

Министерство образования и науки 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
_____ 2018 г.

«Разработка блока управления механизма поворота КМУ
Синегорец-25»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.2018.148.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2018 г.

Руководитель работы
доцент

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2018 г.

Экономическая часть
доцент

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2018 г.

Автор работы
студент группы ФТТ-403

_____ В.Д. Босых
_____ 2018 г.

Нормоконтролер
ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2018 г.

Златоуст 2018

АННОТАЦИЯ

Босых В.Д. Разработка блока управления механизма поворота КМУ Синегорец-25 – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2018, 59 с., 27 ил., библиогр. список – 14 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе производится разработка блока управления механизма поворота крано-манипуляторной установки Синегорец-25. Целью работы является повышение производительности работы КМУ Синегорец-25, за счет автоматизации гидропривода. Данная цель достигается установкой электрогидрораспределителя, программируемого логического контроллера и дистанционного пульта управления.

Исходя из описания технологического процесса работы КМУ, разработаны электрическая структурная схема. Выбран гидрораспределитель Danfoss PVG16. Произведена разработка электрической принципиальной схемы КМУ и гидравлической принципиальной схемы. Создан электромеханический проект пульта управления в программном комплексе Autodesk Inventor. Создано математическое описание с помощью программы Vissim. Разработана рекомендация по настройке программируемого логического контроллера в программном обеспечении PLUS+1 GUIDE.

Проведена технико-экономическая оценка стоимости электрооборудования, полной стоимости машины, и рассчитана рентабельность в сравнении с зарубежным аналогом.

Разработаны мероприятия по охране труда, экологической безопасности и безопасности в условиях чрезвычайных ситуаций.

Результаты выпускной квалификационной работы планируются к внедрению в АО «Златмаш» г. Златоуст.

					13.03.02.2018.288.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Босых В.Д.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Сергеев Ю.С.				Д	4	65
Т. Контр.	Сандалов В.М.				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.						
Утверд.	Сергеев Ю.С.						
Разработка блока управления механизма поворота КМУ Синегорец-25 Пояснительная записка							

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ</u>	6
<u>1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ</u>	8
<u>2 ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ</u>	13
<u>3 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КМУ</u>	17
<u>4 ГИДРООБОРУДОВАНИЕ КМУ</u>	19
<u>5 РАСЧЁТ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА</u>	21
<u>6 МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА</u>	28
<u>6.1 Построение и расчёт математической модели</u>	28
<u>6.2 Моделирование в Vissim</u>	30
<u>6.3 Результаты моделирования</u>	31
<u>7 НАСТРОЙКА ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА</u>	35
<u>8 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА</u>	36
<u>8.1 Создание проекта в AutoCAD Electrical</u>	36
<u>8.2 Создание схемы пульта управления в AutoCAD Electrical</u>	38
<u>8.3 Проверка типовых ошибок при проектировании в AutoCAD Electrical</u>	38
<u>8.4 Создание проекта в Autodesk Inventor</u>	40
<u>8.5 Создание 3D модели пульта управления в Autodesk Inventor</u>	41
<u>8.6 Создание файлов электромеханической связи в AutoCAD Electrical</u>	42
<u>8.7 Создание электромеханической связи в Autodesk Inventor</u>	43
<u>9 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА</u>	45
<u>9.1 Концепция</u>	45
<u>9.2 Расчет себестоимости</u>	45
<u>10 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ</u>	54
<u>10.1 Описание рассматриваемого объекта</u>	54
<u>10.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов</u>	54
<u>10.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса</u>	56
<u>10.4 Охрана труда</u>	56
<u>10.5 Производственная санитария</u>	58
<u>10.6 Эргономика и производственная эстетика</u>	58
<u>10.7 Противопожарная и взрывобезопасность</u>	60
<u>10.8 Экологическая безопасность</u>	60
<u>10.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций</u>	61
<u>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</u>	63
<u>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</u>	65

ВВЕДЕНИЕ

Крано-манипуляторные установки (КМУ) – уже достаточно широко распространенное и продолжающее набирать популярность оборудование, которое применяется во многих отраслях.

Использование оборудования КМУ не только упрощает выполнение задач, но и довольно выгодно экономически. Этот вид спецтехники довольно универсален. Манипулятор заменяет собой грузовик, кран и бригаду рабочих, что позволяет существенно сэкономить ресурсы при проведении мероприятий по погрузке и разгрузке, а также доставки различных грузов к месту назначения.

Зачастую КМУ приходится работать в непростых условиях, когда оператору с рабочего места затруднительно в полной мере контролировать весь процесс. В этом случае отличным вариантом решения проблемы будет использование крано-манипулятора с выносным пультом дистанционного управления (ПДУ).

Как правило, дистанционное управление КМУ с пульта предлагается производителями оборудования в качестве дополнительной опции. Это вызвано тем, что для обеспечения высокой точности управления при помощи ПДУ необходимо несколько усовершенствовать конструкцию КМУ. Для того чтобы техника четко подчинялась командам, подаваемым с ПДУ, а оператор мог ее чувствовать, необходимо установить специализированные пропорциональные гидрораспределители и программируемый логический контроллер. Движения будут реагировать на степень отклонения тумблера ПДУ и формировать адекватную этому показателю команду [9].

Использование выносного пульта значительно упрощает выполнение работ в сложных условиях. Благодаря ему оператор может контролировать процесс с различных сторон, что позволяет выполнять работы с более высокой точностью. Использование дистанционного управления также положительно сказывается на безопасности эксплуатации техники.

АО «Златмаш» совместно с кафедрой ЭАПП филиала ЮУрГУ в г. Златоусте приступила к работе по созданию дистанционного управления КМУ Синегорец-25.

Целью выпускной квалификационной работы является повышение производительности работы КМУ Синегорец-25.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработка структурной схемы;
- выбор оборудования;
- разработка принципиальной схемы;
- создание электромеханического проекта пульта управления в программном комплексе Autodesk Inventor;
- создание математического описания;
- разработка рекомендаций по настройке выбранного оборудования;
- проведение анализа экономической эффективности работы;
- рассмотрение вопросов безопасности жизнедеятельности.

Объектом работы является крано-манипуляторная установка Синегорец-25.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

Предметом работы является блок управления движением поворота КМУ Синегорец-25.

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

За рубежом, манипуляторы применяются во всех основных отраслях хозяйства: на транспорте, в различных видах строительства, лесном, коммунальном и сельском хозяйстве, в машиностроении, в энергетической, горнодобывающей и других отраслях промышленности. Это широкое применение объясняется большой практической и экономической эффективностью. На сегодня, каждый пятый грузовой автомобиль в Западной Европе оборудован манипулятором. По оценке специалистов, автомобиль с манипулятором полностью окупается за 6-12 месяцев с момента начала эксплуатации [2].

Применение манипуляторов уменьшает в 2-3 раза время простоя и в 1,5-2 раза количество транспортных единиц, сокращает в 1,3-1,5 раза размеры приобъектных площадок, примерно в 2-2,5 раза численность вспомогательных рабочих, занятых на выполнении погрузочно-разгрузочных работ (стропальщики и др.) уменьшает продолжительность проведения погрузочно-разгрузочных работ, повышает ритмичность доставки грузов, увеличивает маневренность транспортного средства, облегчает доставку груза в труднодоступные места.

По назначению манипуляторы подразделяются на универсальные и специальные, т.е. приспособленные к проведению отдельных видов работ. Они могут устанавливаться на подвижных транспортных средствах и стационарно [1].

За рубежом насчитывается более 50 фирм-изготовителей манипуляторов в отдельных странах их количество достигает 5-7. Изделия этих фирм обладают большой универсальностью по функциональному назначению, особенностям конструктивного исполнения и возможности применения на различных базовых шасси.

Наиболее известные фирмы, отличающиеся большим объемом производства специальных манипуляторов: «Hiab-Foco» (Швеция), «Loglift» и «Kesla OY» (Финляндия), «Palfinger» (Австрия), «Epsilon» и «Penz» (Австрия), «Liv» (Словения), «Ferrari» (Италия) и др. [2].

В качестве управления механизмами движением на гидроманипуляторах используется секционные гидрораспределители (ГР) с открытым центром, т.е. они используются при наличии в гидросистеме нерегулируемого насоса [5], который в случае с КМУСинегорец-25 имеется.

Сравнительные характеристики различных модификаций гидрораспределителей установленных на крано-манипуляторных установках приведена в таблице 1.1.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

Таблица 1.1 – Характеристики модификаций гидрораспределителей

Параметры	Марка гидрораспределителя		
	PVG 16	SN-4	PM-12
Рабочее давление, МПа	40	21	20
Максимальный расход, л/мин	65	80	63
Масса, кг	11,2	17,1	9,6
Способ управления	электрическое, механическое	механическое	механическое, электрическое
Стоимость, руб.	89 400	86 600	94 700
Производитель	Sauer-Danfoss (Дания)	Youli (Тайвань)	Гаврилов-Ямский машиностроительный завод «Агат» (Россия)

Секционный гидрораспределитель PVG 16 компании Sauer-Danfoss обеспечивают независимую от давления в гидроприводе работу гидромоторов и гидроцилиндров рабочих органов.

Гидравлический распределитель PVG 16 является модульной конструкцией, его различные секции способны решать многочисленные индивидуальные задачи. Распределитель может содержать до 10 секций. Каждая секция способна управлять расходом до 65 л/мин. при давлении до 40 МПа. Для гидравлических систем с нерегулируемыми и регулируемыми насосами производятся блоки с открытым и закрытым центром. В гидрораспределитель устанавливаются различные виды золотников с возможностью их взаимной замены. В конструкции распределителей применяется встроенная электроника, датчики, различные варианты рукояток. Оптимальное управление, вне зависимости от вязкости, напряжения или потока, обеспечивается установкой датчиков обратной связи. Реализована возможность подключения шины CAN, обеспечивающая функции управления (замедления сигналов, регулировка расхода, компенсация зоны нечувствительности золотника). Применение гидрораспределителя в гидросистеме позволяет добиваться требуемой точности управления потоком.

Пропорциональный секционный гидрораспределитель PVG 16 – лучшее решение для управления рабочими органами в гидроприводах мобильных машин, где расход не превышает 65 л/мин., а рабочее давление не выше 40 МПа. Внешний вид распределителя представлен на рисунке 1.1



Рисунок 1.1 – Гидрораспределитель PVG 16 компании Sauer-Danfoss (Дания)

Намного дешевле из рассматриваемых распределителей – это гидрораспределитель с ручным управлением SN-4 компании Youli, представленный на рисунке 1.2. Применяется для автогидродъемников, автовышек, автокранов, кранов-манипуляторов, гидроманипуляторов, мусоровозов, мультилифтов, экскаваторов, тракторов, погрузчиков, бурильных установок. Расход рабочей жидкости в распределителе может достигать до 80 л/мин, а рабочее давление до 21 МПа.

Гидравлический распределитель ручного управления YOULI серии SN обеспечивает изменение направления потока рабочей жидкости (РЖ) в гидравлических системах. Легко настраивается на различные гидросистемы. Являются универсальными распределителями широкого применения и имеют следующие конструктивные особенности: симметричный корпус, благодаря чему можно установить устройство управления золотником с любой из двух сторон, возможность установки вторичных клапанов, противопросадочные клапаны, а также параллельное, последовательное или тандемное соединение золотников.

К наиболее значительному недостатку рассматриваемого гидрораспределителя можно отнести его большую массу и невозможность управлять с помощью электроклапана.

Самый дорогой из рассматриваемых – это гидрораспределитель РМ-12 Гаврилов-Ямского машиностроительного завода "Агат". Распределитель предназначен для изменения направления и регулирования потоков жидкости при управлении исполнительными гидродвигателями при воздействии на запорно-регулирующий элемент золотник рабочих секций от тяги или рукоятки, а также для разгрузки гидросистемы с насосом постоянной подачи на холостом режиме и защиты ее от перегрузок. Распределитель используется для нужд народного хозяйства для применения в сельскохозяйственных, строительно-дорожных, лесотехнических, коммунальных машинах и другом оборудовании.



Рисунок 1.2 – Гидрораспределитель SN-4 компании Youli (Тайвань)



Рисунок 1.3 – Гидрораспределитель PM-12 Гаврилов-Ямского машиностроительного завода «Агат» (Россия)

Предназначен для управления гидроцилиндрами и других гидроприводов строительных, дорожных и коммунальных машин, таких как крано-

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

манипуляторные установки, автокраны, автогидроподъемники, мусоровозы, автогрейдеры, и т.д.

Самым значительным недостатком этого гидрораспределителя относится дороговизна. Еще можно приписать к недостаткам то, что имеются большие потери давления из-за малого хода запорных элементов, а также в процессе переключения все гидролинии соединяются между собой, что приводит к всплескам давления.

Выводы по разделу.

Из приведенного выше ряда гидрораспределителей используемых на различных видах машин видно, что зарубежные обладают хорошими техническими показателями, и значительно невысокой ценой.

Отечественные аналоги обладают невысокой производительностью, что объясняется невозможностью плавности регулирования движения жидкости в гидролинии.

Поэтому из рассмотренного был выбран гидрораспределитель PVG 16 датской компании Sauer-Danfoss, потому что он может ставиться на такого рода технику, как КМУ, а также он является лучшим по сравнению цена-качество.

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2 ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

Производство гидроманипуляторов «Синегорец» - погрузочных механизмов, особенно востребованных на лесозаготовке, начато было на Златоустовском машиностроительном заводе в середине 90-х годов.

Параллельно серийному выпуску манипуляторов шла работа над совершенствованием конструкции, доработка отдельных узлов базовой модели «Синегорец-75» грузоподъемностью 7,5 тонны. В 2000 году начат выпуск манипулятора "Синегорец-25". Его силы в 25 килоньютонов хватает и для подъема грузов - есть ковш для сыпучих материалов, есть грейфер для захвата лома, мусора, макулатуры и так далее. А можно использовать этот механизм и при обрезке деревьев, замене ламп уличного освещения. Он, в основном, и предназначен коммунальным службам [8].

Объём производства КМУ Синегорец-25 на сегодняшний момент насчитывает около 200 штук в год.

Из преимуществ гидроманипуляторов «Синегорец» можно выделить следующие:

- все гидроманипуляторы "Синегорец" оснащены запатентованной разработкой – поворотная колонна, конструкция которой позволяет выдерживать предельные нагрузки с 3-х кратным превышением;
- применение гидрораспределителей зарубежной компании повышает точность и обеспечивает плавность хода;
- в целях безопасности вся гидросистема "Синегорца" оборудована гидрозамками;
- на навесном оборудовании применяется защита гидросистемы от механических повреждений;
- всё навесное оборудование укомплектовано ротаторами, т.е специальным устройством, предназначенным для вращения рабочего органа вокруг вертикальной оси;
- металлоконструкция гидроманипулятора изготовлена из высоколегированной стали;
- продукция находится в среднем ценовом диапазоне (330 000 рублей), что позволяет конкурировать как с импортными, так и с российскими производителями.

Златоустовские гидроманипуляторы по своим потребительским качествам и по техническим параметрам [10], указанным в таблице 2, ни в чем не уступают конкурентам. «Синегорец» прошел через проверку практиками, через промышленные выставки, и отзывы показывают – технический уровень гидроманипуляторов златоустовского производства признан не менее высоким, чем европейские аналоги, в частности, выдерживает сравнение с подобной техникой финской фирмы "Логлифт".

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ					

Таблица 2 – Технические характеристики КМУ Синегорец-25

Параметры	Размерность	Числовые значения
Грузовой момент	кНм	25
Грузоподъемность: - максимальная на 2,5 м - минимальная на 6 м	кг	980 415
Масса КМУ	кг	700
Номинальный расход РЖ в ГС	л/мин	11
Номинальное давление в ГС	МПа	20
Объем бака	л	23
Объем РЖ в баке: - минимальный - максимальный	л	16 20
Максимальный угол поворота	град	270
Время полного поворота в обоих направлениях с грузом	с	не более 30

Конструкция крано-манипуляторного устройства [7] представляет собой гидравлический кран, оснащенный полноповоротной телескопической стрелой с тросовой подвеской устройства крепления. Подобные устройства представляют особую ценность для различного назначения, за счет ряда преимуществ и особенных свойств устройства, которые продиктованы уникальностью его конструкции. Возможность аккуратной и четко спроектированной разгрузки, без толчков и ударов при спуске, на заранее подготовленную площадку играет важную роль. Мало какой погрузчик сможет осуществить подъем или спуск груза на площадку за некими препятствиями в виде заборов, стен или любых других конструкций или габаритных предметов.

Конструкция КМУ Синегорец-25, изображена на рисунке 2.

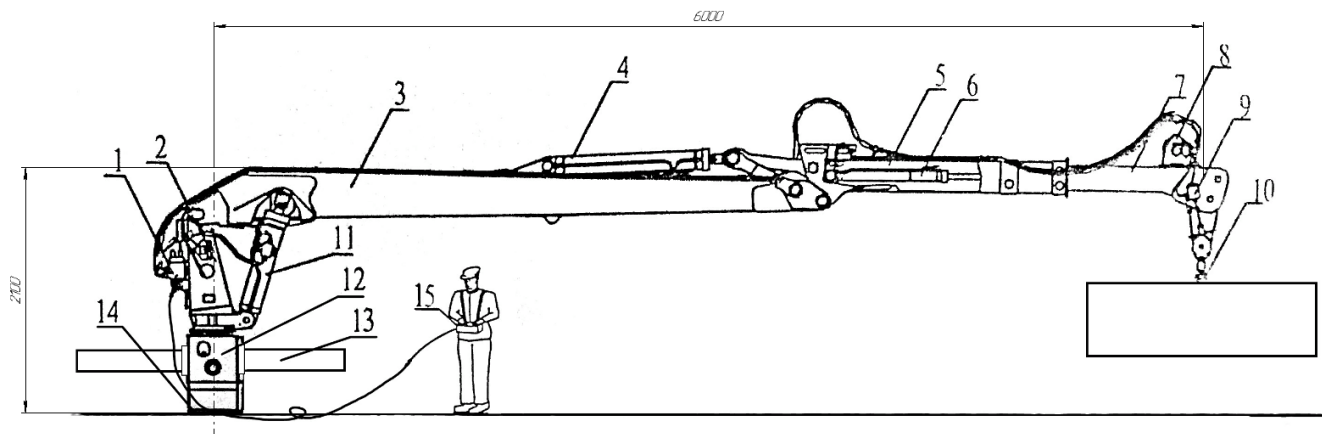


Рисунок 2.1 – Крано-манипуляторная установка Синегорец-25:

1 - электрогидрораспределитель (ЭГР) с программируемым логическим контроллером (ПЛК); 2 - стойка; 3 - стрела подъемная; 4 - гидроцилиндр (ГЦ) стрелы выносной; 5 - стрела выносная; 6 - ГЦ стрелы телескопической; 7 - стрела телескопическая; 8 - лебедка; 9 - ограничитель подъема; 10 - крюк; 11 - ГЦ стрелы подъемной; 12 - опорно-поворотное устройство (ОПУ); 13 - ГЦ поворота; 14 - пята; 15 - пульт управления (ПУ).

Разрабатываемый блок управления предназначен для управления механизмом поворота КМУ Синегорец-25 и состоит из следующих частей:

- пульт управления
- программируемый логический контроллер
- электрогидрораспределитель
- гидроцилиндр поворота
- освещения
- звукового сигнала
- датчиков положения

Структурная схема, приведена на рисунке 2.2

С помощью пульта управления (ПУ) подаётся сигнал на программируемый логический контроллер (ПЛК). Сигнал обрабатывается и далее поступает на электрогидрораспределитель (ЭГР). Принцип работы ЭГР состоит в том, что, сигнал приходящий на электромагнитную катушку открывает клапан и пропускает жидкость, заставляющую работать гидроцилиндр поворота. Датчики положения колонны, отправляющие сигнал в ПЛК, реагируют как ограничитель угла поворота, т.е. поворот осуществляется не полный оборот вокруг своей оси, а только 270 градусов. Управление освещением и звуковым сигналом осуществляется с помощью пульта управления.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

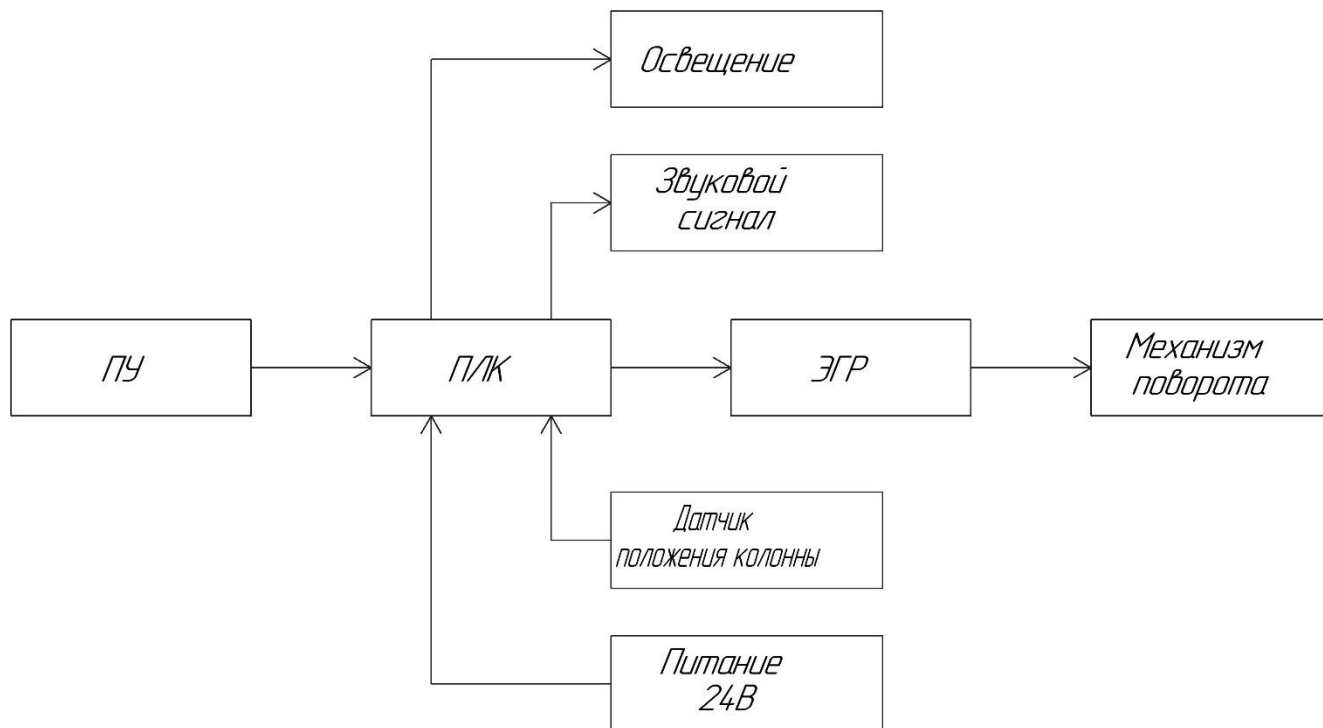


Рисунок 2.2 – Схема электрическая структурная

Выводы по разделу.

В конструкциях основных сборочных единиц крано-манипуляторных установок применяющиеся устройства мало отличаются от других КМУ по принципу действия. Их конструкция постоянно совершенствуется. В данной работе предложена замена уже используемого на КМУ Синегорец-25 гидрораспределителя на распределитель с электроуправлением. А также добавить программируемый логический контроллер и дистанционный пульт управления с кабель-проводом в уже имеющую конструкцию. Также производится замена концевого выключателя на датчик положения, работающего по тому же принципу.

3 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КМУ

Электрооборудование КМУ предназначено для освещения рабочей зоны, подачи звукового сигнала, а также для питания ЭГР, пульта управления КМУ и программируемого логического контроллера. Схема электрическая принципиальная приведена на рисунке 3.

Электрооборудование КМУ подключается к электрической системе базового транспортного средства. Питание осуществляется постоянным током напряжением 24В.

В пульте управления устанавливается предохранитель FU1, тумблер SA1 на включение, кнопка SB1 на сигнал и тумблер SA2 на освещение, а также диоды HL1, HL2 и HL3 на питание, неисправность и работу КМУ соответственно. Также на пульте установлены джойстики управления SQ1-SQ4 рабочими органами манипулятора.

Коробка отбора мощности и гидронасос на базовом транспортном средстве приводятся в действие включением тумблер SA1 на пульте управления. В результате этого подается сигнал на ПЛК и загорается диод на питание на ПУ. Контроллер обрабатывает приходящие на него сигналы и подается напряжение на электрооборудование КМУ. Для включения и выключения рабочего освещения служит тумблер SA2, расположенный на пульте управления. Этот выключатель через ПЛК подает обработанный сигнал на фары EL1 – EL2 установленные на КМУ, тем самым включая их. Фара EL1 предназначена для освещения зон погрузки и выгрузки. Фара EL2 устанавливаются дополнительно, и служит для освещения рабочей зоны оператора. Кнопка SB1 включает звуковой сигнал HA1. С помощью джойстика SQ1-SQ4 подается команда через контроллер на катушку электрогидрораспределителя YA1-YA4, которая открывает клапан и пропускает жидкость, заставляющую работать гидроцилиндры.

В случае аварийной ситуации для того чтобы отключить питание служит автоматический выключатель QF1, предотвращающий поломку электрооборудования.

Выводы по разделу.

В данном разделе по выбранному оборудованию и схеме электрической структурной была разработана схема электрическая принципиальная, включающая подробное описание электрооборудования. Данная схема служит для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений рассмотреть связь между пультом управления, программируемым логическим контроллером и электрогидрораспределителем.

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

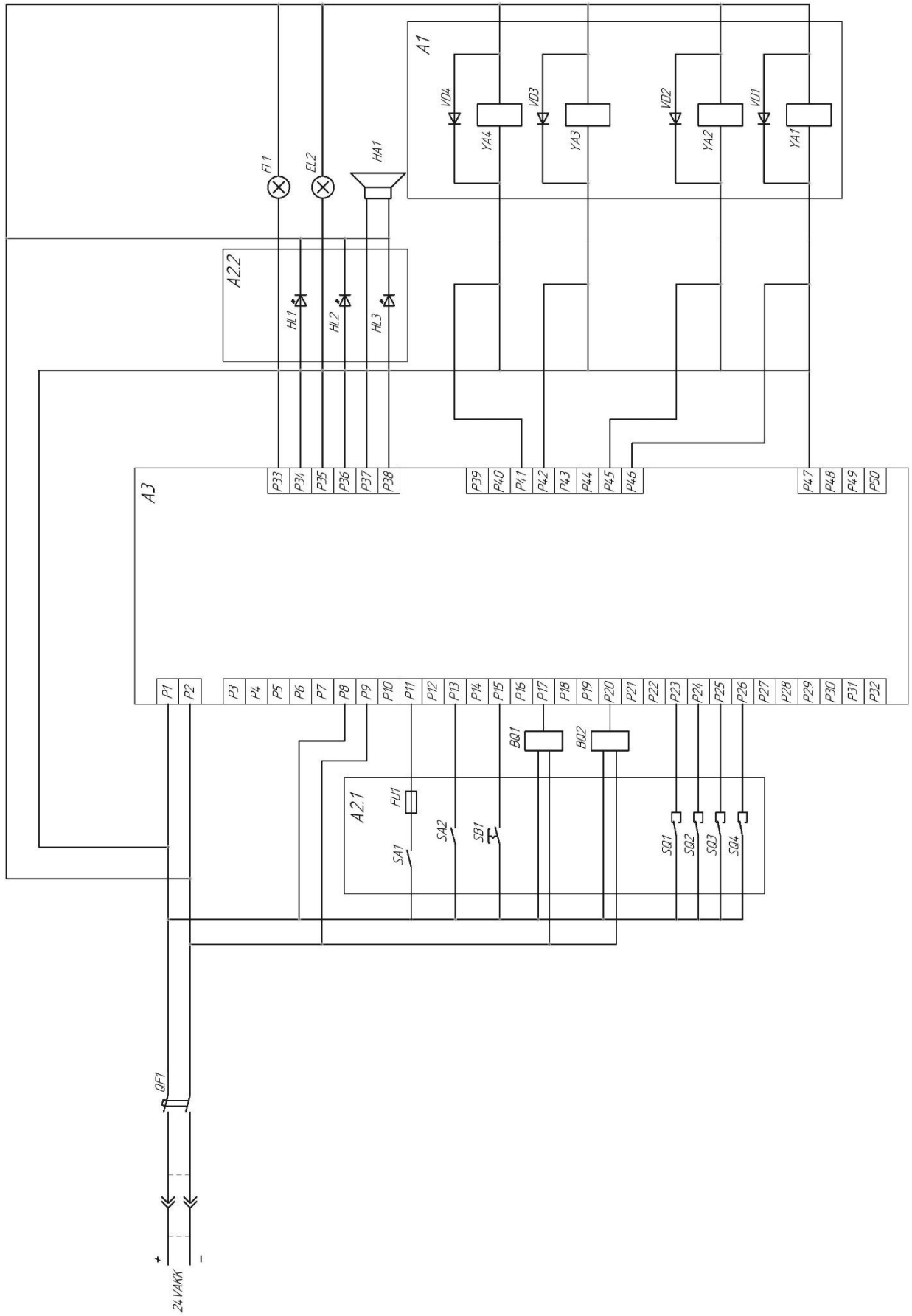


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ

4 ГИДРООБОРУДОВАНИЕ КМУ

Гидравлическая система КМУ обеспечивает подъем, опускание и поворот груза.

Для выполнения всех рабочих операций КМУ, а также для приведения в транспортное и рабочее положение используются гидроцилиндры [6].

Гидравлический привод КМУ выполнен по одноконтурной схеме. Контур управления имеет распределитель с закрытым центром, который не может позволить совмещать работу нескольких гидроцилиндров.

Схема гидравлическая принципиальная приведена на рисунке 4. При управлении КМУ рабочая жидкость из гидробака (Б) насосом (Н) подается к электрогидрораспределителю (ЭГР). ЭГР предназначен для управления гидроцилиндром (Ц) поворота КМУ. После того, как жидкость прошла рабочий цикл, она сливается обратно в гидробак через сливной фильтр (ФС). С помощью заливного фильтра (ФЗ) жидкость, которая наливается в гидросистему, очищается, не вынуждая загрязнения гидросистемы и, следовательно, преждевременной поломки. Рабочие органы гидравлической системы сообщаются между собой посредством рукавов высокого давления и жестких трубопроводов. Клапан предохранительный (КП) предназначен для ограничения возможности повышения давления рабочей жидкости сверх установленной нормы.

Выводы по разделу.

С помощью схемы гидравлической принципиальной, разработанной в приведенном разделе, а также его подробного описания происходит управление гидравлическим оборудованием.

При поломке электромагнита на установленном электрогидрораспределителе есть возможность управления гидроцилиндрами механически, т.е. рычагами управления прямо на ЭГР.

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

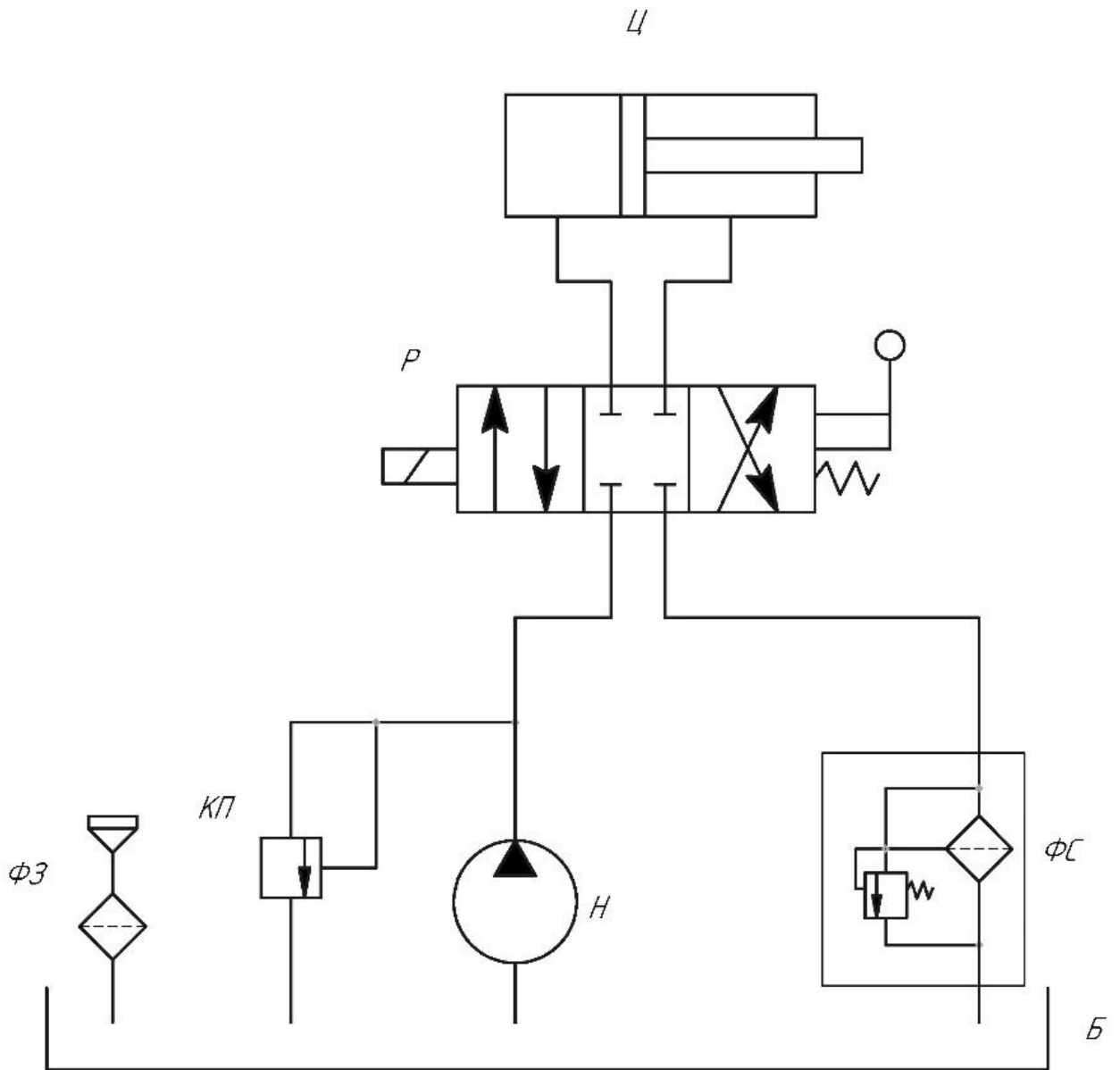


Рисунок 4 – Схема гидравлическая принципиальная механизма поворота

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ

Лист

20

5 РАСЧЁТ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА

Расчет механизма поворота в целом представляет собой специальную задачу, решаемую в зависимости от применяемых материалов, требуемой долговечности и др. Обычно, так же, как и для всех подшипников, изготовителями приводятся значения допускаемых нагрузок - вертикальных, горизонтальных и моментных [7].

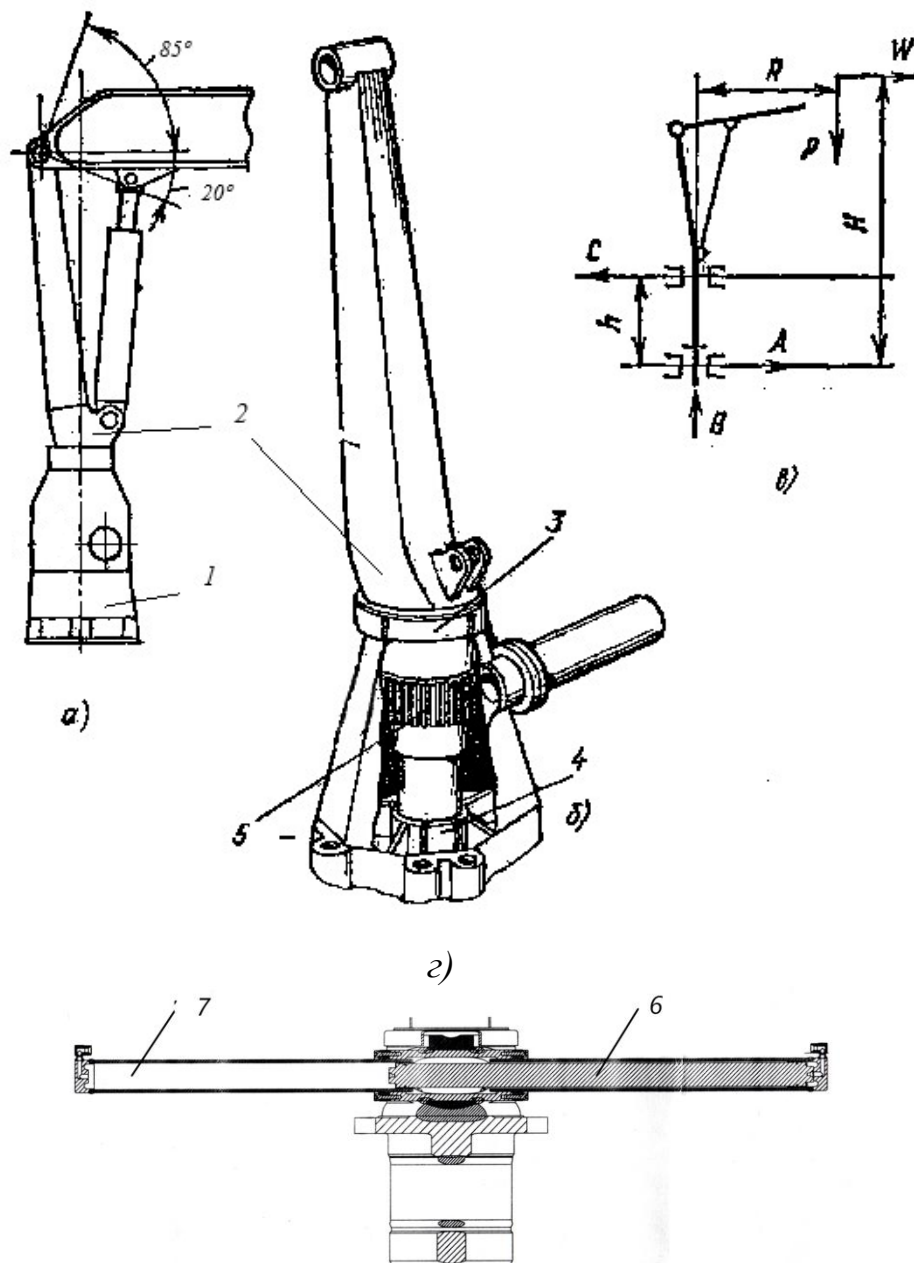


Рисунок 5.1 – Механизм поворота КМУ Синегорец-25:

- а - общий вид;
- б и г - устройство ОПУ;
- в - расчетная схема

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ

Лист

21

Для крана-манипулятора решено применить ОПУ с размещением опор в вертикальной плоскости (рисунок 5.1). Корпус 1 крепится к основанию, в нем размещена колонна 2, опирающаяся на подшипники 3 и 4. Последний одновременно является и подпятником. На колонне закреплено зубчатое колесо 5, с которым взаимодействуют зубчатые рейка 6, выполненная заодно со штоком гидроцилиндра 7. Жидкость подается в полость цилиндра исходя из зависимости в какую сторону необходимо повернуть КМУ.

В этих устройствах применяют опоры как скольжения, так и качения, преимущества которых состоят в пониженных потерях на трение и в простоте обслуживания [4].

Сводя все нагрузки к двум силам - вертикальной P и горизонтальной W , составляем для определения опорных реакций A , B и C три уравнения:

$$\begin{aligned}\sum M &= P \cdot R + W \cdot H - C \cdot h = 0, \\ \sum Y &= B - P = 0, \\ \sum X &= W + A - C = 0.\end{aligned}$$

Из этих уравнений следует

$$\begin{aligned}C &= \frac{P \cdot R + W \cdot H}{h}; \\ B &= P; \\ A &= C - W = \frac{P \cdot R + W \cdot H}{h} - W,\end{aligned}$$

где P и W - вертикальная и горизонтальная нагрузки, действующие на ОПУ, кН;

R и H - плечи сил относительно оси вращения поворотной части КМУ, м;

h - расстояние между опорами, м

Размеры опор скольжения определяются по допустимому давлению p (Па). При бронзовых втулках принимают $p = 8.12$ МПа; подшипники и подпятники качения подбирают, исходя из их долговечности ($T > 2500$ ч).

Концевую опору выполняют стальной кованой, резе литой и приваривают к металлической конструкции колонны.

Диаметр нижней цапфы подшипника получаем расчетом на изгиб:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{H \cdot h}{0.1 \cdot \sigma_u}},$$

где H - горизонтальная реакция нижней опоры, определяется из условия равновесия;

						Лист
					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

h - расстояние между верхней и нижней цапфами, h=0,5 м;
[$\sigma_{н}$] - допускаемое напряжение изгиба колонны - сталь Ст.4; [$\sigma_{н}$] = 80 МПа;
Условие равновесия

$$\sum M = 0, H \cdot h - m_k g \cdot a - m_g g \cdot L = 0,$$
$$H = \frac{g(m_k \cdot a + m_g \cdot L)}{h},$$

где m_k - масса КМУ, кг, $m_k=720$ кг,

m_g - масса груза на максимальном вылете, кг, $m_g=415$ кг,

$g = 9,8$ м/с² - ускорение свободного падения,

a - расстояние от вертикальной оси вращения до центра тяжести поворотной части, a=1,8 м.

L - максимальный вылет стрелы, L=6 м,

h - расстояние между опорами, h=0,5 м.

Горизонтальная реакция нижней опоры

$$H = \frac{9,8 \cdot (720 \cdot 1,8 + 415 \cdot 6)}{0,5} = 74205,6H$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{74205,6 \cdot 0,5}{0,1 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,167 м,$$

Горизонтальная реакция нижней опоры принимаем равным 170 мм.

Так как на опору действует пара сил H, то диаметр верхней цапфы приравнивается к диаметру нижней цапфы

Определение момента сопротивления вращению:

$$T_{кр} = T_1 + T_2 + T_3,$$

где T_1, T_2 - моменты сил трения, соответственно в верхней и нижней опорах, воспринимающих горизонтальные нагрузки;

T_3 - момент силы трения в опоре воспринимающей вертикальные нагрузки;

$$T_1 + T_2 = 0,5 \cdot H \cdot (\mu_1 \cdot d_1 + \mu_2 \cdot d_2),$$

где d_1, d_2 - диаметр верхней и нижней цапф, воспринимающих горизонтальные нагрузки; $d_1=170$ мм, $d_2=170$ мм

μ_1, μ_2 - коэффициенты трения скольжения в подшипниках скольжения верхней и нижней опорах, воспринимающих горизонтальную нагрузку; $\mu_1=0,01, \mu_2=0,09$;

$$T_1 + T_2 = 0,5 \cdot 74205,6 \cdot (0,01 \cdot 0,17 + 0,09 \cdot 0,17) = 630,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При приработавшейся кольцевой пяте скольжения

$$T_3 = 0,25 \cdot \mu_3 \cdot V \cdot \left(d_{\text{н.п.}} + d_{\text{в.п.}} \right),$$

где μ_3 - коэффициент трения скольжения в подшипнике скольжения верхней опоры воспринимающего вертикальную нагрузку; $\mu_3 = 0,06$;

$d_{\text{н.п.}}$ - наружный диаметр пяты; $d_{\text{н.п.}} = 178$ мм;

$d_{\text{в.п.}}$ - внутренний диаметр пяты; $d_{\text{в.п.}} = 16$ мм;

V - вертикальная реакция верхней опоры, определяется из условия равновесия;

$$V = \frac{H \cdot (q + l) - H \cdot l - m_2 \cdot g \cdot (c - a)}{a},$$

где l - расстояние от верхней опоры до центра тяжести поворотной части, $l = 1,8$ м.

$$V = \frac{74205,6 \cdot (0,5 + 1,8) - 74205,6 \cdot 1,8 - 415 \cdot 9,8 \cdot (6 - 1,8)}{1,8} = 11123 \text{ Н}$$

$$T_3 = 0,25 \cdot 0,06 \cdot 11123 \cdot (0,178 + 0,016) = 32,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_{\text{кр}} = 630,7 + 32,4 = 663,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент сопротивления вращению от давления ветра на груз $P_{\text{в.г.}}$ и поворотную часть КМУ $P_{\text{в.к.}}$ при $\varphi = 90^\circ$

$$M_{\text{в}}^{\text{max}} = P_{\text{в.г.}} \cdot L + P_{\text{в.к.}} \cdot a,$$

где $P_{\text{в.г.}}$ - сила ветра, действующая на подветренную площадь подвешенного рабочего груза; $P_{\text{в.г.}} = 300$ Н,

$P_{\text{в.к.}}$ - сила ветра, действующая на подветренную площадь КМУ, параллельна плоскости, на которой установлена КМУ;

$$P_{\text{в.к.}} = P_{\text{в}}^{\text{стат}} + P_{\text{в}}^{\text{динам}},$$

где $P_{\text{в}}^{\text{стат}}$ - статическая составляющая ветровой нагрузки; $P_{\text{в}}^{\text{стат}} = 1650$ Н

$P_{\text{в}}^{\text{динам.}}$ - динамическая составляющая ветровой нагрузки, $P_{\text{в}}^{\text{динам.}} = 785$ Н

$$P_{\text{в.к.}} = 1650 + 785 = 2435 \text{ Н}$$

$$M_{\text{в}}^{\text{max}} = 300 \cdot 6 + 2435 \cdot 1,8 = 6183 \text{ Н}$$

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ					

Момент сопротивления вращению от давления ветра на груз $P_{в.г.}$ и поворотную часть крана $P_{в.к.}$ при $\varphi=60^\circ$

$$M_\varphi = M_\epsilon^{макс} \cdot \sin \varphi$$

$$M_\varphi = 6183 \cdot \sin 60^\circ = 5354,6H$$

Момент сопротивления вращению от наклона КМУ на угол $\theta = 15^\circ$.

$$M_\theta = M_\kappa \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi,$$

где M_κ - суммарный опрокидывающий момент действующих на КМУ вертикальных сил G_i , расположенных на расстоянии r_i от оси вращения КМУ;

$$M_\kappa = \sum_{i=1}^n G_i \cdot r_i = (m_{п.ч.} \cdot a + m_2 \cdot L) \cdot g,$$

где $m_{п.ч.}$ - масса поворотной части крана, $m_{п.ч.} = 223,4$ кг

$$M_\kappa = \sum_{i=1}^n G_i \cdot r_i = (223,4 \cdot 1,8 + 415 \cdot 6) = 289212H$$

Момент сопротивления вращению от наклона равен

$$M_\theta = 289212 \cdot \sin 15^\circ \cdot \sin 60^\circ = 648,25H$$

Расчету деталей опор подлежат следующее: подшипники верхней опоры, колона крана, траверса опоры.

Проверка кольцевого подпятника верхней опоры на износостойкость ведется по формуле:

$$P = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot (d_{н.п.}^2 - d_{в.п.}^2)} \leq [P]$$

где $d_{н.п.}$ - наружный диаметр пяты;

$d_{в.п.}$ - внутренний диаметр пяты;

V - вертикальная реакция верхней опоры,

$[P]$ - допускаемое удельное давление; для бронзовых втулок: $[P] = 10$ МПа;

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ					

$$P = \frac{4 \cdot 11123}{\pi \cdot (0,178^2 - 0,016^2)} = 4,5 \text{ МПа} \leq \bar{P}$$

4,5 МПа ≤ 10 МПа - условие выполняется.

Подшипник скольжения верхней опоры рассчитывается на износостойкость по удельному давлению:

$$P = \frac{H}{l \cdot d_1} \leq \bar{P}$$

где d_1 - диаметр верхней цапфы,

H - горизонтальная реакция нижней опоры,

l - длина подшипника, $l=178$ мм;

$$P = \frac{742056}{0,178 \cdot 0,17} = 2,45 \text{ МПа} \leq \bar{P}$$

2,45 МПа ≤ 10 МПа - условие выполняется

Привод механизма вращения - это 2 гидроцилиндра двустороннего действия. Для преобразования прямолинейного движения выходного звена гидроцилиндра 1 в поворотное исполнительного механизма 2 применяем речно-шестеренный механизм рисунок 3.2.

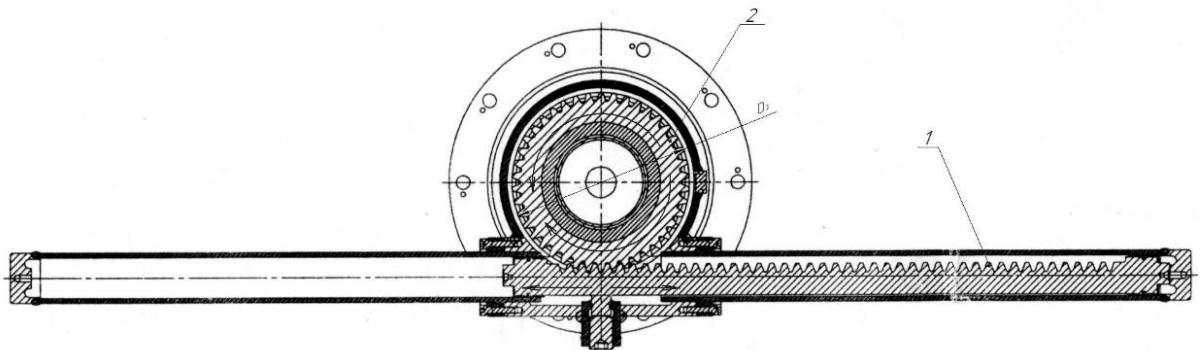


Рисунок 5.2 - Речно-шестеренный механизм

Для расчета речно-шестеренного механизма принимаем частоту вращения поворотной части $n=1,5$ об/мин. Зная частоту вращения, скорость вращения поворотной части равна:

$$v = \frac{\pi \cdot D_3 \cdot n}{60}$$

где D_3 - делительный диаметр зубчатого колеса поворотной части, $D_3=0,260$ м

$$v = \frac{3,14 \cdot 0,260 \cdot 1,5}{60} = 0,02 \text{ м/с}$$

Принимаем передаточное число $U=1$, т.к. скорость вращения поворотной части равно скорости возвратно-поступательного движения рейки, $v = v^p$

Длина рейки равна длине окружности делительного диаметра:

$$l_{окр} = 2\pi r = 2 \cdot \pi \cdot 0,13 = 0,8 \text{ м.}$$

Число зубьев на зубчатом колесе находим, конструктивно задаваясь модулем m : $m = 10$, z_p - число зубьев рейки

$$z_k = z_p = \frac{d_2}{m} = \frac{800}{10} = 80 \text{ зубьев}$$

Выводы по разделу.

В приведенном разделе производился расчет механизма поворота КМУ Синегорец-25. В нем рассматривается механика работы, рассчитаны подшипники качения и скольжения, а также реечно-шестерной механизм. Также производился расчет моментов сопротивления при различных параметрах.

6 МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА

6.1 Построение и расчёт математической модели

Основные параметры электрогидропривода определяются типом машины, для которой он предназначен. По этой причине перед проектированием важно иметь сведения о рабочем органе механизма, режима его движения и характеристиках внешней нагрузки. По виду движения выходного звена можно выделить две базовые группы: поступательного и вращательного движения.

Для электрогидропривода вращательного движения имеются основные исходные данные:

- Усилие на штоке гидроцилиндра
- Скорость перемещения поршня гидроцилиндра
- Ход поршня гидроцилиндра

Оценку качества работы электрогидропривода поворота краноманипуляторной установки целесообразно выполнять методом математического моделирования в программе «Vissim».

Для моделирования необходимо построение и описание графа взаимодействий переменных. Граф представлен на рисунке 6.1.

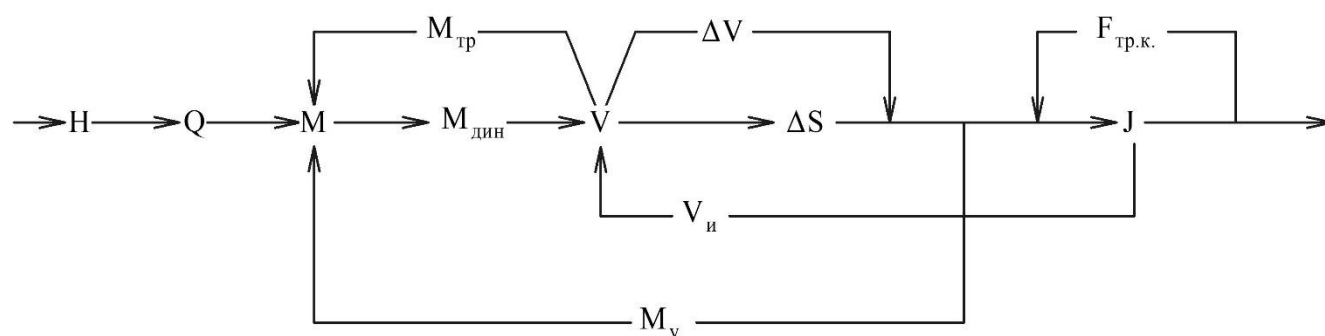


Рисунок 6.1 – Граф взаимодействий переменных

При включении КМУ в работу, следующим действием включается гидронасос, который в свою очередь качает рабочую жидкость из гидробака. Тем самым изменяется давление H в гидросистеме и меняется расход Q рабочей жидкости необходимый для приведения в движения механизма КМУ. Совершаемое движение механизма создает момент M , который складывается из момента упругого $M_{упр}$ и момента трения $M_{тр}$, а также из суммарного момента вычитается момент динамический $M_{дин}$. При созданном моменте изменяется скорость V на рабочем органе, которая зависит от перемещения штока гидроцилиндра ΔS и от времени пройденного пути. Изменение пройденного пути создает момент инерции J и при этом и на него действует сила трения-качения $F_{тр.к}$.

Как правило, усилие и скорость при работе электрогидропривода могут изменяться во времени.

В этом случае в качестве исходных данных могут использоваться циклограммы нагрузки гидроцилиндра и его скоростей, приведенные на рисунке 6.2.

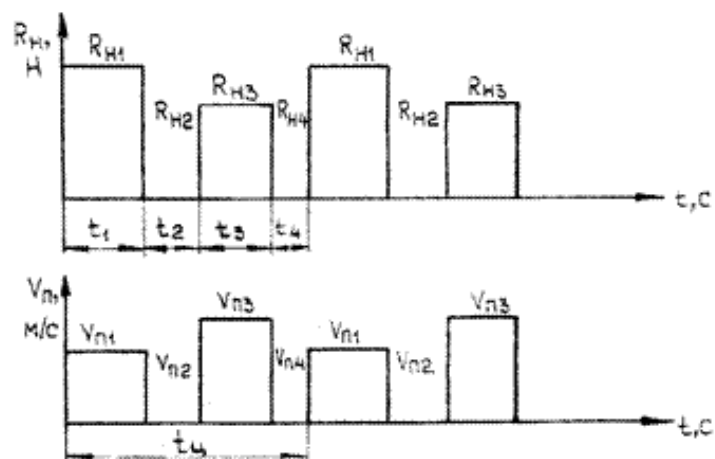


Рисунок 6.2 – Циклограммы нагрузки гидроцилиндра и его скоростей

Для анализа работы электропривода необходимо его математическое описание или математическая модель. Математическое описание представляет собой систему дифференциальных уравнений, которые характеризуют зависимость координат системы от внешних воздействий и друг от друга. Описание системы в виде дифференциальных уравнений позволяет представить структурную схему системы в виде ряда связанных между собой электрических звеньев.

Исходя из технических характеристик, представленных в п.2 таблице 2, приводится расчет, необходимый для моделирования

Момент силы движения поворота КМУ,

$$M = F \cdot r_{он},$$

где $r_{он}$ – радиус шестерни опорно-поворотного устройства КМУ,

F – усилие поворота.

$$F = H_0 \cdot S,$$

где H_0 – давление в ГС, S – площадь ГЦ.

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

где D – диаметр ГЦ поворота, $D=62$ мм.

$$S = \frac{3,14 \cdot 62^2}{4} = 3017,54 \text{ мм}^2 = 0,003017 \text{ м}^2,$$

$$F = 20 \cdot 10^6 \cdot 0,003017 = 60,35 \text{ кН}$$

$$M = 60350 \cdot 0,13 = 7,845 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Угловая скорость равна

$$\omega = \frac{2\pi\alpha}{360t},$$

где α - угол поворота КМУ,
 t – время полного поворота КМУ.

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 270}{360 \cdot 30} = 0,157 \text{ рад/с}$$

6.2 Моделирование в Vissim.

В программном комплексе VisSim производился анализ работы механизма поворота крано-манипуляторной установки и сравнительный анализ технических показателей.

Анализ работы механизма поворота КМУ проводился с изменением коэффициента k задатчика изменения скорости перемещения штока гидроцилиндра.

На рисунке 6.3 показаны блоки моделирования механизма поворота КМУ.

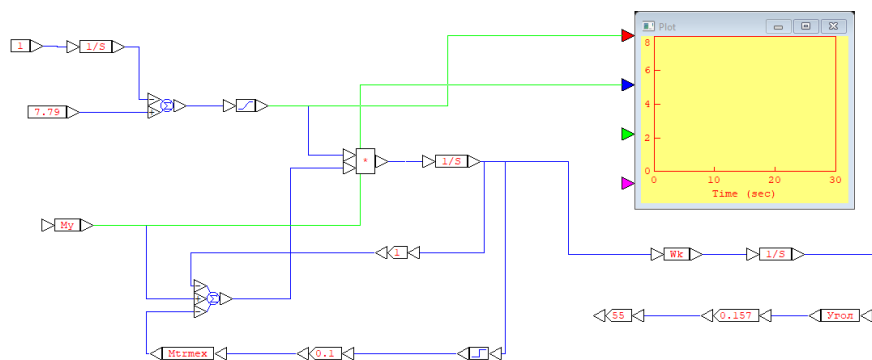


Рисунок 6.3 – Блок «КМУ», построенный в Vissim

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ

Лист

30

Программа VisSim позволяет показать реализацию математической модели. В программе VisSim в данной модели можно задавать значения параметров, коэффициентов, таких как скорость по положению, нагрузки, момент инерции, момент суммарный и т.д., чтобы смоделировать наиболее реалистичное поведение механизма поворота при разном угле поворота и увидеть полученные результаты в виде графических изображений.

6.3 Результаты моделирования

На рисунках 6.4 – 6.7 показаны зависимости изменения различных параметров.

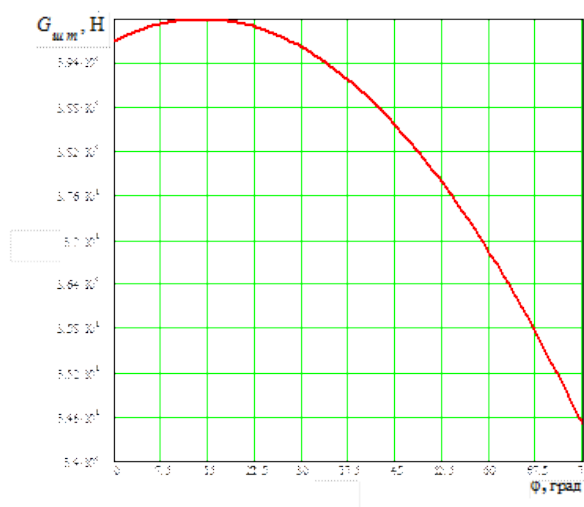


Рисунок 6.4 – График изменения нагрузки на шток гидроцилиндра от угла поворота

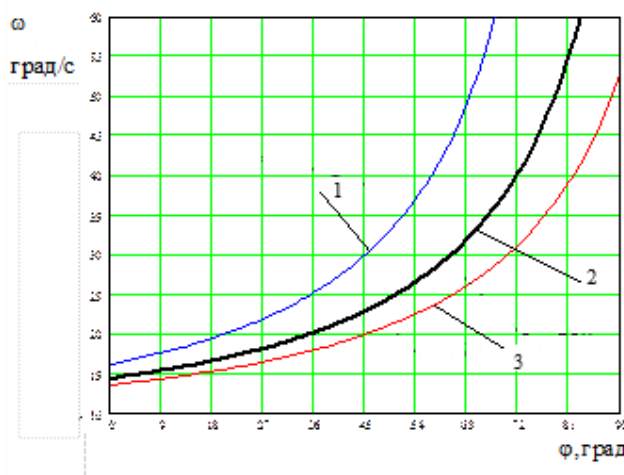


Рисунок 6.5 – График изменения скорости от угла поворота КМУ:

- 1) при угле поворота равный 150 град.
- 2) при угле поворота равный 210 град.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

3) при угле поворота равный 270 град.

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

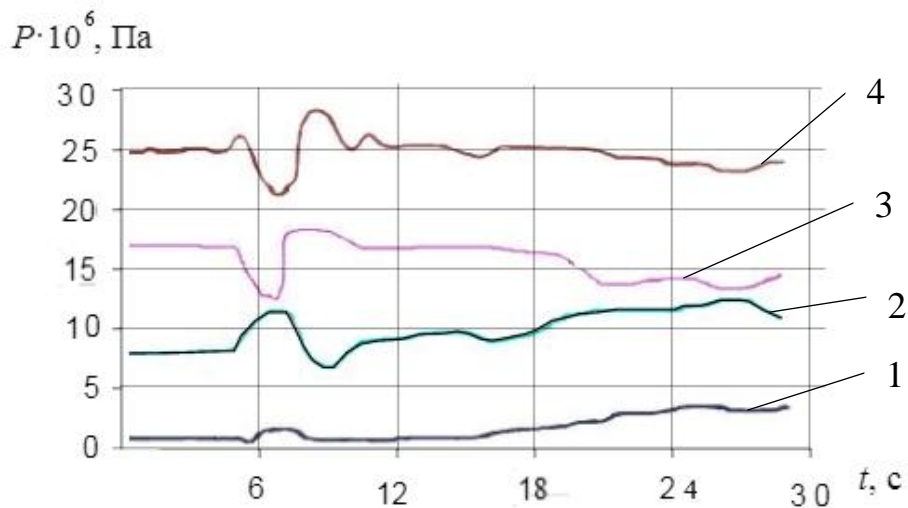


Рисунок 6.6 – Зависимость изменения давления в гидросистеме от времени при различной нагрузке:

- 1) холостой ход
- 2) при нагрузке равной 4кН
- 3) при нагрузке равной 7кН
- 4) максимально допустимая нагрузка 10кН

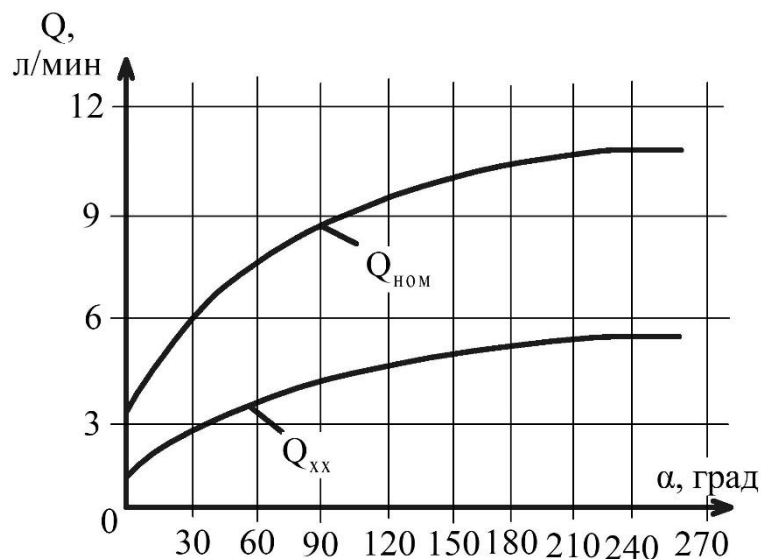


Рисунок 6.7 – Зависимость изменения расхода РЖ от угла поворота

Выводы по разделу.

Из построенных в программном комплексе Vissim зависимостей можно наглядно увидеть, что при повороте крано-манипуляторной установки изменяются такие показатели, как нагрузка на шток гидроцилиндра, скорость, давление и расход рабочей жидкости в гидросистеме. Конкретно по рисунку 6.4 видно, что при повороте нагрузка сначала увеличивается до 9 кН, а затем резко падает. Это связано с тем что приведение в движение осуществляется небольшим скачком нагрузки, что с грузом и что без груза. В зависимости, указанной на рисунке 6.5 показано что КМУ при повороте на 270 градусов

увеличивает скорости до 9 град/с. Из зависимости изменения давления в гидросистеме от времени можно убедиться, что давление изменяется скачкообразно из-за того, что, манипулятор может проходить не весь цикл, а только повернуться на некоторый угол. Тем самым открывая либо закрывая клапан подать жидкость в гидроцилиндр. По рисунку 6.7 можно сказать, что при подаче РЖ в гидроцилиндр увеличивается расход, осуществляя поворот в необходимую оператору сторону.

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

7 НАСТРОЙКА ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА

При разработке блока управления была необходимость замены гидро-распределителя на распределитель с электроуправлением. Был выбран датский ЭГР Danfoss PVG16. Для этого ЭГР подходит программируемый логический контроллер (ПЛК) Danfoss MC050-020. В этом ПЛК 50 контакторов, 24 входа и 14 выходов, как аналоговые, так и цифровые. Питание контроллера осуществляется от 9 до 36 В.

Для управления всей системы необходимо настроить контроллер с помощью программы PLUS+1 GUIDE, которая прилагается к данному ПЛК.

Программное обеспечение PLUS+1 GUIDE включает в себя стандартные функции программирования, а также включает окна гистограмм, осциллограф для настройки и регулирования. Есть возможность экспортировать данные в электронные таблицы и строить необходимые пользователю графики. Доступ к любому устройству в сети PLUS 1 через CAN – сеть контроллеров, используя коммуникатор USB/CAN.

Пример настройки контроллера в программном обеспечении PLUS+1 GUIDE изображен на рисунке 7.

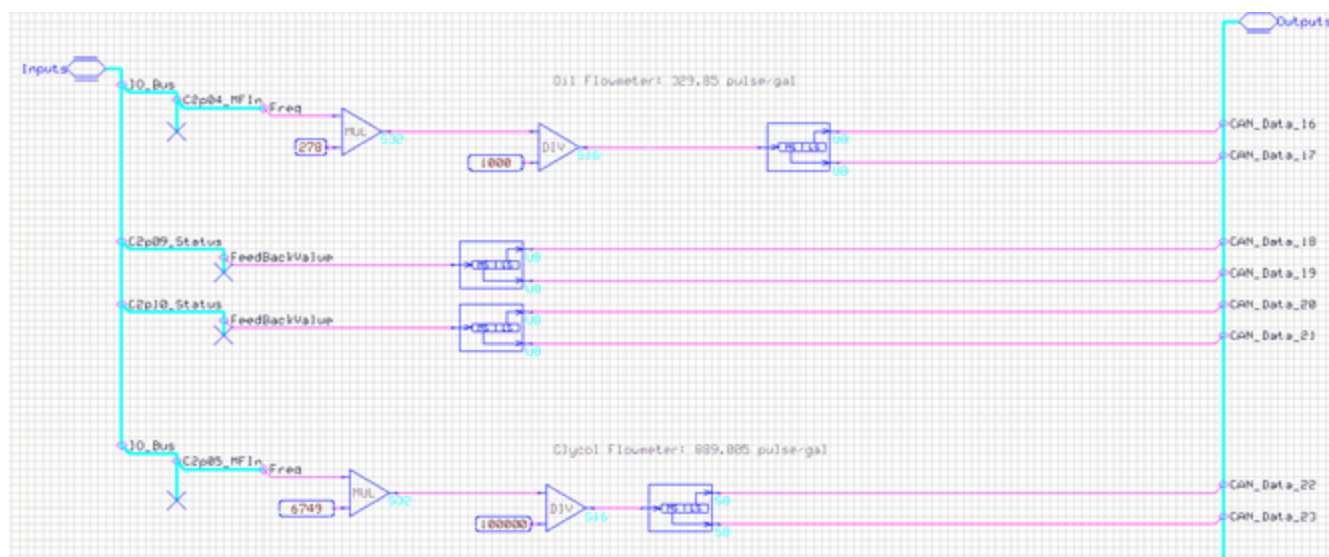


Рисунок 7 – Скриншот настройки контроллера в ПО PLUS+1 GUIDE

Выводы по разделу.

В данном разделе был рассмотрен принцип программирования при помощи программного обеспечения PLUS+1 GUIDE. В данном ПО можно не только создавать алгоритм работы, но и его настраивать и регулировать с помощью встроенного осциллографа. При этом для наглядности работы имеется возможность переноса полученных данных из расчетов в электронные таблицы и построить необходимые графики.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

8 РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

8.1 Создание проекта в AutoCAD Electrical

Перед началом работы с программой AutoCAD Electrical необходимо создать новый проект. Для этого, в соответствии с рисунком 8.1, на панели «ДИСПЕТЧЕР ПРОЕКТОВ», расположенной в левой части экрана находим кнопку «Новый проект» и нажимаем ее.

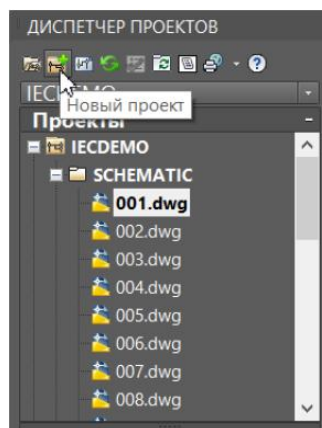


Рисунок 8.1 – Расположение кнопки создания нового проекта в диспетчере проектов

Открывается диалоговое окно, в соответствии с рисунком 8.3. В данном окне в поле «Имя» введем название проекта в формате «Фамилия И.О.», а в поле «Место» укажем директорию для расположения файлов проекта.

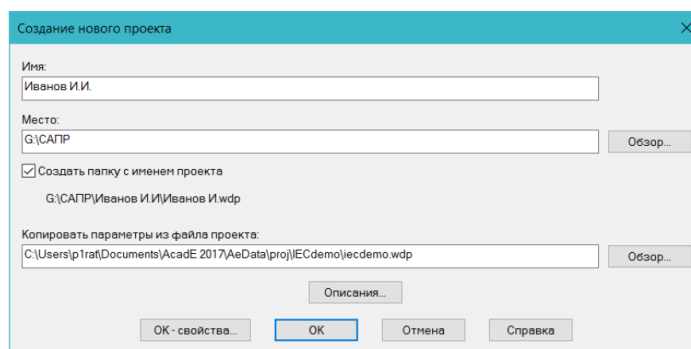


Рисунок 8.2 – Диалоговое окно создания нового проекта

Для дальнейшей настройки свойств проекта нажимаем кнопку «OK-свойства...» и проверяем параметры путей к файлам библиотек, на вкладке «Компоненты» внесем изменения в нумерацию позиционных обозначений компонентов. Кроме того, на вкладках «Перекрестные ссылки», «Стили» и

«Формат чертежа» изменим параметры так, чтобы они соответствовали требованиям нормативной документации организации.

Добавим в проект новый лист, для этого выберем наш проект в диспетчере проектов и нажмем кнопку «Новый чертеж», в соответствии с рисунком 4.

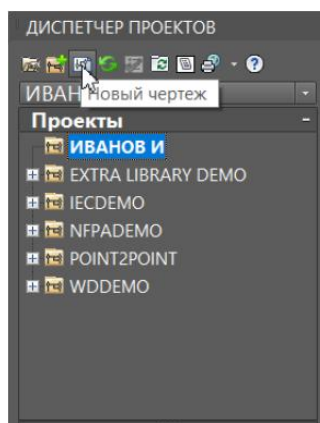


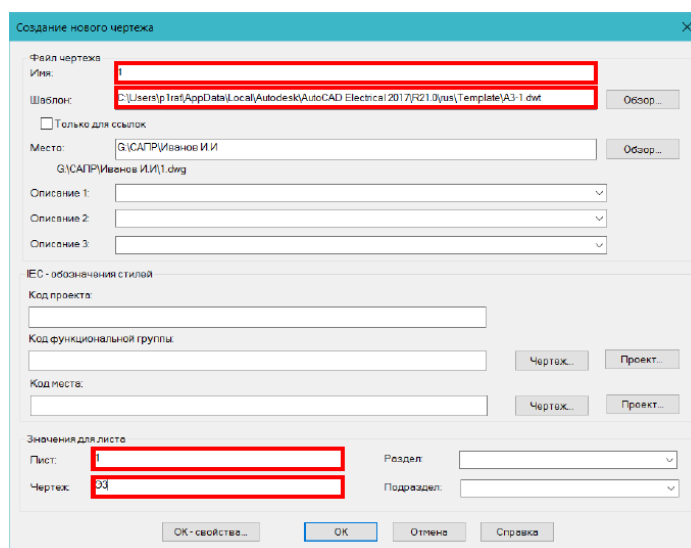
Рисунок 8.3 – Кнопка создания нового чертежа

Откроется диалоговое окно, в соответствии с рисунком 8.4. Введем в нем имя, номер листа, тип схемы и выберем шаблон рамки.

Далее заполним данные о проекте (щелкнув правой клавишей мыши по проекту и в контекстном меню выбрав пункт «Описания...»). Заполнение основной надписи производим также в соответствии с действующими стандартами организации.

Инициировать обновление введенных данных можно щелкнув правой клавишей мыши по проекту и выбрав в контекстном меню пункт «Обновить блок заголовка...». После выбора данных для обновления нажимаем кнопку «ОК – Только активный чертеж».

Таким образом, мы создали новый проект.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Рисунок 8.4 – Диалог создание нового чертежа

8.2 Создание схемы пульта управления в AutoCAD Electrical

Используя функционал программного комплекса AutoCAD Electrical мною была создана схема, представленная на рисунке 8.5.

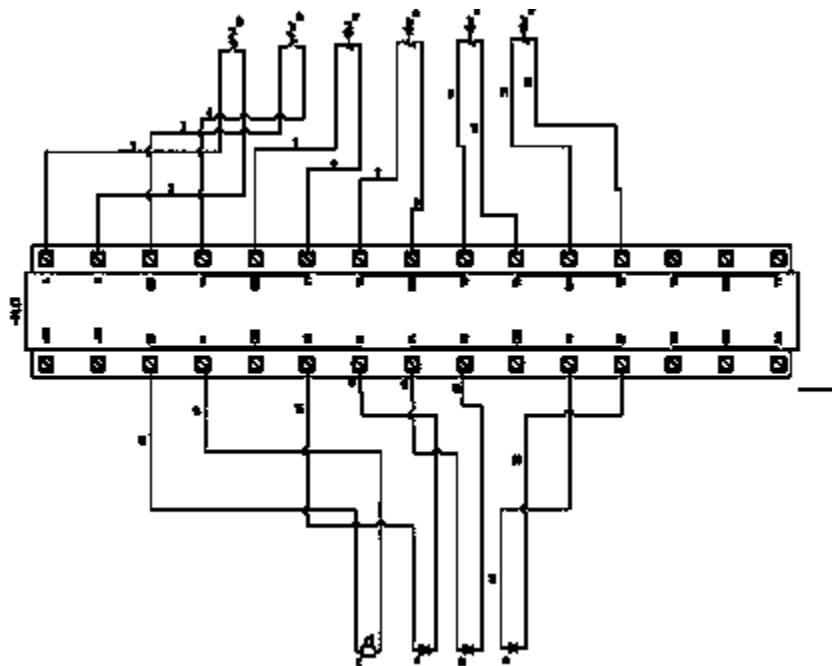


Рисунок 8.5 – Схема подключения пульта управления, созданная в AutoCad Electrical

8.3 Проверка типовых ошибок при проектировании в AutoCAD Electrical

AutoCAD Electrical позволяет проверить проект/чертеж на некоторые типовые ошибки. Для проверки проекта/чертежа необходимо перейти во вкладку «Отчеты» и вызвать инструмент «Проверка AutoCAD Electrical».

После выбора инструмента «Проверка AutoCAD Electrical» появляется окно «Проверка электрических схем», в соответствии с рисунком 8.6.

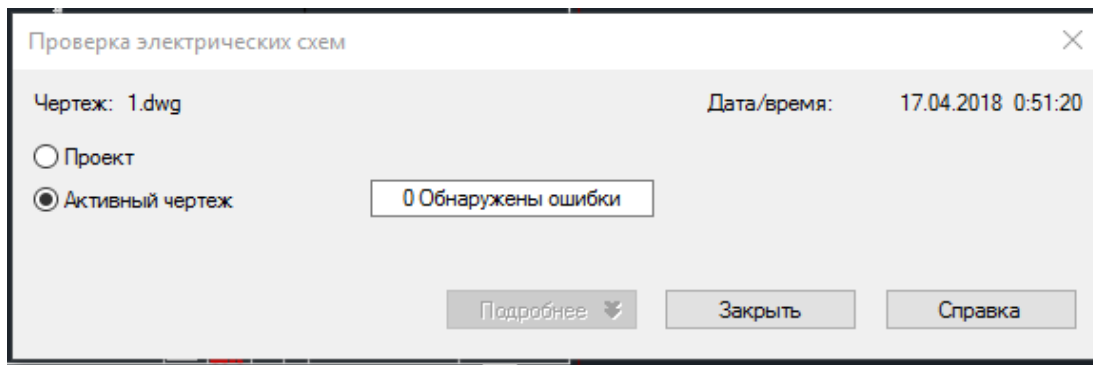


Рисунок 8.6 – Диалоговое окно инструмента проверки электрических схем

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

AutoCAD Electrical позволяет отследить следующие ошибки:

«Повторение клемм» - отображение повторяющихся номеров клемм на схеме.

«Исключения для выводов» - отображение повторяющихся выводов, назначенных компонентам.

«Контакты» - отображение всех дочерних компонентов, для которых отсутствует родительских компонент схемы.

«Компонент - нет номера по каталогу» - отображение компонентов, которым не назначены номера деталей по спецификациям.

«Повторение компонентов» - отображение повторяющихся позиционных обозначений компонентов.

«Компонент - нет соединения» - отображение компонентов без подсоединенных проводов.

«Провод - нет соединения» - отображение «висящих проводов», то есть проводов без соединения.

«Исключение для провода» - отображение отсутствующих и повторяющихся номеров проводов для активного проекта.

«Исключение для кабеля» - отображение повторяющихся кабелей для активного проекта.

К каждой найденной ошибке можно перейти, кликнув на ней два раза левой клавишей мыши в представленной в списке обнаруженных ошибок.

Также AutoCAD Electrical в реальном времени отслеживает - и предупреждает об ошибках:

- повторение номеров проводов.
- повторение позиционных обозначений компонентов/клемм.
- превышение допустимого количества контактов для катушки реле.

Была создана электрическая схема пульта управления в AutoCAD Electrical, указаны каталожные данные, номера всех проводов и произведён анализ схемы на наличие ошибок.

Для проектирования электрических схем данный программный комплекс однозначно подходит.

8.4 Создание проекта в Autodesk Inventor

Autodesk Inventor представляет собой параметрическую систему трехмерного проектирования, предназначенную для создания 3D модели, ее анализа и создания двухмерного чертежа.

Основные возможности программного обеспечения:

- Параметрическое моделирование. Разработчики Autodesk постарались облегчить задачу инженерам. Параметрическая структура составляет единое целое – изменение одного показателя ведет к модификации всего объекта.

– Гибкость. В официальном описании интерфейса программы Autodesk Inventor всегда упоминается ее гибкость. Комплекс поддерживает разнообразные методы проектирования вплоть до сложнейших структур. При этом требования к техническому оснащению компьютера остаются на приемлемом уровне.

– Сборки. Имеется возможность создания деталей по отдельности, а затем включения их в сборки. В Inventor легко и удобно работать как с небольшими сборками, так и с действительно крупномасштабными.

– Создание чертежей. На основе созданной модели легко выпустить техническую документацию в виде двумерного чертежа. Или, наоборот, наброски в AutoCAD могут стать основой для 3D-структуры в Inventor. Компания Autodesk позаботилась о том, чтобы все ее продукты без проблем взаимодействовали между собой.

– Автоматизация проектирования. Затрагивая описание интерфейса программы Autodesk Inventor, нельзя не сказать об автоматизации процессов. С каждым новым обновлением все больше задач перекладывается на программу. Такие как генерация каркаса, создание листового тела, трубопроводных систем и кабелей, генератор форм. Помимо этого, в описании программы Autodesk Inventor упоминается автоматическое моделирование таких объектов, как валы, втулки, зажимные соединения, передачи любого типа, уплотнительные кольца, пластмассовые формы, пружины и т.д. Так у проектировщика освобождается время для творческой составляющей работы.

Сам интерфейс Inventor схож с интерфейсом программного комплекса AutoCAD Electrical.

8.5 Создание 3D модели пульта управления в Autodesk Inventor

Для построения сборки пульта управления нам необходимо скачать или построить 3D модели используемых элементов. Чтобы скачать элементы необходимо перейти на сайт бесплатных 3D модели компонентов поставщиков: <http://www.traceparts.com/ru>.

Затем используя функционал программного комплекса Autodesk Inventor была создана 3D модель пульта управления с проводами (рисунок 8.7) и получена спецификация с указанием всех длин проводов (рисунок 8.8).

В Autodesk Inventor была создана 3D модель пульта управления с проводами, и получена спецификация с указанием всех длин проводов.

Однако, такой вид визуализации прокладки кабелей весьма трудоёмок и сложен, несмотря на это на этапе разработок принимается большая часть конструктивных решений, и поэтому 3D визуализации можно своевременно внести в проект будущего объекта существенные изменения без каких-либо затрат.

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

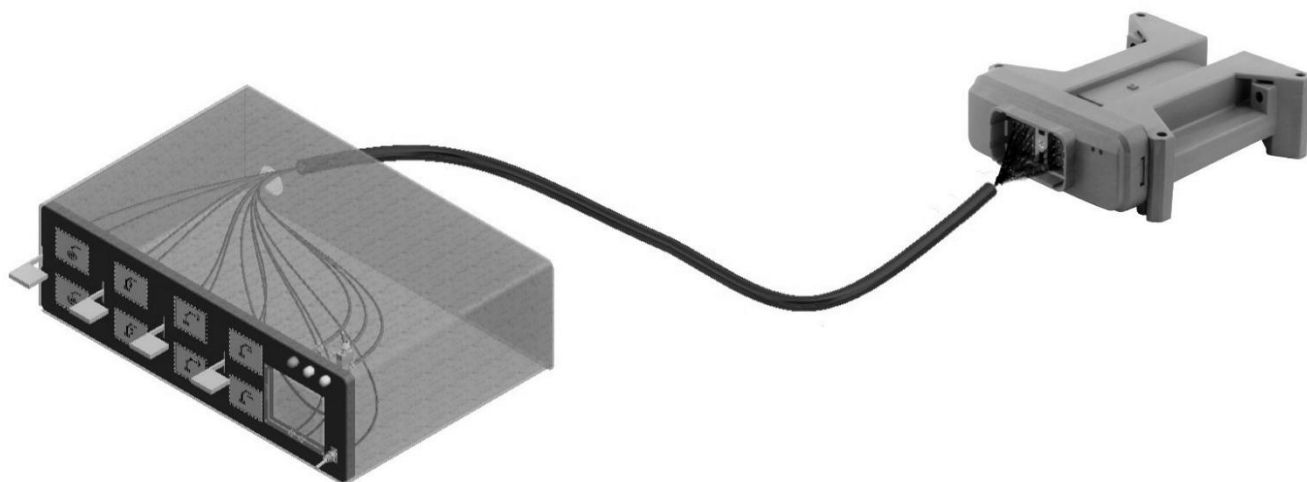


Рисунок 8.7 – 3D модель пульта управления с проводами

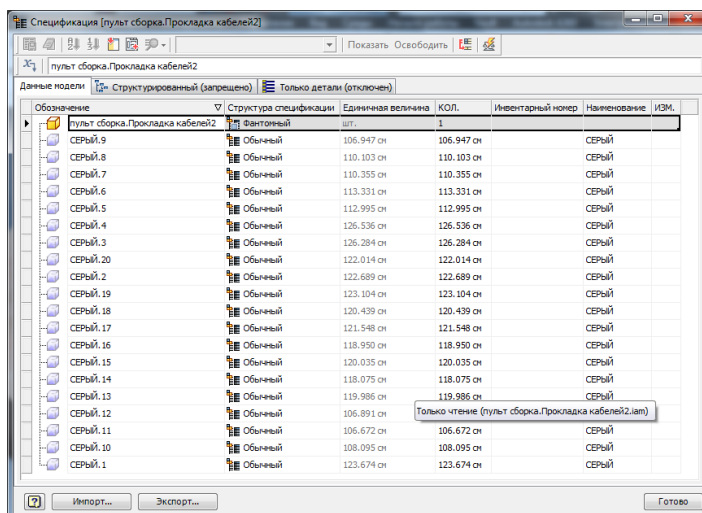


Рисунок 8.8 – Окно со спецификацией

8.6 Создание файлов электромеханической связи в AutoCAD Electrical

Необходимо создать файлы электромеханической связи для дальнейшей работы в Autodesk Inventor.

Чтобы это сделать на панели инструментов во вкладке «Электромеханическая связь» в группе «Настройка» выбираем инструмент «Настройка электромеханической связи».

Далее программа информирует о свойствах электромеханической связи и связанной с ним сборке в Autodesk Inventor.

В случае возникновения каких-либо ошибок электромеханическую связь можно отменить с помощью инструмента «Настройка электромеханической связи».

Далее необходимо создать xml файл, содержащий в себе информацию о соединениях и проводах. Для этого на панели инструментов во вкладке «Данные импорта/экспорта» в группе «Экспорт» выбираем инструмент «Inventor».

Далее выбираем путь сохранения xml файла, указываем его имя и нажимаем кнопку «Создать».

После данных действий AutoCAD Electrical создает три файла электро-механического процесса, согласно рисунку 8.9.

На этом работа в AutoCAD Electrical закончена.

Пцульт схема	17.04.2018 12:03	Документ XML	9 КБ
Пцульт	17.04.2018 12:08	Electromechanical...	1 КБ
Пцульт_Logical	17.04.2018 12:02	Electromechanical...	18 КБ

Рисунок 8.9 – Файлы электро-механического процесса

8.7 Создание электро-механической связи в Autodesk Inventor

Для создания электро-механической связи в Autodesk Inventor на панели инструментов во вкладке «Электро-механический проект» в группе «Настройка» выбираем команду «Настройка связи с электро-механическим проектом».

Далее в диалоговом нажимаем кнопку «Создать связь с файлом электро-механической проектом» и в открывшемся окне указываем папку с файлами электро-механической связи созданными в AutoCAD Electrical. Результат представлен на рисунке 8.10.

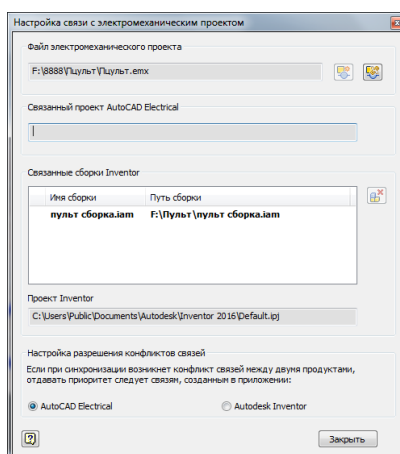


Рисунок 8.10 – Результат создания связи между Autodesk Inventor и AutoCAD Electrical

Выводы по разделу.

В данном разделе была создана электромеханическая связь между Autodesk Inventor и AutoCAD Electrical, тем самым создана 3D модель пульта управления КМУ Синегорец-25.

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

9 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

9.1 Концепция

Современные технологии позволяют выйти на качественно новый уровень использования и проектирования систем управления. Совершенствование технологий производства, расширяет возможности производства КМУ, и позволяют создавать их с более качественными и лучшими характеристиками.

В данной ВКР производится обоснование подключения выносного пульта управления к электрогидрораспределителю, в используемых механизмах КМУ, выполняется расчёт механизма поворота и обоснование выбора контроллера к соответствующему ЭГР, а также с помощью программы Vissim построена математическая модель крано-манипуляторной установки.

В результате анализа существующего рынка, было обнаружено, что применение крано-манипуляторных установок не только упрощает выполнение задач, но и довольно выгодно экономически. Этот вид спецтехники довольно универсален. Манипулятор заменяет собой грузовик, кран и бригаду рабочих, что позволяет существенно сэкономить ресурсы при проведении мероприятий по погрузке и разгрузке, а также доставки различных грузов к месту назначения. КМУ относятся к наиболее распространенному типу подъемно-транспортного оборудования, и применяются для предприятий нефтегазодобывающей отрасли, дорожного хозяйства и строительства, в строительных организациях, при производстве строительных материалов, на предприятиях коммунального хозяйства, а также в ж/д транспорте.

Разрабатываемый пульт управления также пользуется большим спросом и его использовании значительно упрощает выполнение работ в сложных условиях. Благодаря ему оператор может контролировать процесс с различных сторон, что позволяет выполнять работы с более высокой точностью. Использование дистанционного управления также положительно сказывается на безопасности эксплуатации техники. Технико-экономическое обоснование призвано дать оценку себестоимости разработки данной ВКР.

9.2 Расчет себестоимости

В данном разделе произведен экономический расчет электрооборудования КМУ Синегорец-25.

В состав электрооборудования входят:

- пульт управления;
- программируемый логический контроллер;
- электрогидрораспределитель;
- монтажные материалы.

Расчет затрат на электрооборудование произведен по следующим статьям калькуляции:

- используемые материалы;
- комплектующее оборудование;
- неучтенное оборудование и транспортные расходы;
- топливо и электроэнергия на монтаж и наладку оборудования;
- заработная плата персонала;
- единый социальный налог;
- освоение производства;
- накладные расходы.

В статье материалы включена стоимость основных и вспомогательных материалов.

Стоимость основных материалов $C_{ом}$, руб.

$$C_{ом} = K \cdot \sum(M_i \cdot Ц_i),$$

где K – коэффициент, учитывающий транспортные расходы по материалу;

M_i – норма расхода данного материала на монтаж устройства;

$Ц_i$ – цена учетной единицы материала, руб.

Результаты расчета стоимости основных материалов представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Основные материалы

Материал	Стоимость единицы материала	Количество единиц материала	Стоимость материала, руб.
Провод монтажный	3,5 руб/м	5 м	17,5
Кабель	55 руб/м	15 м	825
Припой ПОС 60	100 руб/кг	0,1 кг	10
Канифоль КС-8	40 руб/кг	0,05 кг	2
Лак	80 руб/кг	0,1 кг	8
Итого:			862,5

Стоимость вспомогательных материалов $C_{вм}$, руб.

$$C_{вм} = 0,1 \cdot C_{ом},$$

$$C_{вм} = 0,1 \cdot 862,5 = 86,25 \text{ руб.}$$

Стоимость основных и вспомогательных материалов C_m , руб.

$$C_m = C_{ом} + C_{вм},$$

$$C_m = 862,5 + 86,25 = 948,75 \text{ руб.}$$

Для расчета стоимости комплектующих электрооборудования представлена сводная спецификация в таблице 9.2

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Таблица 9.2 – Спецификация электрооборудования

Наименование	Количество единиц, шт.	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Программируемый логический контроллер MC050-020 Danfoss	1	34620	34620
Электрогидрораспределитель PVG-16 Danfoss	1	89400	89400
Светодиод зелёный АЛ307ГМ	2	19	38
Светодиод красный АЛ307БМ	1	15	15
Датчик положения ВБ2.12М.55.4.2.1.К	2	770	1540
Лампа наружного освещения FR9-27	2	850	1700
Предохранитель ПВ – 10А	1	130	130
Динамик 1ГДШ-14	1	320	320
Тумблер включения питания, освещения ТВ1-2	2	510	1020
Кнопка звукового сигнала ПКН-159-3	1	50	50
Джойстик СР101DJ20	4	840	3360
Итого: стоимость комплектующего оборудования	-	-	132193

Стоимость неучтенного электрооборудования и транспортных расходов принимается в размере 20% от стоимости комплектующего электрооборудования.

Стоимость неучтенного электрооборудования и транспортных расходов $C_{ну}$, руб.

$$C_{ну} = 0,2 \cdot C_k,$$

где C_k – стоимость комплектующего электрооборудования, руб.

$$C_{ну} = 0,2 \cdot 132193 = 26489 \text{ руб.}$$

Стоимость топлива и энергии на монтаж и наладку оборудования $C_{э}$, руб.

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$C_э = P_э + P_{от},$$

где $P_э$ – расходы на электроэнергию, руб.

$$P_э = (P_{эп} \cdot T_{эп} + n \cdot P_{эл} \cdot t_{эл}) \cdot Ц_э,$$

где $P_{эп}$ – мощность электропаяльника, $P_{эп} = 60$ Вт;
 $T_{эп}$ – время работы электропаяльника, $T_{эп} = 8$ ч;
 n – количество ламп, $n = 10$ шт;
 $P_{эл}$ – мощность электроламп, $P_{эл} = 25$ Вт;
 $t_{эл}$ – время работы ламп, $t_{эл} = 8$ ч;
 $Ц_э$ – стоимость 1 кВт·ч, $Ц_э = 1,71$ руб.

$$P_э = (60 \cdot 8 + 10 \cdot 25 \cdot 8) \cdot 1,71/1000 = 4,24 \text{ руб.}$$

Расходы на отопление $P_{от}$, руб.

$$P_{от} = \frac{K_{от} \cdot S \cdot Ц_п \cdot T}{Д \cdot t_п},$$

где $K_{от}$ – коэффициент, учитывающий расходы на отопление и содержание помещений, $K_{от} = 0,05$;
 S – норма площади для производственного персонала, $S = 100 \text{ м}^2$;
 $Ц_п$ – стоимость квадратного метра площади помещения, $Ц_п = 60 \text{ руб/м}^2$;
 T – плановое время работы, $T = 24$ ч;
 $Д$ – количество рабочих дней в месяце, $Д = 22$ дня;
 $t_п$ – продолжительность рабочего дня, $t_п = 8$ ч.

$$P_{от} = \frac{0,05 \cdot 100 \cdot 60 \cdot 24}{22 \cdot 8} = 40,9 \text{ руб.}$$

$$C_э = 4,24 + 40,9 = 45,14 \text{ руб.}$$

В статье заработная плата персонала включена основная и дополнительная заработная плата.

Для монтажа и наладки электро и гидрооборудования крана-манипулятора необходим следующий персонал:

- инженер;
- монтажник;
- механик.

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ					

Основная заработная плата персонала $C_{оз}$, руб.

$$C_{оз} = \frac{З \cdot T}{Д \cdot t_{п}}$$

где $З$ – месячный оклад, руб.;

T – плановое время работы, ч.

Дополнительная заработная плата персонала принимается в размере 20% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата персонала $C_{дз}$, руб.

$$C_{дз} = 0,2 \cdot C_{оз}$$

Расчет заработной платы персонала представлен в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Заработная плата персонала

Профессия	Списочный состав, чел	Плановое время работы, ч	Месячный оклад, руб.	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Инженер	1	8	25000	1136	227
Монтажник	2	16	15000	1364	273
Механик	1	8	10000	455	91
Итого				2955	591

В статье единый социальный налог включены обязательные отчисления, по установленным законодательством нормам, органам государственного социального страхования, в пенсионный фонд и на обязательное медицинское страхование.

Единый социальный налог принимается в размере 26% от суммы затрат на оплату труда.

Единый социальный налог $C_{есн}$, руб.

$$C_{есн} = 0,26 \cdot (C_{оз} + C_{дз}),$$

$$C_{есн} = 0,26 \cdot (2955 + 591) = 922 \text{ руб.}$$

Затраты на освоение производства принимаются в размере 9% от затрат на материалы и электрооборудование.

Затраты на освоение производства $Z_{пр}$, руб.

$$Z_{пр} = 0,09 \cdot (C_m + C_k + C_{пу}),$$
$$Z_{пр} = 0,09 \cdot (948,75 + 132193 + 26489) = 14367 \text{ руб}$$

Накладные расходы H_p , руб.

$$H_p = K_p \cdot C_{оз},$$

где K_p – процент накладных расходов, $K_p = 200 \%$.

$$H_p = 2 \cdot 2955 = 5910 \text{ руб.}$$

Расчет сметы затрат на электрооборудование по статьям калькуляции представлен в таблице 9.4.

Полная себестоимость крано-манипуляторной установки $C_{п}$, руб.

$$C_{п} = C_{э} + C_{м}$$

где $C_{э}$ – полная себестоимость электрооборудования, $C_{э} = 184420$ руб.;

$C_{м}$ – себестоимость механической части и гидрооборудования, $C_{м} = 233050$ руб.;

$$C_{п} = 184420 + 233050 = 417470 \text{ руб.}$$

Прибыль принимается в размере 20 %, НДС в размере 18 % от стоимости машины.

Рыночная стоимость КМУ Синегорец-25 C_p , руб.

$$C_p = 1,2 \cdot 1,18 \cdot C_{п},$$
$$C_p = 1,2 \cdot 1,18 \cdot 394823 = 591066,72 \text{ руб.}$$

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Таблица 9.4 – Смета затрат на электрооборудование

Наименование статьи затрат	Затраты, руб.	Удельный вес, %
Материалы:		
– основные	862,5	0,47
– вспомогательные	86,25	0,05
Комплектуемое оборудование	132193	72
Неучтенное оборудование и транспортные расходы	26489	14,36
Топливо и энергия на монтаж и наладку оборудования	45,14	0,02
Заработная плата персонала:		
– основная	2955	1,6
– дополнительная	591	0,32
Единый социальный налог	922	0,5
Освоение производства	14367	7,79
Накладные расходы	5910	3,2
Полная себестоимость электрооборудования	184420,89	100

Условный экономический эффект определяется как разность стоимостей аналогичного вида оборудования. КМУ Синегорец-25 имеет подобные технические характеристики с КМУ «РК 3400 Performance». Рыночная стоимость данной машины составляет 875 тыс. рублей.

Условный экономический эффект Э, руб.

$$\text{Э} = \text{C}_a - \text{C}_p,$$

где C_a – рыночная стоимость машины с аналогичными характеристиками, руб.

$$\text{Э} = 875000 - 591066,72 = 283933,28 \text{ руб.}$$

Рентабельность проекта, $\text{Re}_{\text{пр}}$, %.

$$Re_{np} = \frac{P_{расч} + \text{Э}}{C_{п}} \cdot 100\%$$

где Э – условный экономический эффект, Э = 283933,28 руб.;

$C_{п}$ – полная себестоимость КМУ С-25 $C_{п} = 417470$ руб.;

$P_{расч}$ – расчетная прибыль, принимается в размере 20 %.

$$P_{расч} = 0,2 \cdot C_{п},$$

$$P_{расч} = 0,2 \cdot 417470 = 83494 \text{ руб.}$$

$$Re_{np} = \frac{83494 + 283933,28}{417470} \cdot 100\% = 88,01\%$$

Выводы по разделу.

Целесообразность применения машины КМУ Синегорец-25 заключается в ее повышенной безопасности. Управление, полным циклом работы, оператором осуществляется дистанционно, без привлечения дополнительной рабочей силы (стропальщик), тем самым увеличивается производительность и сокращаются затраты на заработную плату. При применении логического контроллера повышается быстродействие и плавность работы, при относительно не большой цене по отношению к другим КМУ зарубежных фирм.

10 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

На фоне внедрения и усовершенствования новой техники, которая характеризуется производительностью и другими основными характеристиками, создание безопасных условий труда, обеспечивающих оптимальные санитарно-гигиенические условия и исключающие травматизм и профессиональные заболевания, является высшей государственной задачей.

Данные проблемы нашли свое отражение в Конституции РФ. Так же существует трудовое законодательство, регламентирующее продолжительность трудового дня, взаимоотношения между трудящимися и администрацией предприятий.

Кроме конституционного и трудового закона законодательными документами в области охраны труда являются государственные стандарты, нормы и правила, в которых содержатся конкретные требования по безопасности труда.

Закон об охране труда направлен на обеспечения права работника на охрану труда, устанавливает основные принципы национальной политики в этой области в целях предупреждения несчастных случаев и повреждения здоровья на производстве, сведение к минимуму опасных производственных факторов, распространяется на все виды хозяйственной деятельности и предприятий независимо от форм собственности.

Охрана труда представляет собой действующую на основании соответствующих законодательных и иных нормативных актов систему социально-экономических, организационных, технических, санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность человека в процессе труда.

Все работники, состоящие в трудовых отношениях с предприятиями, учреждениями различных форм собственности, имеют право на охрану труда.

10.1 Описание рассматриваемого объекта.

КМУ на базе автомобиля Урал-4320 с выносным пультом управления предназначена для производства погрузо-разгрузочных, строительномонтажных работ на безопасном расстоянии до 12 м. Иные операции, как-то: толкание или забивание объектов, крепление грузов на стреле в не предназначенных для этого местах, волочение груза по земле и другие подобные операции строго запрещены.

10.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов.

Факторы производственной среды, оказывающие вредное влияние на здоровье и работоспособность – негативные факторы. Негативные факторы производственной среды связаны с неправильной организацией производственного процесса, а также с условиями среды.

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ					

Негативные факторы, воздействующие на персонал при работе с КМУ Синегорец-25 подразделяются:

а) физические факторы;

– метеорологические факторы (пониженная температура окружающей среды);

– светотехнические факторы (недостаточная освещенность при работе в тёмное время суток);

– бароакустические факторы (повышенный шум при работе машины);

– электромагнитные факторы (возможность поражения электрическим током);

– механические факторы (наличие открытых вращающихся частей).

б) химические факторы (наличие огнеопасных и взрывоопасных веществ);

в) психофизиологические факторы (нервно-эмоциональные нагрузки).

При проектировании системы «человек – машина» необходимо учитывать эти факторы, создавая наиболее благоприятные условия для деятельности человека.

К метеорологическим вредным и опасным факторам относится наличие пониженной температуры. Температура окружающей среды (в условиях крайнего севера), достигает отметки -50°C . Длительное нахождение человека в условиях пониженных температур влечёт опасность простудных заболеваний.

К светотехническим вредным и опасным факторам относятся недостаточная освещенность рабочего участка, влекущая за собой утомление глаз.

К бароакустическим вредным и опасным факторам относится шум при работе машины. В неисправной машине он может превышать допустимый порог в 72 дБ, что в следствии может привести к поражению органов слуха, а также негативно сказаться на физическом и нервном состоянии работника.

Также к электромагнитным вредным и опасным факторам относится наличие повышенного напряжения в электрической цепи переменного тока. При соприкосновении человека с токоведущими частями возникает поражение человека или его частей тела электрическим током. Поражение электрическим током может привести к возникновению ожогов, потере сознания и даже к смертельному исходу.

К механическим вредным и опасным факторам относится наличие открытых вращающихся частей машины. Неправильное обслуживание КМУ при работе может привести к удару стрелой, опрокидыванию КМУ, падению груза, что в следствии приведет к повреждению оператора различной тяжести.

К химическим вредным и опасным факторам относится наличие горючих, взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ, которые влекут за собой опасность возникновения воспламенения нефтепродуктов при возникновении внештатной ситуации.

При разработке мероприятий по охране труда необходимо учитывать и нормировать все указанные группы факторов, поскольку при определенных

											Лист
											55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ						

условиях они могут вызвать нежелательные функциональные сдвиги в организме работника, снизить качество и эффективность его работы, оказать отрицательное влияние на его здоровье, дезорганизовать производственный процесс.

10.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

КМУ может эксплуатироваться при температуре от - 40 до +50 градусов Цельсия и при скорости ветра не более 9 м/с. (Климатическое исполнение – У, категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69; 1-3 ветровой район России в соответствии с ГОСТ 1451-77). А также должен обеспечивать работоспособность:

- при относительной влажности 100% при температуре плюс 35°C;
 - при запыленности воздуха до 5 ± 2 г/м³;
 - при плотности потока солнечного излучения 1120 Вт/м²;
 - при атмосферных выпадающих осадках (дождь) 15 мм/мин;
 - при атмосферных конденсированных осадках (иней, роса);
 - при пониженном атмосферном давлении 450 мм.рт.ст;
 - при воздействии по ГОСТ РВ 20.39.305 специальных факторов 0,1 хШи;
 - при воздействии синусоидальной вибрации: диапазон частот (20-500) Гц, амплитуда ускорения 19,6 м/с² (2g);
 - при воздействии механического удара многократного действия: пиковое ударное ускорение 98 м/с² (10g) - 147 м/с² (15g), длительность действия ударного ускорения (5-20) мс;
 - после воздействия горючих и смазочных материалов (масла ТСЗп-8 ТУ 38.1011280-89, смазки Литол-24 ГОСТ 21150-87, ЦИАТИН-221 ГОСТ 9433-80, специальные жидкости МГЕ-10А ТУ 38.401-58-337-2003, вспомогательные жидкости Нефрас-С50/170 ГОСТ 8505-80, УАЙТ-спирт ГОСТ 3134-78, Спирт-этиловый ГОСТ Р 55878-2013, керосин для технических целей ТУ 38.401-58-8;
 - после воздействия рабочих растворов, дегазирующих и дезактивирующих рецептур.
- Уклон площадки - не более 3 град. Допустимый наклон краноманипулятора при максимальном грузовом моменте - 5 град.
- Следует учесть, что работы могут производиться как днем так ночью.

10.4 Охрана труда.

Для выполнения обязанностей оператора (машиниста) краноманипулятора и ремонтных работ могут назначаться лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование, подготовку в профессионально-технических учебных заведениях, располагающих базой для

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

теоретического и практического обучения и аккредитованных в установленном порядке, аттестованные и имеющие соответствующее удостоверение, прошедшие обучение и инструктаж по безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004, а также по пожарной безопасности и оказанию первой медицинской помощи.

Краны-манипуляторы подведомственны органам Ростехнадзора и должны соответствовать требованиям [11], [12], [13], а также Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения».

Правила работы на КМУ оператора должны соответствовать с инструкцией [14]:

Лица, обслуживающие машину, должны быть обеспечены спецодеждой (каска, защитная обувь и перчатки).

Перед началом работы необходимо:

– произвести проверку КМУ и строповочных приспособлений. Использование повреждённых строповочных приспособлений может привести к падению груза;

– произвести осмотр и проверку крана-манипулятора. Устраните найденные неисправности до начала работ.

Необходимо убедиться в исправности приборов безопасности.

Запрещено самостоятельно проводить настройку и ремонт гидравлического оборудования.

Перед включением машины в работу, оператор должен убедиться в отсутствие людей в зоне работы КМУ и в непосредственной близости от нее.

КМУ электрически не изолирована. Запрещается установка и работа крана-манипулятора на расстоянии ближе 30 м от крайнего провода линии электропередачи и в пределах охранной зоны без наряда-допуска, оформленного в установленном порядке, и без наблюдения лица, ответственного за безопасное производство работ.

Запрещено управлять краном-манипулятором во время грозы и при ветре со скоростью более 10 м/сек во избежание падения груза или опрокидывания крана.

Опасная работа КМУ при таких условиях, как: установка на нестабильном нетвердом грунте, раскачивание груза, резкие движения краном, опускание груза из вертикального положения с одновременным увеличением вылета стрелы (и т.д.) может привести к опрокидыванию автомобильного крана-манипулятора.

При положении подъема стрелы более 60° возможно резкое обратное движение стрелы крана, ведущее к увеличению отклонения стрелы крана (в сторону, назад). Это может привести к падению груза.

Перемещение людей разрешается только в предусмотренной для этой цели рабочей корзине (люльке).

Крано-манипуляторная установка должна быть оснащена комплектом противопожарных средств.

Во время работы КМУ необходимо следить, чтобы кабель пульта управления не находился в непосредственной близости от вращающихся частей установки, а также исключить возможность его повреждения.

Кроме приведенных правил должны соблюдаться все правила по охране труда и противопожарные правила, предусмотренные требованиями СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», ГОСТ 12.3.009-76 «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности» и ПБ 10-257-98 «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов», утвержденных Госгортехнадзором России, а также «Правил дорожного движения Российской Федерации» и «Правил по охране труда на автомобильном транспорте».

Травматизм, профессиональные заболевания и производственные вредности вызывают определенные материальные потери, которые в совокупности рассматривают как материальные потери в связи с неудовлетворительным состоянием охраны труда. С целью улучшения охраны труда при производстве работ предусмотрен ряд мероприятий по предупреждению несчастных случаев и заболеваний на производстве, общему улучшению условий труда, обучению правилам охраны труда.

В охране труда большое значение придается нормативно-технической документации, требования которой должны воплощаться при проектировании и строительстве производственных предприятий, зданий и сооружений; организации производства и труда; конструкциях производственного оборудования; создании и применении средств защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов.

10.5 Производственная санитария

К метеорологическим вредным и опасным факторам относится наличие пониженной температуры. Температура окружающей среды (в условиях крайнего севера), достигает отметки -50°C . Длительное нахождение человека в условиях пониженных температур влечёт опасность простудных заболеваний.

Проверка шумовой характеристики производится на холостом ходу, и максимальной нагрузке, установкой аппаратуры, применяемой для измерения звукового давления, на расстоянии 2 м напротив машины, где находится рабочее место оператора. Уровень звуковой мощности должен быть не более 70 дБ.

10.6 Эргономика и производственная эстетика

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

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

Производственная эстетика включает планировочную, строительно-оформительскую и технологическую эстетику.

Так как оператор находится в статичном состоянии, а температура окружающей среды может быть очень низкой, то не исключена возможность появления простудных заболеваний. Поэтому оператор, работающий в таких условиях, обеспечивается тёплой одеждой.

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.

При работе с пультом управления, оператор смотрит на сигнальные диоды на самом ПУ, которые загораются одни зеленым цветом для работы, что вызывает спокойствие, другой диод загорается красным, связанный с аварийной ситуацией, что подразумевается в подсознании с тревогой.

При длительном воздействии на организм вредных факторов производственной среды может развиваться переутомление, называемое иногда хроническим утомлением, когда ночной отдых полностью не восстанавливает снизившуюся за день работоспособность.

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.

Статистические данные свидетельствуют о том, что резкое повышение заболеваемости нервными болезнями среди рабочих на производствах вызвано неудовлетворительными гигиеническими условиями трудовой деятельности.

Важной мерой профилактики утомления является обоснование и внедрение в производственную деятельность наиболее целесообразного режима труда и отдыха, т. е. рациональной системы чередования периодов работы и перерывов между ними. Это необходимо в производственных процессах, которые сопровождаются большими затратами энергии или постоянным напряжением внимания. Следует учитывать также, что длительность перерывов при выполнении одинаковой работы должна соответствовать возрастным особенностям организма.

При разрешении проблемы утомления следует иметь в виду, что в период отдыха происходит не только ликвидация утомления, но и потеря «положительных» свойств, приобретаемых во время выполнения работы, т. е. состояния "вработываемости" или "рабочей установки", имеющих в последствии повышение количества и качества выполняемой работы.

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

Таким образом, длительность и чередование перерывов должны не только восстанавливать основные физиологические функции, но и сохранять положительные факторы, способствующие повышению производительности труда.

Правильное решение комплекса вопросов производственной эстетики благоприятно воздействует на организм человека, исключает причины травматизма и профессиональных заболеваний, повышает производительность труда и культуру производства.

10.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Главными причинами пожаров и взрывов является неправильное ведение производственного процесса с участием горючих веществ, неисправное электрооборудование или его неправильная эксплуатация. Взрывом называется быстро протекающий химический процесс окисления или соединения горючего вещества и кислорода воздуха, сопровождающийся выделением газа, тепла и света.

При работе крана-манипулятора с огнеопасными грузами или при нахождении крана-манипулятора на территории, опасной в пожарном отношении, оператор (машинист) обязан предупредить об этом обслуживающий персонал, запретить курение и пользование открытым огнем, а также не допускать искробразования.

Оператор должен:

- не допускать использования открытого огня и не курить при заправке крана-манипулятора топливом, маслом и т.п.;
- следить, чтобы возле выхлопной трубы не было легковоспламеняющихся веществ и предметов;
- устанавливать наблюдение и соблюдать меры предосторожности при проведении сварочных работ.

При возникновении пожара необходимо снять напряжение с электрооборудования и остановить двигатель.

При тушении пожара на кране-манипуляторе следует применять углекислотные или порошковые огнетушители.

10.8 Экологическая безопасность

При установке нового разрабатываемого блока управления на имеющий в производстве кран-манипулятор Синегорец-25, приходится необходимость смены старого оборудования. Использованное оборудование пойдет не на выброс, если уже у этого оборудования вышел срок службы, а на безопасный утиль или переработку на специальных предприятиях. А если у оборудования еще не вышел срок службы, то оно будет храниться в специальных ангарах, до того времени пока не будет продан на другое крано-манипуляторное устройство или такого рода технику на другое предприятие или физическому лицу.

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ					

При техническом обслуживании сливается вся жидкость из гидросистемы. Это необходимо делать в специальные тары для слива жидкости, иначе имеет место быть загрязнению поверхности почвы и т.п.

10.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Хозяйственная деятельность человека приводит к нарушению экологического равновесия, возникновению аномальных природных и техногенных явлений. Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций – одна из актуальных проблем современности.

Чрезвычайными ситуациями (ЧС) называют обстоятельства, возникающие в результате природных стихийных бедствий, аварий и катастроф техногенного, экологического происхождения, военного, социального и политического характера, вызывающие резкое отклонение от нормы жизнедеятельности людей, экономики, социальной сферы или природной среды.

Разработка КМУ на предприятии и разработка блока управления на кран-манипулятор в данной выпускной квалификационной работе подразумевает, что данные устройства будут эксплуатироваться в различных условиях при температуре от - 40 до +50 градусов Цельсия и при скорости ветра не более 9 м/с.

КМУ нет возможности работать в условиях, где происходят частые землетрясения, из-за того, что у него нет боковых опор – аутригеров. А также в тех местах где происходят наводнения высотой более высоты автомобиля на которой перевозиться КМУ.

В местах где температура воздуха ниже допустимой нормы, то имеет возможность обледенения металлических частей и движущихся механизмов краноманипуляторной установки.

Выводы по разделу

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» приведена характеристика производственной среды в которой осуществляется работа блока управления на КМУ Синегорец-25, перечислены технологические операции. В качестве опасных и вредных производственных факторов выбраны следующие:

- а) физические факторы;
 - метеорологические факторы (пониженная температура окружающей среды);
 - светотехнические факторы (недостаточная освещенность при работе в тёмное время суток);
 - бароакустические факторы (повышенный шум при работе машины);
 - электромагнитные факторы (возможность поражения электрическим током);
 - механические факторы (наличие открытых вращающихся частей).
- б) химические факторы (наличие огнеопасных и взрывоопасных веществ);

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

в) психофизиологические факторы (нервно-эмоциональные нагрузки).

Разработан комплекс организационно-технических мероприятий для снижения этих вредных производственных факторов.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Проведена разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Были разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на рабочем объекте, рассмотрены угрозы чрезвычайных ситуаций и места где разрешено работать КМУ.

					13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе выполнено техническое предложение по разработке блока управления крана-манипуляторной установки Синегорец-25.

Была разработана схема электрическая структурная, позволяющая рассмотреть взаимосвязь работы механизма поворота КМУ Синегорец-25 с блоком управления.

При выборе необходимого оборудования для работы КМУ было рассмотрено сравнение отечественных и зарубежных гидрораспределителей, в котором выбран распределитель с электроуправлением PVG16 датской компании Sauer-Danfoss. Преимущества этого распределителя в сравнении с другими аналогами заключаются в том, что у данного ЭГР имеется возможность устанавливаться на такого рода технику как крано-манипуляторная установка. А также у других отечественных и зарубежных распределителей заключается невысокая производительность, что объясняется невозможностью плавности регулирования движения жидкости в гидрوليнии. Кроме всего выше сказанного из преимуществ можно выделить довольно невысокую цену (89400 руб.) на рассматриваемый электрогидрораспределитель.

Для управления дистанционно электрогидрораспределителем плавно, без рывков необходим программируемый логический контроллер (ПЛК). Для выбранного распределителя выбор пал на ПЛК Danfoss MC050-020, в котором имеется 50 контакторов, из них 24 входных и 14 выходных, как аналоговых, так и цифровых. Настройка ПЛК является важным аспектом в разработке блока управления. Поэтому был создан алгоритм настройки контроллера с помощью программного обеспечения PLUS+1 GUIDE. При применении логического контроллера повышается быстрдействие и плавность работы.

С помощью схемы электрической структурной и выбранного оборудования разработана схема электрическая принципиальная, включающая подробное описание электрооборудования и ее работы.

При помощи программ Autodesk Inventor и Autocad Electrical был создан электромеханический проект блока управления с разводкой проводов между электрическими элементами. Электромеханический проект был изображен фрагментарно. Разработанный блок управления в последствии будет введен в эксплуатацию КМУ Синегорец-25 на предприятии АО «Златмаш».

После был произведен расчёт механизма поворота КМУ Синегорец-25. В нем рассматривается механика работы, т.е. рассчитаны подшипники как качения, так и скольжения, необходимые для обеспечения движения подвижного узла с наименьшим сопротивлением. Посчитаны момент сопротивления от давления ветра на груз и на поворотную часть КМУ, который получился равным 5,35 кН. А также рассчитан реечно-шестерной механизм, с помощью которого осуществляется поворот КМУ.

В программном комплексе Vissim разработана математическая модель крано-манипулятора. С помощью данной модели были построены графики зависимостей нагрузки на шток гидроцилиндра, скорости, расхода РЖ от угла

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2018.192.00.00 ПЗ				

поворота КМУ и график зависимости изменения давления в гидросистеме от времени при различной нагрузке. На графике зависимости нагрузки от угла поворота КМУ показано, что при повороте колонны крано-манипулятора нагрузка вначале увеличивается до 9 кН, а затем резко падает. Это связано с тем, что приведение в движение осуществляется небольшим скачком нагрузки, как с грузом, так и без него. На другом графике показана зависимость изменения расхода жидкости от угла поворота, по которой можно сказать, что при подаче РЖ в гидроцилиндр увеличивается расход, осуществляя поворот в необходимую оператору сторону.

Исходя из вопроса технико-экономической оценки внедрение блока управления в КМУ Синегорец-25 увеличивает его стоимость на комплектующее оборудование на 130 тысяч рублей, но в то же время уменьшает их за счет того, что не привлекает дополнительную рабочую силу (стропальщик), тем самым увеличивается производительность работы и сокращаются затраты на заработную плату. Условный экономический эффект рассматриваемого крано-манипулятора в сравнении с КМУ с аналогичными характеристиками получился равным 284 тысячи рублей, что означает внедрение блока управления выгодным решением.

Целесообразность применения пульта управления на КМУ Синегорец-25 заключается в ее повышенной безопасности. Исходя из этого можно сделать вывод, что разработка блока управления для КМУ позволяет отвести оператора на безопасное расстояние до 12 метров, а также увеличить обзор рабочего места, для того если работа производится в малом пространстве, то оператор может разглядеть куда будет поднимать либо опускать груз.

Кран манипулятор может эффективно использоваться в различных областях, необходимых для погрузки, разгрузки и доставке необходимых грузов. Совмещение крана-манипулятора и грузовика позволяет сэкономить средства за счет уменьшения стоимости услуг. Грузовые перевозки - тут нельзя обойтись без погрузчиков. Для любых работ, связанных с погрузкой тяжелых, крупногабаритных предметов необходим отдельно работающий кран и грузовой автомобиль. Манипуляторы являются одним из наиболее передовых технических решений в области грузовых перевозок, погрузочно-разгрузочных работ, ведения складского хозяйства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Павлюк Ю.С., Сагдеев К.Б. Специальные крано-манипуляторные установки: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005 – 74 с.
- 2 Грифф М.И., Затван Р.А. Зарубежные и отечественные бортовые манипуляторы, и краны для самопогрузки и саморазгрузки автотранспортных средств: Обзор. – М.: ВНИИНТПИ, 1991 – 56 с
- 3 Дубовец А.М. Толмачев А.А. Применение микропроцессорных систем для управления, контроля и диагностирования подъёмно-транспортных машин: Обзор. – М.: ЦНИИТЭИтяжмаш, 1990. – 40 с
- 4 Логинов М.С., Мурзин А.М. Гидравлические приводы подъемно-транспортных машин: Учебное пособие по лабораторным работам. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 46 с
- 5 Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика. – М.: Машиностроение, 1971 – 672 с
- 6 Точилкин В.В., Филатов А.М. Гидропривод подъемно-транспортных машин и роботов. – М.: Учебное пособие. 1999. – 166 с
- 7 Иванченко Ф. К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин: - Киев. Высшая школа. 1983. — 351 с.
- 8 Морарь Е. «Синегорец» - на подъеме. – Златоустовский рабочий. 28.02.2001 – с 2
- 9 Выносной пульт для удобства управления краном-манипулятором //www.manipulatori.ru/articles/77/
- 10 АО «Златмаш» НКМ3.00.00.000 РЭ Руководство по эксплуатации крано-манипуляторной установки «Синегорец-25» - 39 с
- 11 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов ПБ 10-257-98 – 93 с
- 12 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011) – 66 с
- 13 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011) – 465 с
- 14 Инструкция по охране труда при работе на грузоподъемном кране-манипуляторе – 12 с