroup. - DOK-RCO03-EFC-X610***-IT03-RU-P, 2015. - 392 с.
- 11.ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (с изменениями от 28 октября 2008 г.)
12. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
13. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 14 Федеральный закон "Об основах охраны труда в Российской Федерации" от 17 июля 1999 г. № 181 – ФЗ / Собрание законодательства Российской Федерации – 1999 – № 29 – ст. 3702.
- 15 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утв. Минэнерго РФ 13 января 2003 г.
- 16 Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. Совместное постановление Министерства труда и социального развития РФ № 1 и Министерства образования от 13.01.2003 № 29.
- 17 Техника безопасности в электроэнергетических установках. Справочное пособие / под ред. Долина П.А., 1988.
- 18 Правила эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор. Минтопэнерго РФ, Энергоатомиздат. 2002 г. (6-е издание).
- 19 Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / С.В.Белов, А.В.Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ.ред. С.В. Белова. 3 – е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2001.
- 20 Атаманюк В.Г., Ширшев Л.Г., Акимов Н.И. Гражданская оборона: Учебник для вузов – М.: Высшая школа, 1986 – 207 с.

					13.03.02.2018.024.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62