

Министерство 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

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2019 г.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОДЪЕМА
КРАНОВОЙ УСТАНОВКИ АВТОМОТРИСЫ АДМ-1

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.19.004.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2019 г.

Руководитель работы
профессор

_____ П.Г. Вигриянов
_____ 2019 г.

Автор работы
студент группы ФТТ-533

_____ А.В. Семенов
_____ 2019 г.

Нормоконтролер
ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2019 г.

Златоуст 2019

АННОТАЦИЯ

Семенов А.В. Модернизация электропривода подъема крановой установки автотрисы АДМ-1 – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2019 г., 50 с., 10 ил., библиогр. список – 38 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В работе рассмотрены вопросы модернизации электропривода подъема крановой установки автотрисы АДМ-1. Выполнен расчет статических и динамических показателей электродвигателя и преобразователя частоты.

Выбранное оборудование - электродвигатель серии МТК и преобразователь частоты ES-024 обеспечивают плавную работу электропривода без толчков и повышают надежность кранового оборудования автотрисы АДМ-1.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы охраны труда, производственной санитарии, эргономики и производственной эстетики, противопожарной и взрывобезопасности, а также экологической безопасности и угрозе чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Семенов А.В.				Модернизация электропривода подъема крановой установки автотрисы АДМ-1 Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Вигриянов П.Г.					Д	4	50
Т. Контр.	Сандалов В.М.					Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.							
Утверд.	Сергеев Ю.С.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	8
1.1 Виды электроприводов, применяемые в подъемных механизмах.....	8
1.2 Частотно-регулируемые электроприводы.....	9
Выводы по разделу один.....	12
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАНА.....	13
2.1 Описание технологической схемы объекта.....	13
2.2 Техническая характеристика крана.....	15
2.3 Требования к системе электропривода механизма подъема.....	15
Выводы по разделу два.....	16
3 РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА.....	17
3.1 Расчет мощности электродвигателя.....	17
3.2 Техническая характеристика электродвигателя.....	20
Выводы по разделу три.....	22
4 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА.....	23
4.1 Выбор частотно-регулируемого электропривода.....	23
4.2 Общие сведения о преобразователе.....	23
Выводы по разделу четыре.....	26
5 МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ VISSIM.....	27
5.1 Построение и расчет математической модели электропривода подъема.....	27
5.2 Результаты моделирования.....	30
Вывод по разделу пять.....	33
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	34
6.1 Краткое описание рассматриваемого объекта.....	34
6.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	34
6.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.....	35
6.4 Охрана труда.....	35
6.5 Производственная санитария.....	41
6.6 Эргономика и производственная эстетика.....	43
6.7 Противопожарная и взрывобезопасность.....	44
6.8 Экологическая безопасность.....	45
6.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.....	46
Выводы по разделу шесть.....	47

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	49

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время ОАО «РЖД» является крупнейшим железнодорожным перевозчиком в Российской Федерации и входит в мировую тройку лидеров железнодорожных компаний. «Российские Железные Дороги» занимаются грузовыми перевозками, пассажирскими перевозками пригородного и дальнего сообщения, предоставлением услуг локомотивной тяги, ремонтом подвижного состава, научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельностью, а также содержанием социальной сферы [1].

Протяженность электрифицированных линий составляет более 43000 км. Обслуживание данных участков является неотъемлемой частью развития железнодорожных перевозок в целом, для этого в хозяйстве электрификации используется различная техника. Большая часть работ по ремонту и обслуживанию контактной сети и путевого хозяйства производится в «технологические окна» (перерывы в движении поездов). Для производства работы активно применяется крановое оборудование, которое не всегда позволяет выполнять работу быстро и эффективно. Так на примере района контактной сети ст. Миасс используется крановая установка автомотрисы АДМ-1, с релейно-контакторной системой управления. Частые отказы и поломки приводят к увеличению времени технологического процесса и в свою очередь задержке «окна», что негативно сказывается на графике перевозок. В 2018 году кран автомотрисы был неисправен 183 часа, что привело к отмене 15 «технологических окон» и невозможности выезда на устранение 3 повреждений контактной сети.

Необходимо чтобы оборудование автомотрисы всегда находилось в рабочем состоянии. В настоящее время краны небольшой грузоподъемностью выпускают с частотным преобразователем, что позволяет ускорить технологический процесс.

Целью выпускной квалификационной работы является снижение динамических нагрузок электропривода подъема крана.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- поверочный расчет мощности электродвигателя подъема;
- выбор частотного преобразователя;
- моделирование в программе VISSIM.

Объект исследования – крановая установка автомотрисы АДМ-1.

Предмет исследования - электропривод подъема.

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

1.1 Виды электроприводов, применяемые в подъемных механизмах

В крановых механизмах применяются различные типы электродвигателей постоянного и переменного тока. Основным режимом работы таких двигателей является повторно-кратковременный с возможностью регулирования скорости в широком диапазоне. Характерными особенностями крановых электродвигателей считаются частые пуски, торможения и реверсы, а также в режиме существенных перегрузок и вибраций. Кроме всего перечисленного некоторые электродвигатели эксплуатируются в условиях высоких температур (до 60-70°C), как например в некоторых металлургических цехах. [3].

В связи с этим электродвигатели, применяемые в крановых механизмах, отличаются от двигателей общепромышленного назначения по техническим характеристикам, а также и по экономическим показателям.

К основным особенностям крановых электродвигателей относятся:

- закрытое исполнение корпуса;
- класс нагревостойкости изоляционных материалов, применяемых в данных двигателях, чаще всего F и H;
- минимально возможный момент инерции ротора и невысокая номинальная частота его вращения, что уменьшает потери в переходных процессах;
- высокое значение магнитного потока обеспечивает большую перегрузочную способность двигателя по моменту;
- кратность кратковременных перегрузок по моменту (2,15-5,0) – для двигателей постоянного тока, (2,3-3,5) – для асинхронных двигателей;
- кратность максимальной частоты вращения к номинальной (3,5-4,9) – для двигателей постоянного тока, 2,5 – для асинхронных двигателей;
- номинальным режимом крановых асинхронных двигателей – повторно-кратковременный (ПВ=40%), для электродвигателей постоянного тока кроме этого применяется часовой режим работы. При высоких нагрузках на вал двигателя для плавного пуска и регулирования скорости в крановых механизмах чаще всего используют асинхронные электродвигатели с фазным ротором. Они способны работать в средних тяжелых и очень тяжелых режимах перегрузки. Скорость таких двигателей возможно регулировать в пределах от (1:3) до (1:4).

Для механизмов подъема в легких и средних режимах работы возможно применение асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Реже их применяют в приводах передвижения малоответственных тихоходных кранов. Главной особенностью данного электродвигателя является высокий пусковой момент и токи, но массогабаритные показатели на 8% меньше по сравнению с асинхронным двигателем с фазным ротором и цена в 1,3 раза ниже при равных

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

мощностях этих двигателей. В механизмах с более тяжелыми режимами двигатели с короткозамкнутым ротором применяются с ограничениями допустимой частоты включения и сложностью схем регулирования скорости.

Двигатели переменного тока имеют ряд достоинств на фоне двигателей постоянного тока: простота обслуживания, ремонта и относительно низкая цена. Массогабаритные показатели асинхронного двигателя в 2-3 раза меньше этих показателей двигателя постоянного тока, при снижении массы медной части в 5 раз для двигателей одинаковой мощности. Эксплуатационные затраты для двигателя переменного тока с короткозамкнутым ротором в 5 раз меньше этих затрат для асинхронного двигателя с фазным ротором и в 10 раз ниже чем для двигателя постоянного тока. Исходя из этого наибольшее распространение в крановых механизмах получили двигатели переменного тока (почти 90 % от общего числа электродвигателей).

1.2 Частотно-регулируемые электроприводы

Рынок частотно-регулируемых электроприводов насчитывает сотни разнообразных вариантов в разных ценовых категориях, которые в свою очередь отличаются функциональными и техническими характеристиками. Среди лидеров европейских производителей стоит отметить такие крупные производители как: «Danfoss», «ABB», «Schneider Electric», «Vacon». Серьезную конкуренцию компаниям из Европы составляют азиатские корпорации, одной из которых является Тайванская компания «Delta Electronics». Не стоит забывать и об отечественных производителях не менее конкурентоспособных в указанном сегменте рынка. Одними из крупнейших производителей частотно-преобразовательной техники и электроприводов в России являются «Эффективные системы» и «Веспер».

«Эффективные Системы». Отечественный производитель, располагающий собственным отделом разработки электронных систем, линией техподдержки, сервисным центром. Выпускает опытные партии оборудования, занимается серийным производством. В спектр продукции входят несколько серий частотных преобразователей, устройства плавного пуска, а также уникальные контроллеры «ЭнерджиСейвер. Помимо прочего, компания осуществляет разработку, проектирование, монтаж, пуско-наладочные работы, обслуживание электроприводов и силовой техники в гарантийный срок и после его истечения, производит ремонт частотных преобразователей и устройств плавного пуска, а также проводит обучение для персонала, обслуживающего данное оборудование. [2].

«Веспер». С 1992 года компания производит силовую преобразовательную технику для электроприводов различного промышленного оборудования. Модельный ряд компании насчитывает более семи различных серий преобразователей частоты, в том числе и многофункциональные. Помимо производства компания занимается поставками, проектированием и исследованием объектов и систем, осуществляет обслуживание, гарантийный и послегарантийный ремонт, а также обучение персонала для обслуживания данного оборудования [3].

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 1.1 Показатели частотно регулируемых электроприводов

ЧРЭ Параметры	«Эффективные системы» ES-024	«ВЕСПЕР» EI-9011	«Danfoss» HVAC Drive	«ABB» ACS880	«Schneider Electric» Altivar 312	«Delta Electronics» CH2000	«Vacon» 100
Страна производитель	Россия	Россия	Дания	Швеция Швейцария	Германия	Тайвань	Финляндия
Диапазон мощности, кВт	От 1,5 до 630	От 0,75 до 500	От 0,75 до 350	От 0,55 до 250	От 0,37 до 630	От 0,75 до 185	От 0,55 до 160
Перегрузочная способность, % $I_{ном}$, в течение 60 сек	180	150	110	110	150	150	110
Пусковой момент, % $M_{ном}$	150	150	135	135	170	200	135
Глубина регулирования	1:1000	1:1000	1:100	1:100	1:1000	1:100	1:100
Точность поддержания скорости	$\pm 0,2\% \omega_{max}$	$\pm 0,05\% \omega_{max}$	$\pm 0,2\% \omega_{max}$	$\pm 0,2\% \omega_{max}$	$\pm 0,2\% \omega_{max}$	$0,2\% \omega_{max}$	$0,2\% \omega_{max}$
Стоимость, руб	32600	36300	45200	48400	49700	41900	41200

13.03.02.19.004.00.00 ПЗ

Выводы по разделу один

Электроприводы отечественного производства не уступают зарубежным аналогам по основным техническим характеристикам.

Отечественный производитель гарантирует сопровождение производимой продукции, а именно: доставка, монтаж, пуско-наладочные работы, гарантийное обслуживание и ремонт, что является предпочтительным условием в выборе необходимого электропривода.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРАНА

2.1 Описание технологической схемы объекта

Автомотриса представляет собой самоходный двухосный экипаж. На передней консоли расположена несущая кабина с краном. На задней консоли - силовая установка и монтажная площадка. Грузоподъемный телескопический кран выполняет монтаж и демонтаж опор контактной сети, погрузку и выгрузку различных грузов.

Внешний вид автомотрисы показан на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Внешний вид автомотрисы АДМ-1

В состав крана автомотрисы входят три основных электропривода: поворота крана, подъема груза и выдвижения стрелы. Все три этих привода являются реверсивными и асинхронными. Электропривод подъема груза представляет собой электрическую таль.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Кроме электродвигателя таль содержит в своем составе следующее электрооборудование: концевые выключатели защиты от переподъема и чрезмерного спуска груза, а также электромагнитные пускатели привода подъема груза. Все это размещается в герметичном шкафу, монтируемом в кабине машиниста автототрисы. В этом же шкафу на клеммных колодках производятся соединения жил кабелей.

Самым ответственным приводом крана является привод подъема. Он обязательно оснащен концевыми выключателями, которые нуждаются в наладке для срабатывания в правильную сторону. Кроме того, обязательным является и наличие тормоза, катушка которого, чаще всего, получает питание вместе с двигателем.

Все привода крана включаются только на время нажатия соответствующих кнопок, при отпускании кнопки любой привод должен остановиться. Для защиты от несанкционированного доступа подвесной пульт крана оснащается ключ-марками, разрывающими цепь управления [5].

Внешний вид крановой установки автототрисы изображен на рисунке 2.2.

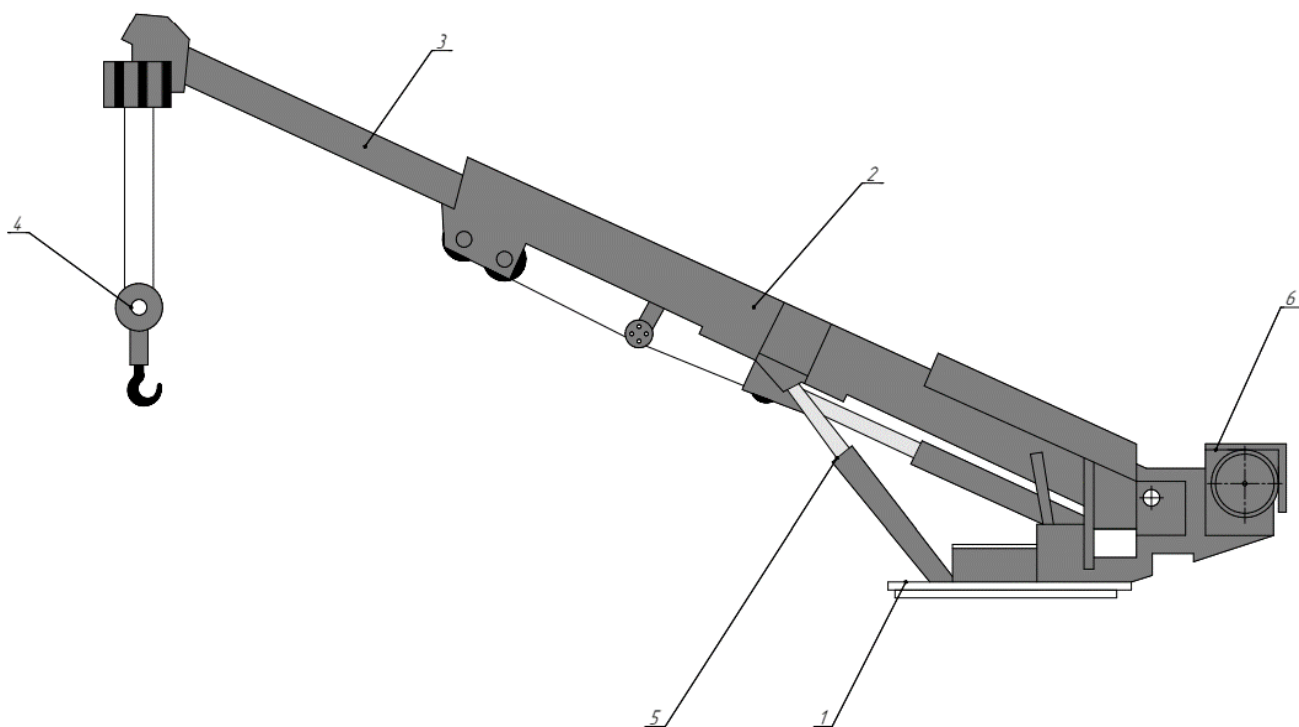


Рисунок 2.2 – Внешний вид крановой установки автототрисы:

- 1 – поворотная платформа;
- 2 – основная стрела;
- 3 – выдвижная стрела;
- 4 – крюковая подвеска;
- 5 – гидроцилиндры подъема стрелы;
- 6 – электропривод подъема груза.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

рая наиболее проста и дешева из всех систем, обеспечивающих желаемые эксплуатационные показатели механизма.

Для качественного выполнения подъема грузов, для электропривода крана должны выполняться следующие основные требования:

- Глубина регулирования угловой скорости - 1:50;
- Достаточная жесткость механических характеристик привода;
- Ограничение ускорений до необходимых пределов при минимальном времени переходных процессов;
- Возможность реверса электропривода и обеспечение его работы, в двигательном и в тормозном режиме.

Основные исходные данные для проектирования представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные

Наименование параметра	Обозначение	Значение параметра
Грузоподъемность на крюке, кг	Q1	5000
Масса крюковой подвески, кг	Q2	80
Вес каната, кг	Jt	20
Скорость подъема, м/с	V	0,13
Количество полиспастов	a	2
Кратность полиспастов	m	6,2
КПД блоков полиспастов	η_{bl}	0,98
КПД механизма	η	0,84
Диаметр барабана, м	Db	0,30
Передаточное число механизма	i	59
Время разгона, с	t	1

Выводы по разделу два

Монтаж и демонтаж опор контактной сети является невозможным без крана автомотрисы. Электропривод подъёма является одним из важнейших узлов в технологическом процессе по установке и демонтажу опор. В данном разделе определены исходные данные для разработки модернизации электропривода подъема крановой установки.

3 РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА.

3.1 Расчет мощности электродвигателя

Расчет мощности электродвигателя производится по методике [7].

Для нахождения мощности используется формула:

$$N = \frac{Q \cdot v}{\eta_0},$$

где v – скорость подъема груза, м/с;
 Q – вес номинального груза, кН;
 η_0 – общий КПД.

$$Q = 5000 \cdot 0,0098 = 49 \text{ кН},$$

$$\eta_0 = \eta_m \cdot \eta_{\text{пол}}$$

где η_m – КПД механизма;
 $\eta_{\text{пол}}$ – КПД блоков полиспастов.

$$\eta_0 = 0,84 \cdot 0,98 = 0,82,$$

$$N = \frac{49 \cdot 0,13}{0,82} = 7,76 \text{ кВт.}$$

3.1.1 Поверочный расчет мощности электродвигателя

Рассмотрим механизм подъема крана.

Статическая мощность $P_{c.п}$ на валу двигателя в установившемся режиме при подъеме груза:

$$P_c = 9,81 \cdot v_{\text{п}} \cdot (m + m_0) / \eta,$$

где m , m_0 – соответственно масса поднимаемого груза, грузозахватывающего устройства, $m=5000$ кг, $m_0=100$ кг;
 $v_{\text{п}}$ – скорость подъема груза, $v_{\text{п}} = 0,13$ м/с;
 η – общий КПД механизма подъема, $\eta = 0,84$.

$$P_c = 9,81 \cdot 0,13 \cdot (5000 + 100) / 0,84 = 7742,8 \text{ Вт.}$$

Статистическая мощность подъема груза с учетом запаса 15%:

$$P_{c.зап.} = 7742,8 \cdot 1,15 = 8904,2 \text{ Вт.}$$

Таким образом, необходимая мощность электродвигателя не превышает рассчитанной ранее, и выбранный предварительно двигатель подходит по мощности, в том числе, и с учетом запаса 15%.

3.1.2 Расчет усилия в канате

Максимальное статическое усилие S_{\max} в канате определить по формуле:

$$S_{\max} = \frac{Q}{i_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{пол}} \cdot m},$$

где Q – вес номинального груза, кН;

$i_{\text{п}}$ – кратность полиспаста; $i_{\text{п}} = 6,2$;

$\eta_{\text{пол}}$ – КПД блоков полиспастов;

m – число ветвей каната навиваемых на барабан;

$$S_{\max} = \frac{50}{6,2 \cdot 0,98 \cdot 1} = 8,22 \text{ кН.}$$

Расчётное разрывное усилие каната

$$S_{\text{разр}} > S_{\max} \cdot k;$$

$$S_{\text{разр}} > 8,22 \cdot 5,5 = 45,21 \text{ кН,}$$

где k – коэффициент запаса прочности, принимаемый для грузовых канатов лебёдок с машинным приводом, равным: 5,5 – средний режим работы, ПВ = (25 ÷ 40)%.

По найденному $S_{\text{разр}}$ по таблице ГОСТа выбираем стальной канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6 · 19 ГОСТ 2688-80 $d_k = 9,1$ мм.

Вид сечения каната представлен на рисунке 3.1

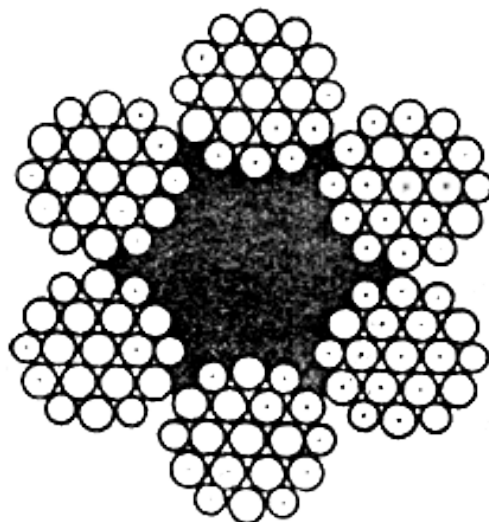


Рисунок 3.1 – Сечение каната типа ЛК-Р конструкции 6 · 19

3.1.3 Расчет статического момента на валу электродвигателя

Статический момент M_c на валу двигателя подъема:

$$M_c = (P_c \cdot R_6) / (v \cdot i_p \cdot i_n),$$

где v – скорость движения крюка, $v = 0,13$ м/с;

R_6 – радиус барабана, $R_6 = 0,15$ м;

i_p – передаточное число редуктора механизма подъема; $i_p = 59$;

i_n – кратность полиспаста; $i_n = 6,2$.

$$M_c = (7742,8 \cdot 0,15) / (0,13 \cdot 59 \cdot 6,2) = 24,42 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3.1.4 Расчет динамического момента на валу электродвигателя

Момент инерции двигателя:

$$J_{дв} = \frac{m_p \cdot r^2}{2},$$

где m_p – масса ротора двигателя, кг;

r^2 – радиус ротора, м.

$$J_{дв} = \frac{35 \cdot 0,08^2}{2} = 0,112 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

Момент инерции груза:

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$J_r = \frac{Q_1 \cdot r^2}{i^2},$$

где Q_1 – масса груза, кг;
 r – радиус барабана, м.
 i – передаточное число механизма

$$J_r = \frac{5000 \cdot 0,15^2}{59^2} = 0,032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

Тогда динамический момент на валу электродвигателя:

$$M_{\text{дин}} = \frac{Q_1 \cdot r}{i},$$

где Q_1 – грузоподъемность на крюке, Н;
 r – радиус барабана, м
 i – передаточное число механизма.

$$M_{\text{дин}} = \frac{50000 \cdot 0,15}{59} = 127,12 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

3.2 Техническая характеристика электродвигателя

Технические характеристики двигателя представлены в таблице 3.1.
 Номинальный момент двигателя:

$$M_n = \frac{9550 \cdot N}{n},$$

где N – мощность двигателя, кВт;
 n – количество оборотов двигателя, об/мин.

$$M_n = \frac{9550 \cdot 7,5}{915} = 78,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Средний пусковой момент для этого двигателя:

$$M_{\text{ср.п.}} = (2,5 \div 3)M_n,$$

где M_n – номинальный момент двигателя, Н·м.

$$M_{ср.п.} = (2,5 \div 3) \cdot 78,7 = 196,75 \div 236,1 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Таблица 3.1 – Основные технические характеристики двигателя

Р, кВт	I, А	n, 1/мин	cosφ	η, %	Ипуск, А	Mпуск, Н·м	Mмакс, Н·м	Sном
7,5	9,125	915	0,81	82	6	197	200	0,012

На основе результатов проведенных расчетов выбирается двигатель серии МТКФ-211-6. Внешний вид двигателя представлен на рисунке 3.2

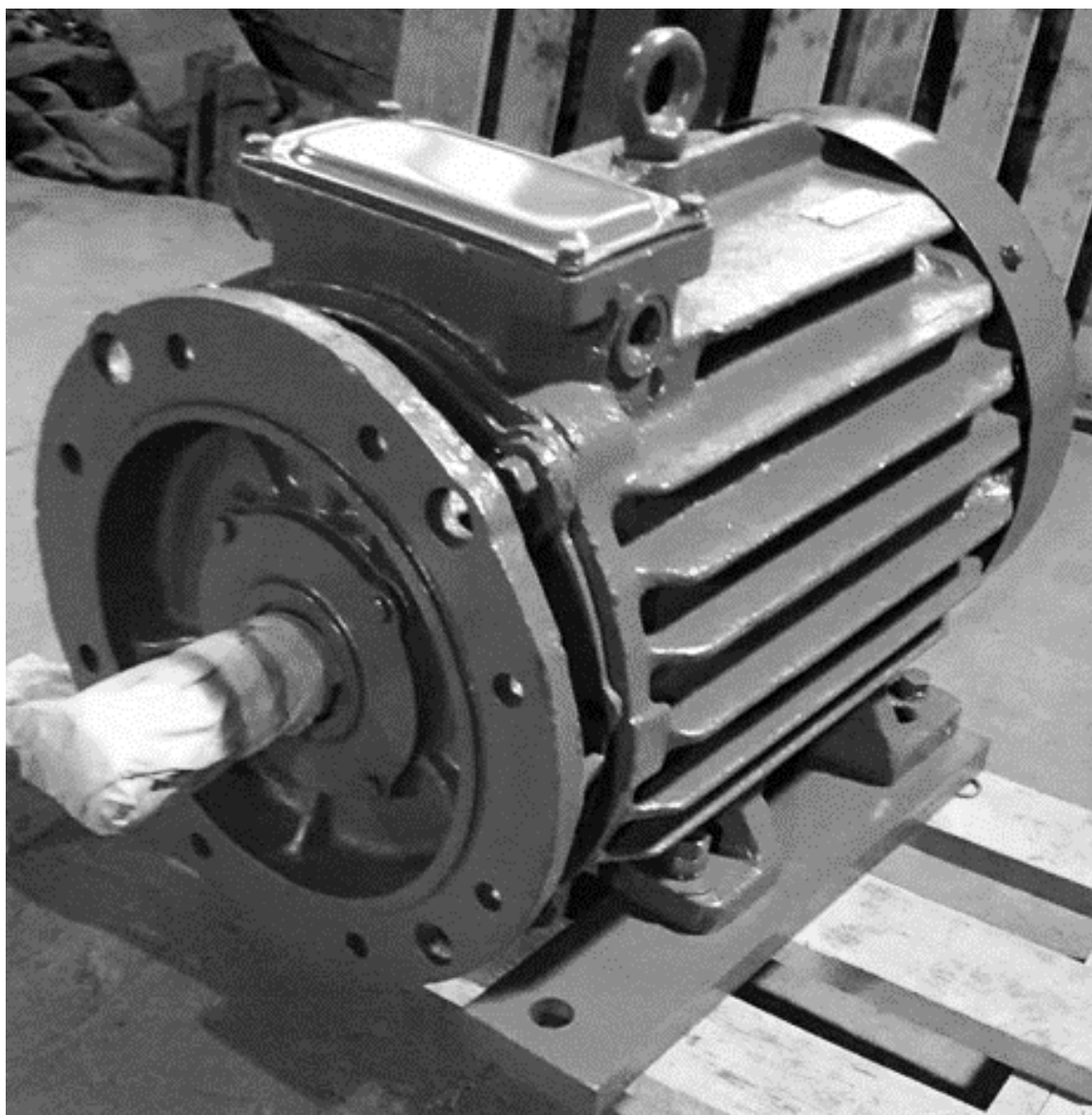


Рисунок 3.2 – Внешний вид двигателя МТКФ-211-6.

Выводы по разделу три

Выполнен поверочный расчёт мощности электродвигателя и расчёт усилий в канате. На основе полученных данных выбран двигатель серии МТКФ-211-6, а также канат стальной двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6х19 ГОСТ 2688-80 $d_k = 9,1$ мм. Выбранные двигатель и канат соответствуют заданным параметрам и требованиям крана [9] и п.2.3.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

4 ВЫБОР И ОПИСАНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

4.1 Выбор частотно-регулируемого электропривода

Преобразователи частоты с автономными инверторами осуществляют преобразование напряжения питающей сети в напряжение постоянного тока, а затем в трехфазное напряжение регулируемой частоты.

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 частоты преобразователя должен быть не менее требуемого диапазона изменения частоты напряжения питания электродвигателя.

Выбор преобразователя осуществляется по каталогам электротехнической промышленности на основе номинальных данных предварительно выбранного электродвигателя.

Промышленные преобразователи частоты комплектуются собственными силовыми трансформаторами. Выходное напряжение подобных преобразователей, как правило, стабилизировано с высокой точностью внутренними обратными связями, что позволяет не учитывать внутреннее сопротивление преобразователя при расчете механических характеристик электродвигателя [3].

4.2 Общие сведения о преобразователе

По параметрам выбранного двигателя выбираем ПЧ ES-024 отечественной компании «Эффективные системы». Наиболее продвинутая серия частотных преобразователей. Характеризуются высокой точностью поддержания скорости и способностью развивать высокие механические моменты на малых скоростях, благодаря чему незаменимы в подъемных механизмах. За счет модульной структуры позволяют решать самый широкий спектр задач. Имеют режимы векторного управления с обратной связью и без обратной связи, а так же режим управления по АЧХ. Преобразователь оснащен микропроцессорным управлением и работают с современной технологией на базе IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, биполярный транзистор с изолированным управляющим электродом). Эта технология делает его надёжным и многофункциональным. ES-024 имеет ряд защитных функций, что обеспечивают надёжную защиту

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

двигателя. Низкий уровень шума работы двигателя обеспечивается за счёт специального метода ШИМ с возможностью выбора частоты модуляции [2].

Заводская установка ES-024 подходит для решения множества задач управления по скорости. Благодаря различным функциональным параметрам ES-024 может быть настроен и на сложные задачи.

ES-024 имеет настройку, для индивидуальных задач, а также может использоваться в более сложных системах автоматизации [2].

Основные особенности:

- простота в использовании;
- особая конфигурация за счет модульной конструкции;
- шесть потенциально развязанных цифровых входов;
- полная защита двигателя и преобразователя.

Механические параметры:

- модульная конструкция;
- температура окружающей среды от -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$;
- интегрируемая панель оператора;
- клеммная колодка для коммутации без винтов.

Силовые параметры:

- новейшая технология IGBT;
- управление кодированное микропроцессорное;
- управление векторное высокого качества;
- режим низкого потребления энергии;
- компенсация скольжения;
- автоматический повторный пуск при отключении сети или нарушениях режима работы;
- высококачественный PID контроллер (с авто-настройкой) для простого управления производственными процессами;
- параметрируемое время разгона и торможения в пределах 0 - 650 сек.;
- сглаживание кривой пуска;
- быстродействующее токоограничение для безаварийной работы;
- точный ввод заданного значения благодаря 10-битному аналоговому входу;
- комбинированный тормоз для контролируемого быстрого останова;
- встроенный тормозной блок. В соответствии с ТЗ мощность преобразователя частоты должна превышать мощность электродвигателя на 20%.

Тогда

$$P_{пч} = 7.5 \cdot 1,2 = 9 \text{ кВт.}$$

Выбираем преобразователь частоты мощностью ≥ 9 кВт.

Наиболее подходящим по мощности преобразователем из широкого диапазона ассортимента и модельного ряда компании «Эффективные системы» оказывается модель ES-024. Основные характеристики которого отвечают всем указанным требованиям.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

В таблице 4.1 приведены характеристики преобразователя частоты ES-024 [2].

Таблица 4.1 - Характеристики ПЧ ES-024

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальная мощность, кВт	11
Номинальная мощность двигателя, кВт	7,5
Выходной ток нагрузки, А	25
Напряжение питания, В	380÷460 В±10%
Выходное напряжение, В	0÷460 В(макс)
Ток перегрузки, А	180% · I _н в течение 60 с.
Момент перегрузки, Н · м	150% · M _н

ES-024 обеспечивает некоторые виды защит электродвигателя и самого ЧРЭ:

- перегрузка по максимальному току - блокировка преобразователя и остановка привода, если мгновенное значение выходного тока превышает установленное значение.
- перенапряжение - блокировка преобразователя и остановка привода, если мгновенное значение напряжения узла постоянного тока превышает установленное значение.
- пониженное напряжение – блокировка преобразователя и остановка привода, если напряжение в звене постоянного тока падает до 65% или ниже из-за сбоя в подаче питания или при снижении напряжения во время работы.
- ограничение по току - при перегрузке выходная частота автоматически настраивается таким образом, чтобы выходной ток был меньше, чем предел тока перегрузки (150%).
- ограничение перенапряжения - если выходная частота понизилась, напряжение постоянного тока в главной цепи будет расти из-за рекуперации. Выходная частота автоматически будет настроена таким образом, чтобы предотвратить превышение уставки напряжения узла постоянного тока.
- перегрузка - блокировка преобразователя и остановка привода, если параметры перегрузки превышены.
- уставка (180% I_{НОМ} в течение 1 мин.) может быть изменена в соответствии с характеристиками двигателя.
- перегрев - для определения температуры, на радиаторе установлена термопара. При превышении допустимой температуры происходит блокировка преобразователя и остановка привода.

- самодиагностика – центральный процессор контролирует и проверяет внешние цепи на предмет выявления ошибок и неисправностей.
- отключение из-за К.З. на землю (корпус) - блокировка преобразователя и остановка привода при обнаружении К.З. на землю.
- повреждение силового модуля - при обнаружении неисправности в силовом модуле происходит остановка привода.
- потеря фазы - при обнаружении потери фазы (входной или выходной) происходит блокировка преобразователя и остановка привода.

Дополнительные защиты: превышение допустимой скорости, отказ датчика скорости, перегорание предохранителя в силовой цепи и другие.

Выводы по разделу четыре

Для электропривода подъёма выбран частотно-регулируемый преобразователь типа ES-024 компании «Эффективные системы» мощностью 11 кВт.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

собой систему дифференциальных уравнений, которые связывают координаты системы с внешними воздействиями и друг с другом. Описание системы в виде дифференциальных уравнений позволяет изобразить структурную схему системы в виде ряда связанных между собой электрических звеньев. На рисунке 5.2 представлена структурная схема электропривода.

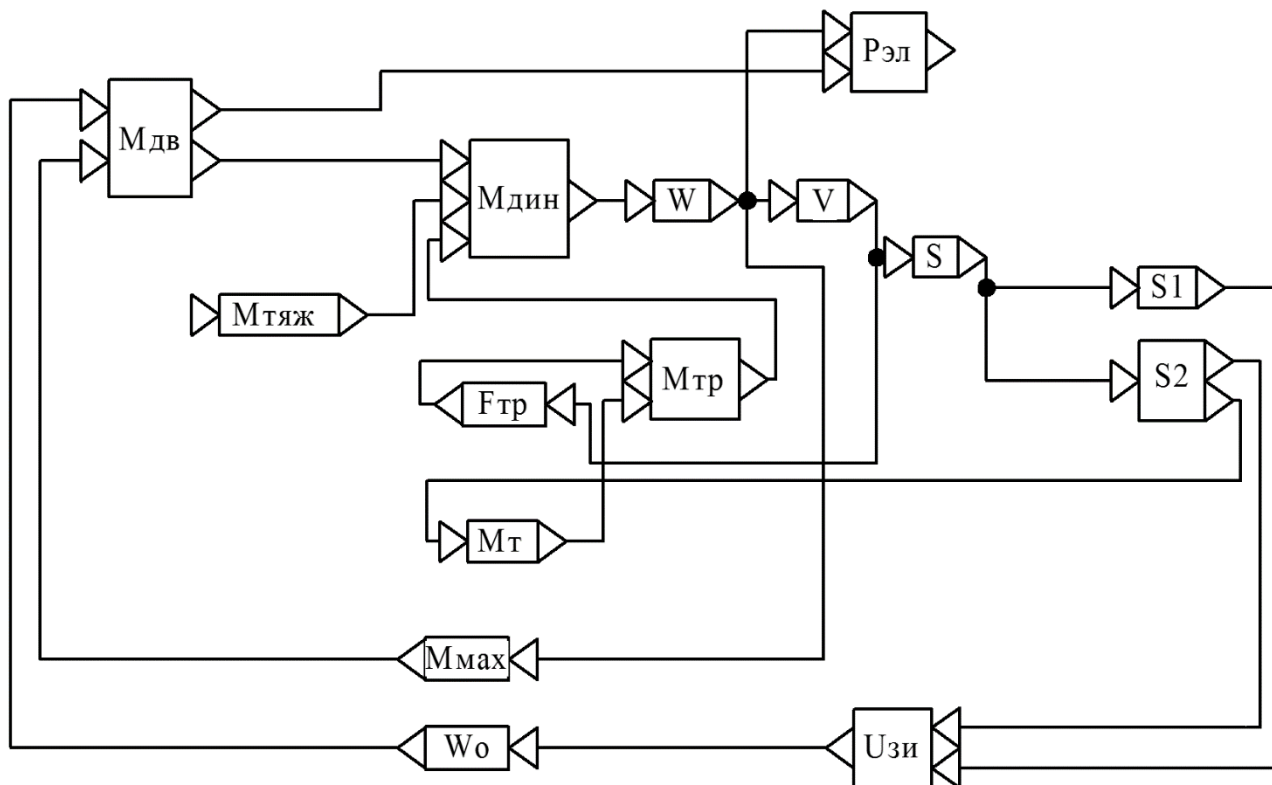


Рисунок 5.2 – Структурная схема электропривода подъема крана

Частота вращения ротора двигателя $\omega_{НОМ}$, рад/с

$$\omega_{НОМ} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60},$$

где n – скорость вращения ротора двигателя, об/мин.

$$\omega_{НОМ} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 915}{60} = 95,77 \text{ рад/с.}$$

Момент асинхронного двигателя рассчитывается по формуле :

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{2 \cdot M_{\text{МАХ}}}{\left(\frac{s_{\text{НОМ}}}{s_{\text{К}}} + \frac{s_{\text{К}}}{s_{\text{НОМ}}} \right)},$$

Значение максимального момента двигателя $M_{\text{МАХ}}$, Н·м:

$$M_{\text{МАХ}} = \lambda \cdot M_{\text{НОМ}},$$

где $\lambda=2,2$ -коэффициент перегрузочной способности.

$$M_{\text{МАХ}} = 2,2 \cdot 78,7 = 173,14 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Номинальное скольжение двигателя:

$$s_{\text{НОМ}} = \frac{\omega_0 - \omega_{\text{НОМ}}}{\omega_0},$$

где ω_0 – угловая скорость идеального холостого хода, которая равна 95,7 рад/с.

$$s_{\text{НОМ}} = \frac{95,77 - 94,55}{95,77} = 0,012 \text{ рад/с}.$$

Критическое скольжение:

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

$$s_{\text{К}} = 0,012 \cdot (2,2 + \sqrt{2,2^2 - 1}) = 0,05 \text{ рад/с}.$$

Момент двигателя $M_{\text{ДВ}}$:

$$M_{\text{ДВ}} = \frac{2 \cdot 173,14}{\left(\frac{0,012}{0,05} + \frac{0,05}{0,012} \right)} = 83,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

S1 задаёт положение траверсы от пола, текущее положение траверсы S определяется линейной скоростью движения V.

Для реализации двигателя с частотным преобразователем необходимо использовать блок задатчика интенсивности.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

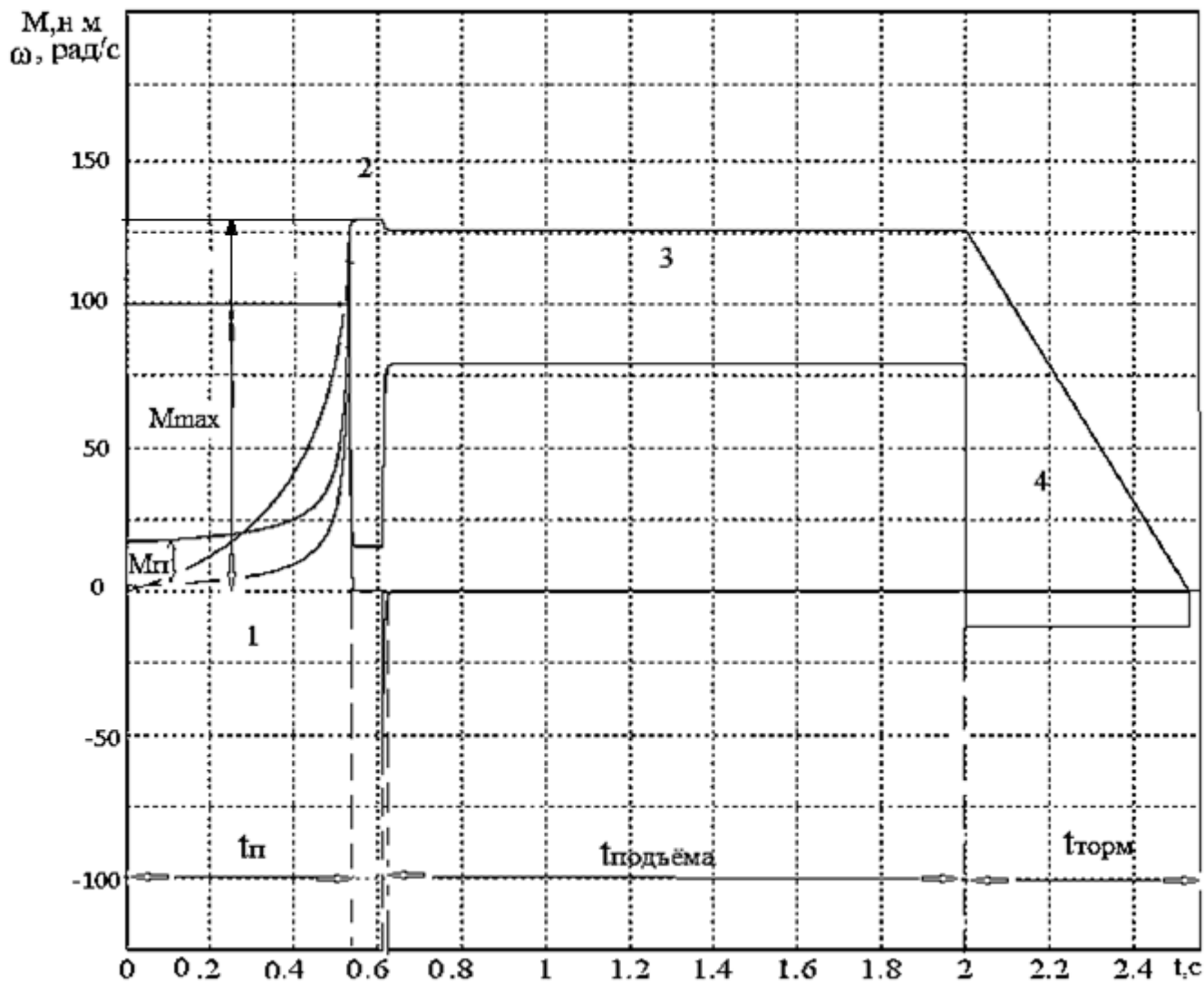


Рисунок 5.4 – Временная диаграмма момента двигателя при прямом пуске:

1 – разгон двигателя (провис каната); 2 – разгон двигателя с нагрузкой; 3 – подъем груза; 4 – режим торможения.

Диаграмма (рисунок 5.4) показывает, что при пуске двигателя на участке разгона без частотного преобразователя M_{max} достигает 130 Н·м. Время пуска с учетом провиса каната t_p составляет 0,55с. Время подъема груза $t_{подъема}$ равно 1,38с. Время торможения $t_{торм}$ составляет 0,6с.

Диаграмма (рисунок 5.5) показывает, что при пуске двигателя с частотным преобразователем на участке разгона M_p достигает 20 Н·м. Время пуска с учетом провиса каната составляет 2 с. Время подъема груза $t_{подъема}=2,8с$. Время торможения $t_{торм}$ составляет 0,6с.

Диаграмма (рисунок 5.6) показывает, что при прямом пуске двигателя M_p достигает 130 Н·м, расстояние провиса $S_{п1}$ составляет 0,25м. Присутствует резкий толчок во время подъема груза. Во втором M_p равен 20 Н·м, расстояние провиса $S_{п2}$ составляет 0,33м. Подъем груза происходит плавно.

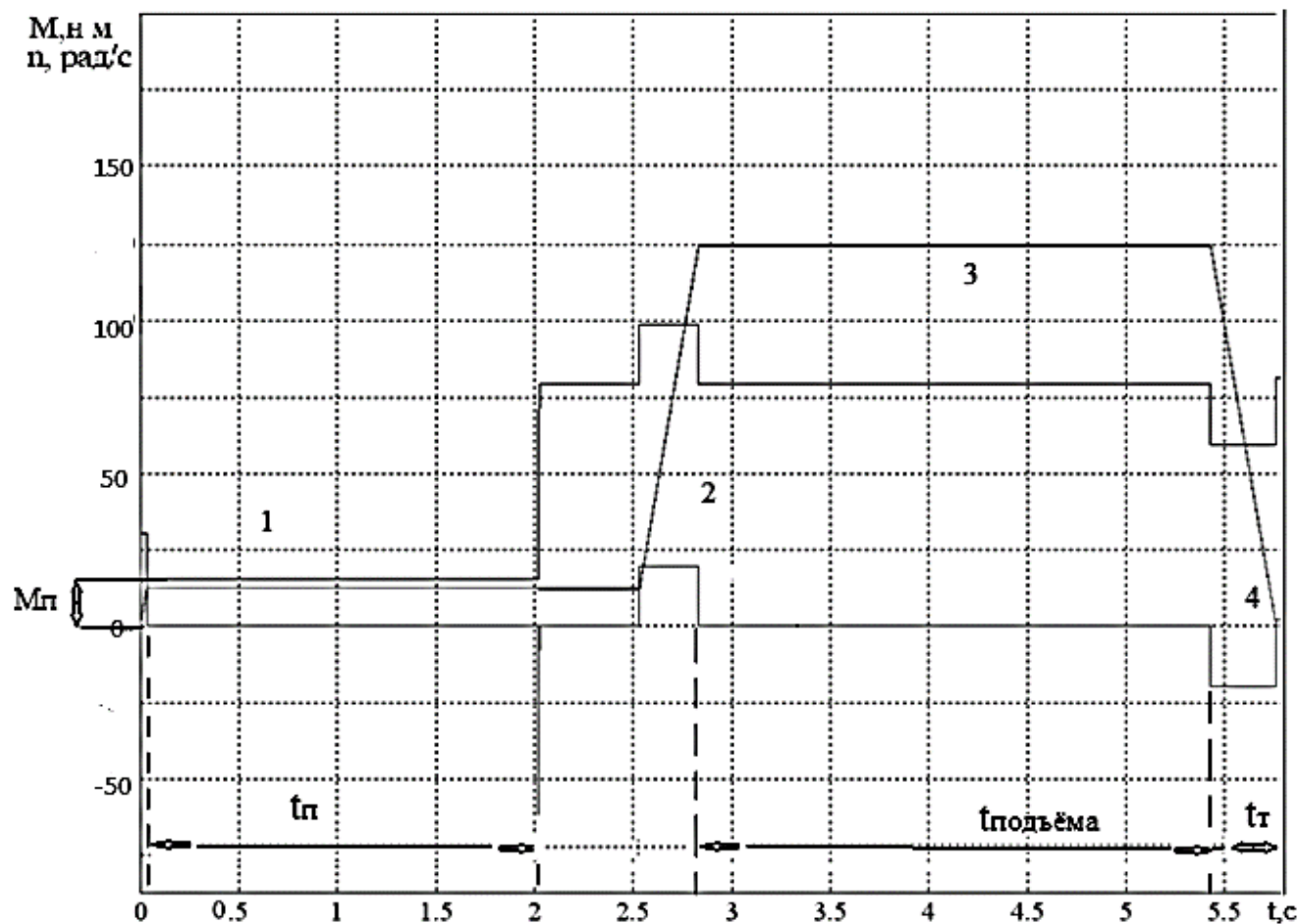


Рисунок 5.5 – Временная диаграмма момента двигателя при частотном управлении: 1 – разгон двигателя (провис каната); 2 – разгон двигателя с нагрузкой; 3 – установившийся режим; 4 – режим торможения.

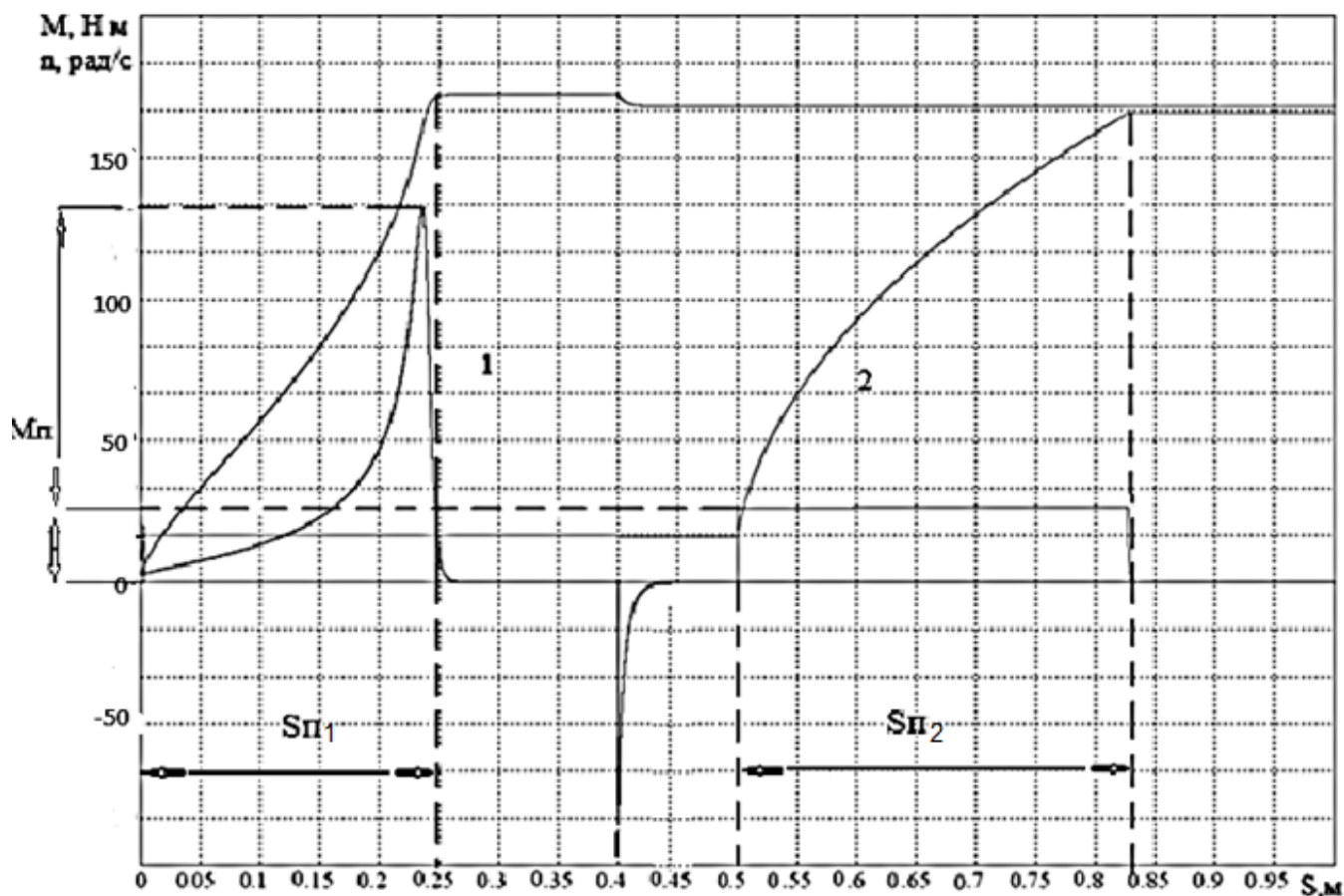


Рисунок 5.6 – Диаграмма эффективности выборки слабины каната: 1 – при прямом пуск двигателя; 2 – при пуске двигателя с ПЧ.

Вывод по разделу пять

Применение частотного преобразователя для привода подъёма обеспечивает снижение динамических нагрузок при пуске в 6,5 раз. Время пуска с учетом провиса каната увеличилось с 0,55с до 2 с.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6 6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Краткое описание рассматриваемого объекта, производственного участка

Производственным участком является «Район контактной сети ст. Миасс». Располагается он в центральном районе города Миасса Челябинской области. Для данной территории характерен резко континентальный климат. Продолжительная холодная зима, с сильными ветрами и частыми метелями. Короткие межсезонные периоды - весна и осень. Нормативная глубина промерзания глинистых грунтов 1,77 м. Среднемесячная температура колеблется от $-11,8^{\circ}\text{C}$ в зимний период до $+16,1^{\circ}\text{C}$ в летний. Среднегодовое количество осадков достигает 704 мм рт.ст. Преобладают северо-западные ветры.

Автомотрисы - самоходные машины, имеют крановую установку и изолированную площадку, изготавливаются на Тихорецком машиностроительном заводе им. В.В. Воровского и используются на всех электрифицированных участках железных дорог Российской Федерации для ремонта и обслуживания контактной сети постоянного и переменного тока, а также для установки и демонтажа опор контактной сети и ВЛ.

6.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Опасными и вредными производственными факторами для работников, обслуживающих кран автомотрисы, являются:

- движущийся железнодорожный подвижной состав, машины и механизмы, транспортные средства, перемещаемые и складированные грузы;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях грузозахватных приспособлений, тары, перемещаемых и складированных грузов, инструмента и оборудования;
- вероятность обрыва (поломки) грузозахватных приспособлений и тары (при несоответствии их и тары характеру и массе поднимаемого груза, при износе грузозахватных приспособлений);
- повышенный уровень местной и общей вибрации;
- вероятность потери устойчивости и опрокидывания подъемно-транспортного оборудования и складированных грузов;
- высокое и низкое напряжение в электрических цепях, замыкание которых может произойти через тело человека;
- неблагоприятные метеоусловия при работе на открытом воздухе;
- недостаточная освещенность рабочей зоны в темное время суток.

В зависимости от условий труда, характера и вида перемещаемого краном груза на работников могут воздействовать также другие опасные и вредные производственные факторы.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

6.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

Работа оператора крана относится к IIa 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.

Допустимый уровень шума в соответствие с СН 2.2.4/2.1.8.562-96 составляет 80 дБ.

Для электроустановок с напряжением до 1000 В сопротивление заземляющего устройства должно быть не менее 10 Ом.

Предприятия должны обеспечиваться водой, пригодной для питья и хозяйственных нужд. Шахтный колодец должен находиться на расстоянии не менее 20 м от производственных помещений и 30 м от приемника нечистот. Сруб колодца выводится над поверхностью земли не ниже чем на 1 м и закрывается крышкой. Вокруг сруба в земле закладывают слой глины (глиняный замок) толщиной 0,5 м и глубиной 1,5—2 м. Около колодца устраиваются мощные откосы с уклоном от колодца. Колодец надо оборудовать насосом, посредством которого поднимается вода.

Неблагоприятные сочетания метеорологических условий могут вызвать перегрев в летний период или переохлаждение в зимний.

6.4 Охрана труда

Для снижения влияния вредных и опасных факторов на жизнь и здоровье работников должен выполняться ряд мероприятий [16]:

- движущиеся части производственного оборудования, если они являются источниками опасности, должны быть ограждены;
- подсобные помещения для работников должны быть из шумо- и виброизоляционного материала.

Для снижения случаев производственного травматизма проводятся различные инструктажи. Виды инструктажей [14]:

- вводный инструктаж – проводится при поступлении на работу инженером по технике безопасности по программе, утвержденной руководителем;
- первичный инструктаж на рабочем месте – проводится также при поступлении на работу и оформляется в контрольном листе (для связанных с электрооборудованием в течение 10 – 12 смен проводится стажировка на рабочем месте);
- повторный инструктаж проводится раз в полгода;

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

– внеплановый инструктаж проводится в случае, если изменилось оборудование, произошел несчастный случай или работник отсутствовал на своем рабочем месте более трех месяцев;

– целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, работ с повышенной опасностью.

Персонал, работающий с краном, должен быть обеспечен спецодеждой в полном объеме:

а) костюм хлопчатобумажный из пыленепроницаемой ткани;

б) ботинки кожаные;

в) головной убор (каска).

В нерабочее время кран должен находиться в транспортном положении, исключающем возможность его самопроизвольного поворота, а также пуска посторонними лицами, для чего необходимо вынуть ключ-бирку и отключить питание.

Профилактический медицинский осмотр для работающих должен проводиться не реже 1 раза в год [19].

Для предотвращения утомляемости и повышения работоспособности в первую очередь необходимо установить рациональный режим рабочего времени в течение смены.

Для машинистов автомотрисы и крана предусмотрена двенадцатичасовая рабочая смена с перерывом на обед. Трудовой режим предусматривает не менее чем пятиминутные паузы каждые два часа работы. Во время этих пауз рационально выполнять физические упражнения.

Для защиты работников от воздействия опасных и вредных факторов требуется соблюдать следующие меры безопасности.

1. Защита от поражения электрическим током при ремонте и эксплуатации крана автомотрисы.

При осмотре и ремонте электрооборудования крана выключатель «массы» на автомотрисе должен быть обязательно выключен, или сняты клеммы с аккумуляторных батарей.

Испытание и запуск электрооборудования крана должен производить квалифицированный электрик.

Перед пуском в работу электрооборудования крана следует осмотреть внешне и проверить:

– качество монтажа электрооборудования и состояние электропроводки;

– соответствие техническим условиям плавких вставок предохранителей, нагревательных тепловых реле и уставок токовых реле;

– механическое состояние и исходное положение электрооборудования и механизмов.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям крана относятся [14]:

– изоляция;

– ограждение;

– блокировки;

- пониженные напряжения; сигнализация;
- плакаты.

Качество изоляционных материалов проводов от земли и корпусов оборудования создает безопасные условия для обслуживающего персонала. Сопротивление – основная характеристика изоляционных материалов. В процессе работы электроустановок электрическая прочность изоляции ухудшается вследствие нагрева, механических повреждений и влияния окружающей производственной среды. Согласно ПУЭ сопротивление изоляции в электроустановках до 1000 В, к которым относится кран автотомотрисы, должно быть не менее 0,5 МОм. Если это условие соблюдено, то кран может быть пущен в эксплуатацию без предварительной сушки. При более низком сопротивлении изоляции обмоток необходима их сушка.

Работы в цепях управления выполнять изолированным инструментом. Производство работ по поиску неисправностей без электрических схем запрещается.

Поиск неисправностей и регулировку узлов защиты с помощью электроизмерительных приборов выполнять только с использованием защитных средств не менее чем двумя лицами, с группой по электробезопасности не ниже третьей хотя бы у одного из них.

Если требуется выполнять ремонтные работы в электродвигателях или в аппаратах управления, то необходимо предварительно отключить их от источника питания. На месте работ, на рукоятке выключения массы, при помощи которой может быть подано напряжение, вывешивают предупредительный плакат «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.

2. Защита от высокочастотных и электромагнитных полей.

Основными источниками электромагнитных полей, являются электродвигатели, трансформаторы и тиристорные преобразователи частоты.

Воздействуя на живую ткань организма, электромагнитные поля вызывают переменную поляризацию молекул и атомов, составляющих клетки, в результате чего происходит опасный их нагрев. Избыточная теплота может нанести вред отдельным органам и всему организму человека. Особенно вреден перегрев таких органов, как глаза, мозг, почки. Возможно, также нарушение функций сердечно-сосудистой и нервной систем.

Ослабление мощности электромагнитных полей на рабочих местах машинистов можно осуществить увеличением расстояния между источником излучения и рабочим местом, установкой отражающего или поглощающего экрана, а также применения индивидуальных средств защиты.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

В действительности основной коллективной мерой защиты от воздействия электромагнитных полей являются различные металлические экраны, отражающие электромагнитные волны или поглощающие их энергию.

Экраны изготавливают из металлических листов (сталь, алюминий) толщиной не менее 0,5 мм. Принцип их действия состоит в том, что электромагнитное поле возбуждает в экране токи, образующие вторичное электромагнитное поле, равное по амплитуде, но противоположное по фазе экранируемому полю. Суммарное результирующее электромагнитное поле быстро уменьшается в металлической массе экрана, проникая в него на небольшую глубину. Смотровые окна и другие, необходимые по условиям работы отверстия закрывают частой сеткой с ячейками не более 4x4 мм.

Измерения напряженности электромагнитных полей выполняют прибором типа ИЭМП – 30, принцип действия которого основан на преобразовании высокочастотного напряжения на выходе дипольной или рамочной антенны в постоянное напряжение, которое после усиления подается на стрелочный индикатор.

3. Защита от механических травм.

Для уменьшения воздействия опасных и вредных производственных факторов работы по перемещению грузов краном, техническому обслуживанию и ремонту машинист должен выполнять, применяя средства индивидуальной защиты. Основным средством защиты от производственных загрязнений и механических повреждений служит спецодежда: костюм мужской или женский, состоящий из куртки с брюками или полукомбинезоном. Спец-обувь предназначена для защиты ног машиниста от холода, механических повреждений, масла и т. п. Для работ на открытом воздухе в зимнее время машинистам кранов выдают ватные куртки, брюки и валенки, которые весной они сдают на летнее хранение.

Для защиты рук от механических повреждений при проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту крана машинист должен пользоваться специальными рукавицами типа М.

Каска необходима для защиты головы от механических повреждений и поражения электрическим током. Каски изготавливают двух размеров с длиной окружности несущей ленты 540—580 мм и 580—620 мм; масса касок составляет соответственно 400 и 460 г. Машинисту выдается каска желтого или оранжевого цвета. Каски белого цвета предназначены для руководящего состава предприятия, руководителей цехов, работников отдела охраны труда и работников по надзору за грузоподъемными кранами. Каски красного цвета выдаются мастерам, работникам отделов главного энергетика. Каски могут снабжаться устройствами для защиты от шума.

При проведении ремонтных работ на кране машинист должен пользоваться предохранительным поясом. Пояс выпускается длиной 640—1070 мм и 1070—1500 мм. Масса поясов составляет соответственно 1,7 и 1,75 кг. Пояс снабжен капроновым стропом из каната диаметром 11,1 мм и длиной 1,5 м, на конце которого имеется автоматический карабин с предохранителем. Строп имеет амор-

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

тизатор, снижающий динамические нагрузки при падении с высоты. Амортизатор крепится к несущей лямке пояса с правой стороны.

Основные индивидуальные средства защиты показаны на рисунке 6.1

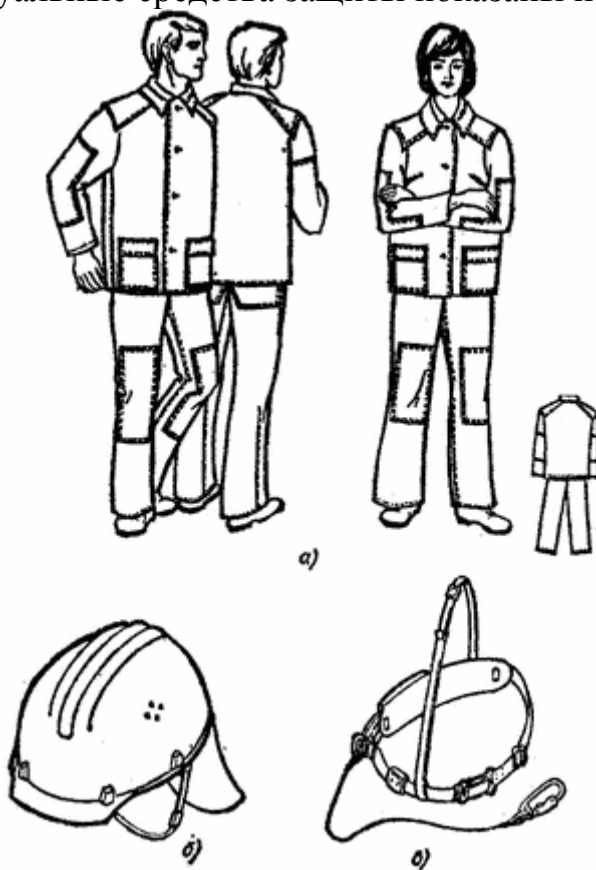


Рисунок 6.1 – Средства индивидуальной защиты машиниста автотрисы: 1 – специальная одежда; 2 – каска; 3 – предохранительный пояс.

4. Требования при конструировании, изготовлении и эксплуатации кранов.

Все грузоподъемные краны, грузозахватные органы и приспособления должны изготавливаться, содержаться и эксплуатироваться в полном соответствии с утвержденными Госгортехнадзором «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» и государственными стандартами. В соответствии с этими Правилами за качество проекта, изготовления, монтажа и ремонта кранов и съемных грузозахватных органов несут ответственность организации, выполнявшие эти работы.

Конструирование, изготовление и эксплуатация кранов ведется с учетом некоторых изложенных ниже требований. Количество звеньев и кинематических пар должно быть минимальным, а усилия между ними — распределяться равномерно. В схемах следует предусматривать дополнительную подвижность элементов, которая нужна для компенсации перекосов, износа и упругих деформаций; Эти и другие меры предотвращают или сводят к минимуму вероятность опасных повреждений и тем более ситуаций, создающих угрозу для обслуживающего персонала или других машин. Сама по себе конструкция узлов и деталей должна исключать их монтаж в неправильном порядке или положении.

В конструкции кранов предусматриваются высокая надежность механизма подъема, долговечность тормозных шкивов и накладок, безотказность действия предохранительных устройств, исключающие возможность их несрабатывания из-за поломки отдельных деталей, задания контактов, коротких замыканий в электрических цепях и т. п., а также отклонений, связанных с неточностью срабатывания.

Другие меры призваны обеспечивать надежность работы механизма передвижения, в частности ходовых колес. Мост и тележка должны иметь опорные детали, отстоящие от рельса не более чем на 20 мм на случай поломки валов, осей или ходовых колес, и буфера, входящие во взаимодействие с упорами в конце подкранового или подтележечного пути. Важное значение придается устройствам, исключающим столкновение кранов, действующих на одном подкрановом пути, а также перемещение ветром кранов, работающих на открытых площадках.

Каждый изготовленный кран должен быть принят отделом технического контроля, снабжен паспортом и документацией, предусмотренной соответствующими государственными стандартами или техническими условиями на изготовление. Реконструкция кранов для увеличения пролета или повышения грузоподъемности может быть разрешена органами Госгортехнадзора при условии, если возможность этой реконструкции подтверждается заключением на основании расчетов.

Установка кранов разрешается без ведома органов Госгортехнадзора, а эксплуатация только после регистрации и технического освидетельствования.

5. Молниезащита.

Разряды атмосферного электричества способны вызвать взрывы, пожары и разрушения зданий и сооружений.

Здание ЭЧК-6 относится ко II категории молниезащиты, то есть взрывоопасные смеси газов, паров и пыли могут возникнуть только в момент производственной аварии или неисправности технологического оборудования. Цех оборудован комплексом защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от разрядов молний.

Здания и сооружения подлежат молниезащите в соответствии с СН 305-77. Цех оснащен отдельно стоящими молниеотводами, в качестве молниеприемников выступают металлические конструкции защищаемых сооружений – дымовые и другие трубы, металлическая кровля и другие металлоконструкции, возвышающиеся над уровнем зданий и сооружений

6. Защитное заземление.

Так как кран является электроустановкой, то к нему предъявляются требования соблюдения всех параметров электробезопасности согласно ПУЭ. Кран относится к установкам напряжением до 1000 В. Корпус автотрисы необходимо перед началом работ заземлить [14].

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

При работе крановщику стоит так же соблюдать еще одно немаловажное требование к своему рабочему месту. Работы должны всегда выполняться из положения сидя на отрегулированном по высоте сидении. Изменение положения сидения производится как по высоте, так и по горизонтали. Для уменьшения вибрации в конструкции сиденья предусмотрены амортизаторы разных типов.

Еще один важный показатель для нормальной работы автокрановщика – освещение. Естественное освещение предусмотрено самой конструкцией кабины, стеклянные элементы которой также обеспечивают и обзорность. При этом коэффициент естественного освещения в кабине должен быть в пределах от 1 до 1,5%. Поэтому при выполнении любой работы окна кабины должны быть чистыми. Но в некоторых условиях естественного освещения может быть недостаточно. И тогда на помощь придут встроенные светильники отраженного и рассеянного света, а также подсветка пульта.

Общая продолжительность рабочего времени, времени начала и окончания работы, продолжительность обеденного перерыва, периодичность и длительность внутрисменных перерывов, работа в ночное время определена в соответствии с действующим законодательством и правилами внутреннего трудового распорядка.

Под психологическими перегрузками принимается: переутомление, перенапряжение зрительных, слуховых анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки. Все эти факторы отрицательно сказываются на производительности труда. Увеличивается вероятность травматизма, вырастает риск аварий. Даже небольшой отдых приводит к снятию психологической нагрузки.

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

Статическое состояние оператора и монотонность работы ведёт к утомлению. Под утомлением понимают особое физиологическое состояние человеческого организма, возникающее после проделанной работы и выражающееся во временном понижении работоспособности. Признаками утомления и переутомления являются снижение производительности труда, субъективно же оно обычно выражается в ощущении усталости, т.е. нежелании или даже невозможности дальнейшего продолжения работы. Утомление может возникать при любом виде деятельности.

Основой для возникновения переутомления служит постоянное несоответствие продолжительности и тяжести работы и времени отдыха. Кроме того, развитию переутомления могут способствовать неудовлетворительная обстановка труда, неблагоприятные бытовые условия, плохое питание.

Важной мерой профилактики утомления является обоснование и внедрение в производственную деятельность наиболее целесообразного режима труда и отдыха, то есть рациональной системы чередования периодов работы и перерывов между ними. Это необходимо в производственных процессах, которые сопровождаются большими затратами энергии или постоянным напряжением

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

внимания. Следует учитывать также, что длительность перерывов при выполнении одинаковой работы должна соответствовать возрастным особенностям организма.

В системе мер, обеспечивающих благоприятные условия труда, большое место отводится вопросам цветового оформления помещений. Наиболее холодными и успокаивающими тонами являются голубовато-зеленоватые тона.

6.6 Эргономика и производственная эстетика

При улучшении условий труда крановщика повышается производительность труда и обеспечивается большая безопасность при производстве работ. При создании крана, компоновке рабочего места (кабины управления, разработке пультов и органов управления) учитывают требования эргономики — совокупность требований, предъявляемых к условиям труда, производственной среде и средствам производства. Очень важно приспособить систему управления краном к возможностям и особенностям человека. Эргономика стремится найти такое оптимальное решение, при котором работа на кране не являлась бы утомительной, человек сохранял в течение рабочей смены физическую и умственную работоспособность, был обеспечен доступ к нему необходимой информации и созданы условия для принятия правильных решений.

Эргономика учитывает, что в течение различных периодов времени (смены, недели, года и т. д.) наблюдаются изменения производительности труда человека, которые зависят от физических факторов, утомления, режима труда и отдыха. Наиболее продуктивным является время с 7 до 9 ч; с 18 ч начинается второй период такого времени. В 14-15 ч, а также около 3 ч утра происходит критический спад производительности, в это время наблюдается наибольшее число ошибок. Человек не всегда одинаково хорошо способен выполнять операции управления, так как основные психофизические характеристики, определяющие его способность к управлению (внимание, восприятие, время, реакция, мышечная сила), не могут держаться на одном уровне длительное время. Они имеют периодические подъемы и спады, которые называются биоритмами и касаются различных проявлений жизни человека от ритмов дыхания и сердечной деятельности до многолетних ритмов творческой активности. Основным считается суточный биоритм изменения психологических характеристик и работоспособности.

К настоящему времени уже достаточно изучены максимальные и оптимальные возможности и скорости движения частей человеческого тела, скорости реакции на сигналы органов чувств, зрительной информации и др. Их и берут в основу проектирования и оборудования пультов и кабин управления, а также оснащения рабочих мест средствами визуальной информации, сигнальными и профилактическими устройствами различного назначения.

Установлено, что скорость реакций на сигналы «к себе» выше, чем «от себя»; сигнал «сверху вниз» тоже выполняется быстрее, чем «снизу-вверх». Скорость же рук в горизонтальной плоскости меньше, чем в вертикальной. Для

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

правой руки скорость движения «слева направо» больше, чем в обратном направлении. Кроме того, установлены целесообразные с точки зрения минимального расхода энергии позы при выполнении работ различных видов. Например, точные движения лучше выполняются сидя, чем стоя; сидя удобнее выполнять операции с усилиями до 50 Н (при небольшом размахе движений рук); операции, требующие значительного размаха рук и усилий более 100 Н, целесообразно выполнять стоя.

6.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Как и любые производственные работы работа на кране автомотрисы требует предельной внимательности, в том числе и в сфере пожаробезопасности и взрывоопасности. Причем всегда стоит помнить о том, что оба эти направления связаны друг с другом, а зачастую и вовсе становятся причиной и следствием.

Чаще всего возгорания на автомотрисе происходит по причине неосторожного обращения с огнем, к примеру, брошенный окурок или упавшая спичка, возможные неполадки в работе отопительных приборов и устройств, топливной системы, привода, не соблюдение правил безопасности в работе с грузами, а также при нарушении норм технологического обслуживания.

Не стоит забывать элементарные, но такие важные правила, как осторожность при работе вблизи линий электропередач. В первую очередь необходимо провести ряд действий по его заземлению. Для заземления контактной сети и линий продольного электроснабжения в «районе контактной сети ст. Миасс» используются специальные заземляющие штанги.

Регламентация объема или массы горючих веществ и материалов ограничивает использование горючих веществ находящихся одновременно в помещении или на рабочей площадке. Необходимо соблюдение периодической очистки помещений, коммуникаций, оборудования от горючих отложений и отходов, оборудованием аварийных сливов горючих жидкостей, стравливанием горючих газов из оборудования и трубопроводов и проведением других мероприятий. Путем выноса пожароопасного оборудования в отдельные помещения или на открытые площадки, а также оборудованием системы аспирации отходов производства и ограничением числа рабочих мест, на которых используются пожаро-взрыво-опасные вещества достигается обеспечение изоляции горючей среды.

К числу обязательных к исполнению правил пожаро- и взрывобезопасности относится укомплектованность автомотрисы двумя порошковыми огнетушителями, объемом не меньше пяти литров, расположенных в кабине. Огнетушители должны так же соответствовать определенным правилам. Прежде всего они не должны быть просроченными, корпус не должен иметь никаких деформаций, дабы гарантировать этим их работоспособность. По этой причине перед каждой работой приборы пожаротушения должны быть осмотрены.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Чтобы не допустить чрезвычайных ситуаций подобного характера, персоналу необходимо соблюдать ряд правил. В частности, на площадке работы автомотрисы запрещено пользоваться открытым огнем, а в кабинах – хранить легковоспламеняющиеся вещества и промасленные обтирочные материалы. Категорически нельзя использовать самодельные плавкие предохранители и оставлять без присмотра неработающую отопительную установку.

В обязанности машиниста и крановщика входит постоянный контроль за исправностью всех систем, а в особенности трубопроводов и электрооборудования. Все оборудование должно быть в исправном состоянии, в противном случае эксплуатация автомотрисы должна быть остановлена.

В случае же, если внештатная ситуация возникла и в непосредственной близости от автомотрисы произошло возгорание, все работы необходимо срочно прекратить, а машину необходимо вывести в безопасную зону.

6.8 Экологическая безопасность

Главной целью ОАО «РЖД» в области экологии на период до 2020 года и перспективу до 2030 года остается сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Приоритетные целевые ориентиры на среднесрочную перспективу до 2020 года и перспективу до 2030 года установлены на основании анализа возможностей ОАО «РЖД» по обеспечению природоохранной деятельности в соответствии с тремя сценариями развития. Ресурсы, необходимые для выполнения мероприятий в рамках реализации Экологической стратегии, а также источники ресурсов определяются в соответствующей Программе реализации Экологической стратегии ОАО «РЖД» [1].

Приоритетными целевыми ориентирами Экологической стратегии на среднесрочную перспективу до 2020 года в рамках «оптимистичного», «консервативного» и «пессимистичного» сценариев развития являются:

В области охраны атмосферного воздуха:

- снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников загрязнения на 15 % относительно уровня 2017 года;
- снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников загрязнения на 7 % относительно уровня 2017 года;
- снижение годовой эмиссии парниковых газов на 5 % относительно уровня 2017 года.

В области охраны водных ресурсов:

- ликвидация сброса сточных вод без очистки в поверхностные водные объекты и на рельеф местности;
- снижение сброса недостаточно очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты и на рельеф местности на 15 % относительно уровня 2017 года.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

В области обращения с отходами:

- повышение уровня использования и обезвреживания отходов на 8 % в случае реализации «оптимистичного» сценария, на 6 % относительно уровня использования и обезвреживания отходов 2017 года.

В области корпоративного управления природоохранной деятельностью:

- внедрение единых корпоративных принципов и норм экологического управления в ОАО «РЖД», соответствующих российскому природоохранному законодательству, стандарту ГОСТ Р ИСО 14001-2007 (ISO 14001:2004), критериям рейтинга 500 экологически чистых компаний мира;
- снижение риска возникновения аварийных ситуаций и повышение оперативности при ликвидации экологических последствий аварийных ситуаций;
- обеспечение производственного экологического контроля, внедрение практики проведения экологических аудитов, совершенствование системы экологического страхования.

6.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайной ситуацией на территории района контактной сети ст. Миасс и на дистанции его обслуживания может быть наводнение от р. Миасс, налипания на провода снега в зимний период, разрушения мостов, путевого и опорного хозяйства дистанции, а также пожары. Пожар считается ЧС в том случае, если для его ликвидации недостаточно сил и средств пожаротушения на объекте. Помещения хранения материально значимых ценностей оборудованы видеонаблюдением, охранной сигнализацией.

Основными мероприятиями по предупреждению ЧС является укрепление несущих основ цехов, опор линий электропередач. [20].

Возникновение ЧС обусловлено наличием остаточного риска. В соответствии с концепцией остаточного риска абсолютную безопасность обеспечить невозможно. Поэтому применяется такая безопасность, которую приемлет и может обеспечить общество в данный период времени.

В случае возникновения аварийной ситуации следует:

- прекратить все работы, не связанные с ликвидацией аварии;
- о случившемся сообщить непосредственному руководителю;
- обеспечить вывод людей из опасной зоны, если есть опасность для их здоровья и жизни;
- принять меры по оказанию первой помощи (если есть потерпевшие);
- принять меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;
- осуществлять другие действия, предусмотренные планом локализации и ликвидации инцидентов и аварий или планом действия при ЧС структурного подразделения.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Все работы можно возобновить только после устранения причин, приведших к аварийной ситуации и с разрешения непосредственного руководителя.

Выводы по разделу шесть

Проведен анализ опасных и вредных факторов, возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих при работе с краном автомотрисы. Рассмотрены основные требования к мерам безопасности и безвредности работы на месте оператора. Рассмотрены эргономические требования и меры безопасности при эксплуатации крана автомотрисы, а также меры противопожарной и экологической безопасности.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был предложен вариант модернизации электропривода подъёма крановой установки автотрисы АДМ-1.

Выполнен поверочный расчет электродвигателя, выбранный двигатель серии МТКФ-211-6 имеет запас по мощности 35%.

Для выбранного электродвигателя, подобран частотный преобразователь отечественной фирмы «Эффективные системы» марки ES-024 мощностью 11 кВт.

Моделирование динамических процессов в программе VisSim показало, что при работе электропривода с частотным управлением динамический момент на валу двигателя в 6,5 раз уменьшился по сравнению с этим же моментом при прямом пуске двигателя. Благодаря этому происходит плавный пуск двигателя, без резких толчков, но время пуска увеличивается с 0,55 с до 2с.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы в области охраны труда, экологической, противопожарной безопасности, а также рассмотрены мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Официальный сайт ОАО «РЖД» - <http://www.rzd.ru>
2. Официальный сайт «эффективные системы» - <https://www.softstarter.ru>
3. Официальный сайт компании «Веспер» - <https://www.vesper.ru>
4. Официальный сайт компании «Danfoss» - <https://www.danfoss.com>
5. Официальный сайт компании «ABB» - <https://new.abb.com>
6. Официальный сайт компании «Schneider Electric» - <https://www.se.com>
7. Официальный сайт компании «Delta Electronics» - <http://www.deltronics.ru>
8. Официальный сайт компании «Vacon» - <https://www.vacon-ru.com>
9. Официальный сайт центра промышленной автоматизации RuAut - <http://ruaut.ru>
10. Гохберга, М.М. Справочник по кранам: В 2-х т. Под общей ред. проф.М.М Гохберга. - М.: Машиностроение, 1988.-559 с ил.
11. Гуляев, И.В. Системы векторного управления электроприводом на основе асинхронизированного вентильного двигателя: справочник / И.В Гуляев, Г.М Тутаев. - Саранск : Издательство мордовского университета, 2010.
12. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. Т. 2/ Под общ.ред. И.П. Копылова. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 688 с.:ил.
13. Чебовский, О.Г. Силовые полупроводниковые приборы: справочник / О.Г Чебовский. - Мн., 1988.
14. «Правила устройства электроустановок». Издание 7. От 08.07.2002г
15. Шрейнер, Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты / Р.Т Шрейнер. - Екатеринбург: изд-во УРО РАН, 2000.
16. 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.
17. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. / М.М Соколов. - М.: Энергия, 1976. - 487 л с ил.
18. Фираго, Б.И. Учебно-методическое пособие для студентов специальности Т11.02. - Мн, 1993.-125л с ил.
19. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утв. Минэнерго РФ 13 января 2003 г.
20. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
21. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
22. Федеральный закон "Об основах охраны труда в Российской Федерации" от 17 июля 1999 г. № 181 – ФЗ / Собрание законодательства Российской Федерации – 1999 – № 29 – ст. 3702.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

23. ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (с изменениями от 28 октября 2008 г.)
24. 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.
25. Охрана окружающей среды: Учебник для технич. спец. вузов/С.В.Белов, Ф.А.Барбинов, А.Ф.Козьяков и др. Под ред. С.В.Белова. – 2 – е изд., испр. и доп. М.: Высшая школа, 1991.
26. Шестаков В.М., Епишкин А.Е. «Автоматизированный электропривод. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности 2102». ЛМЗ-ВТУЗ, СПб - 2004.
27. Шестаков В.М., Томчина О.П., Нагибина О.Л. «Теория автоматического управления. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 2102». ЛМЗ-ВТУЗ, СПб - 2002.
28. Каминский М.Л. Монтаж приборов контроля и аппаратуры автоматического регулирования и управления / М.Л. Каминский - М.: Высшая школа, 2014. — 311 с.
29. Кисаримов Р.А. Справочник электрика / Р.А. Кисаримов - М.:ИП РадиоСофт, 2004. -320с.
30. Ключев А.С. Монтаж средств измерений и автоматизации / А.С. Ключев -М.: Энергоатомиздат, 1988-311с.
31. Лонкина Г.Н. Программирование для автоматизированного оборудования: Практикум, - Волгоград: ВГЭГК. 2005.-124с, 55рис.
32. Николаева О.В. Режимы резания, приложение №1 к учебному пособию Технология машиностроения / О.В. Николаева. - Волгоград: ВГЭГК. 2005. - 196с.
33. Николаева О.В. Нормы вспомогательного времени, приложение №2 к учебному пособию Технология машиностроения / О.В. Николаева. - Волгоград: ВГЭГК. 2004. - 56с.
34. Фомина С.Ю. Экономика отрасли: методические указания по написанию курсовой работы / С.Ю. Фомина - Волгоград: ВГЭГК, 2006- 36с.
35. Цейтлин Л.С. Электропривод, электрооборудование и основы управления: учебное пособие / Л.С. Цейтлин - М.: Высшая школа, 1985. - 192с.
36. Зюзин А.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: учебник для учащихся электротехнических спец. техникумов / А.Ф. Зюзин, Н.З. Поконов, М.В. Антонов. - 3-е изд. - М.: Высшая школа, 1986. - 415с.
37. Князевский Б.А., Чекалин Н.А. Техника безопасности и противопожарная техника в электроустановках. - М.: Энергия, 1973. - 242с.
38. Николаева О.В. Производство заготовок: учебное пособие / О.В. Николаева, И.В.Крищенко.- Волгоград ВГЭГК, 2005.-84с.

					13.03.02.19.004.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50