

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Промышленных технологий
электроэнергетики и транспорта

Кафедра
Технологии и оборудование
машиностроения

Направление подготовки

15.04.05 Конструкторско-
технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Магистерская программа

Металлообрабатывающие станки

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему

Модернизация промышленного робота ТУР-10

ПГУ 15.04.05.10.00

(обозначение ВКР)

Студент гр. 19ММм2

(подпись, дата)

Эркебаев Эрлан Мамасалиевич

(фио полностью)

Научный руководитель

(подпись, дата)

Тарасов Д.А.

(фамилия, инициалы)

Нормоконтролер

(подпись, дата)

Большаков Г.С

(фамилия, инициалы)

Рецензент

(подпись, дата)

(фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № _____)

Заведующий кафедрой

(подпись)

Зверовщиков А.Е.

(фамилия, инициалы)

Работа защищена с оценкой хорошо

(протокол заседания ГЭК от 01.07.21 № 10)

Секретарь ГЭК

(подпись)

Истомина Ю.В.

(фамилия, инициалы)

Пенза 2021

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой ТОМ А.Е. Зверовщиков

« » 20 г.

ЗАДАНИЕ на магистерскую диссертацию

1. Студент группы 19ММм2

Факультета промышленных технологий, электроэнергетики и транспорта
направления 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Эркебаев Эрлан Мамасалиевич

2. Научный руководитель магистерской диссертации

Тарасов Д.А., к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные системы безопасности»

3. Время проектирования с 10 июня 20 21 г. по 01 июля 20 21 г.

4. Место преддипломной практики ЗАО «ЦеСИС НИКИРЭТ»

5. Тема магистерской диссертации

Модернизация промышленного робота ТУР-10

Тема утверждена приказом ПГУ №1248 а/о _____ от 25.11. 2019 г.

6. Техническое задание (цель проектирования, объект проектирования, его технические характеристики и т.п.)

Модернизация промышленного робота ТУР-10 с целью увеличения грузоподъемности и
оснащения системой управления на современной элементной базе с использованием
промышленного логического контроллера

7. Объем и содержание основной части работы

7.1. Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчеты, обоснования, описания)

Введение

Общие сведения о промышленном роботе ТУР-10

Модернизация системы управления промышленного робота ТУР-10

Модернизация промышленного робота ТУР-10

Исследование точности позиционирования

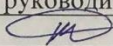
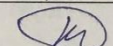
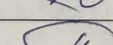
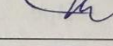
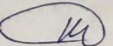
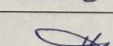
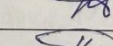
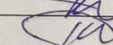
Заключение

Список использованной литературы

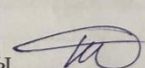
7.2. Графическая часть (перечень и содержание чертежей, плакатов)

8. Особые требования по выполнению разделов:

9. Календарный график выполнения магистерской диссертации

Наименование этапов работы	Объем работы, %	Срок выполнения	Подпись руководителя
Введение	10	14.06.2021	
Общие сведения о промышленном роботе ТУР-10	10	15.06.2021	
Модернизация системы управления промышленного робота ТУР-10	20	17.06.2021	
Модернизация промышленного робота ТУР-10	15	18.06.2021	
Исследование точности позиционирования	15	22.06.2021	
Заклочение, список литературы		23.06.2021	
Оформление диссертации	20	28.06.2021	
Разработка презентации	10	01.07.2021	

Дата выдачи задания « 10 » июня 20 21 г. Задание к исполнению принял _____

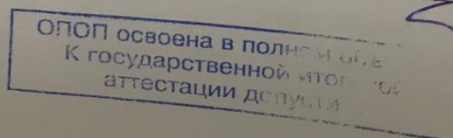
Руководитель работы  _____

« 10 » июня 20 21 г.

Магистерскую диссертацию к защите допустить

Декан Факультет промышленных технологий,
электроэнергетики и транспорта

 С.Ю. Киреев



« ____ » _____ 20 ____ г.

Реферат

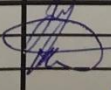
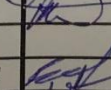
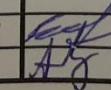
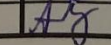
Пояснительная записка содержит 89 листа формата А4, 30 рисунка, 3 таблица, 8 источников использованной литературы и 2 приложения.

РОБОТ, РОБОТИЗИРОВАННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КОМПЛЕКС, МОДЕРНИЗАЦИЯ, ЧИСЛОВОЕ ПРОГРАММНОЕ
УПРАВЛЕНИЕ, КОНТРОЛЛЕР, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ,
ПРОГРАММА, ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Объектом исследования является промышленный робот ТУР – 10.

Цель работы : Модернизация промышленного робота ТУР – 10.

В пояснительной записке представлена информация о промышленном роботе ТУР-10 и расчеты ориентирующего механизма, механизма вращения траверсы, захватного устройства робота , выполненный на 63 листах, в котором представлена программа для управления панели оператора, сделанной в программе OWEN Logic а также исследования точности позиционирования

					ПГУ 4.15.04.05.10.00.00 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Модернизация промышленного робота ТУР-10	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Эркебаев Э.М							
Провер.		Тарасов Д.А					2	89	
Н. контр.		Большаков Г.С				Кафедра «ТОМ» гр. 19ММм2			
Утв.		Липов А.В							

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОМЫШЛЕННОМ РОБОТЕ ТУР-10.....	14
2 МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА ТУР-10	19
2.1 Назначение и функции контроллера ОВЕН ПР200	20
2.2 Разработка управляющей программы в среде OWEN Logic.....	21
2.3 Назначение и функции панели оператора ОВЕН СП270	29
2.4 Назначение и функции преобразователя частоты ВЕСПЕР Е2-8300	31
2.5 Конфигурирование преобразователя частоты ВЕСПЕР Е2-8300	32
2.6 Назначение и функции датчика угла поворота	39
2.7 Модернизация электроприводов	41
3 МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА ТУР-10	46
3.1 Определение номинальной грузоподъемности ПР	46
3.2 Расчет ориентирующего механизма	47
3.3 Расчет механизма вращения траверсы	51
3.4 Расчет захватного устройства	55
4 ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ	61
Заключение	63
Список использованной литературы.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ А НАУЧНАЯ СТАТЬЯ	66
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРЕЗЕНТАЦИЯ.....	76

ВВЕДЕНИЕ

Изучение передовых технологических процессов и оснащения, тенденций и возможностей их демонстрирует, что в будущем времени главным внедрением в индустрии типом ПР станут роботы с дискретным управлением, работающие по строгим циклам управления с малозначительными элементами адаптации. Увеличение производительности внедрения роботов не может быть без значимого совершенствования их технических данных и наращивания показателя активной универсальности.

Актуальность работы заключается в том, что промышленный робот старого образца был модернизирован под современные требования.

Цель работы: модернизация промышленного робота ТУР-10 с использованием современных электроприводов и комплектующих системы управления для восстановления работоспособности с повышением грузоподъемности.

Задачи работы:

- Модернизировать приводы робота, заменив электродвигатели постоянного тока на асинхронные двигатели, оснащенные датчиками угла положения;
- Спроектировать систему управления на основе программируемого логического контроллера, панели оператора, преобразователя частоты и датчика угла поворота;
- Разработать управляющую программу промышленным контроллером, сконфигурировать панель оператора и преобразователь частоты;
- Провести расчеты ориентирующего механизма, механизма вращения траверсы, захватного устройства, а также исследования точности позиционирования.

Объектом исследования является промышленный робот ТУР-10.

Научная новизна работы заключается в системе управления, созданной на основе современных средств промышленной автоматики,

взамен морально устаревшей и не подлежащей восстановлению в связи с отсутствием необходимой элементной базы. Кроме того заменен электродвигатель постоянного тока на асинхронный двигатель и установлены программируемый логический контроллер, панель оператора, преобразователь частоты и датчик угла поворота.

Практическая полезность: Разработан проект модернизации промышленного робота ТУР-10, позволяющий восстановить работоспособность устаревшего оборудования с использованием современных электроприводов и комплектующих системы управления.

В ПР, специализированных для выполнения транспортных, загрузочно-разгрузочных и других сборочных операций, более действенно логико-программное управление, под этим понимается управление перемещениями рабочих органов манипуляционной системы ПР в согласовании с системой логических уравнений управляющих команд. Есть схожесть робототехнических задач с задачами большинства автоматизируемых операций, характеристикой которой считается движение объекта (или же инструмента) в месте от одной позиции к иной по заданной траектории, с одновременной переориентацией объекта (инструмента). События по разработке логико-программного управления транспортирующими и ориентирующими движениями рабочих органов ПР разбиваются на следующие этапы:

- Анализ системы, режимов и критерий эксплуатации промышленных роботов с дискретным управлением, а еще траекторией движения объектов и инструмента, обычных для роботизируемой технологической операции, с целью определения методов задания траекторий движений и ориентации рабочих органов и алгоритмов получения последовательности действий исполнительных приводов ПР, включаемых в технологический процесс;

- Наложение ограничений на полученных очередности действий исполнительных приводов, исходящих из допущений о виде и характере

данной линии движения (траектория дает собой кусочно-непрерывную кривую, любой из участков соответствует движению лишь только по одной координате);

- Составление последовательности действий исполнительных приводов ПР с учетом обозначенных лимитов;

- Построение активной модели и разработка метода функционирования системы логико-программного управления с учетом вероятных сбоев и их результатов на выполнение последовательности действий исполнительных приводов ПР;

- Получение очередности управляющих команд – дискретных сигналов, вызывающих срабатывание исполнительного привода;

- Исследование начальной очередности управляющих команд на вероятность безотказного управления. В случае неподтверждения безотказного управления – переустройство и дополнение начальной последовательности действий исполнительных приводов ПР.

- Разработка системы логических уравнений очередности управляющих команд с учетом того, собственно что каждая команда имеет возможность быть представлена в виде логически взаимосвязанного большого количества сигналов о положении рабочих органов ПР и о работе технологического оснащения. Закономерные уравнения входящих в очередность управляющих команд образуют систему логических уравнений, обеспечивающих жесткое выполнение данной последовательности действий исполнительных приводов ПР;

- Разработка совместного метода логико-программного управления транспортирующими и ориентирующими перемещениями ПР с учетом

ограничений, обусловленных дискретным характером управления и специфичными особенностями эксплуатации ПР;

- Разработка комплекса программ для ЭВМ , реализующего совместный метод логико-программного управления и обеспечивающего проведение анализа массива данных, формирование последовательности действий исполнительных приводов ПР, получение очередности и составление системы логических уравнений управляющих команд.

При разработке логико-программного управления ПР предусматривают массив начальных данных. Который имеет информацию о данной линии движения и требуемой ориентации рабочего органа(инструмента) , а еще дополнительную информацию, отражающую своеобразные особенности возведения манипуляционной системы ПР . Наличие комплекса программ облегчает процесс программирования управления , ограничивая его заданием нужной линии движения и ориентации рабочего органа ПР и обеспечивая вероятность скорого перепрограммирования. Система логических управлений имеет возможность представить в виде программы для ЭВМ. Система логических уравнений управляющих команд записывается в виде программы в соответствующем машинном виде. Целью информационного обеспечения считается придание роботу качеств, позволяющих ему работать в изменяющихся критериях. При данной работе предусматриваются конфигурации как в находящейся вокруг среде, происходящие с объектами влияния, например и внутреннего состояния ПР (условия его нагружения, смысла кинематических и динамических параметров). Благодаря этому робот имеет возможность работать в условиях, не предусмотренных программой его работы. Для выполнения подобной работы нужно применить всевозможные способы

анализа состояния, находящейся вокруг ПР, а еще способы анализа положения и состояния составляющих как самого робота, например в обслуживаемых им технологических машин. В первом случае способы информационного обеспечения относятся к наружным, а втором – к внутренним.

В позиционных устройствах программного управления, используемых в ПР, особой особенностью считается присутствие режима обучения. В данном режиме движения ЗУ в требуемую точку места записываются в память прибора управления с поддержкой датчиков обратной связью подвижных звеньев. датчики обратной связи подвижных звеньев манипулятора цифровые. В числовых устройствах позиционного управления используемых для управления ПР со важным количеством точек позиционирования, с поддержкой операционно–логического блока сравнивается состояние рабочих органов ПР с данной программой управления, вслед за этим выдаются управляющие команды на робот. роботы с сервоуправлением имеют внутренние датчики(положения, скорости, ускорения, силы, момента), обеспечивающие контроль внутреннего состояния робота. Сопоставлением фактических и данных характеристик в случае надобности вносятся надлежащие корректировки.

Манипуляторы промышленных роботов

Манипуляторы промышленных роботов предусмотрены для движения рабочего органа или же предмета, оказавшегося на нем, из 1-го положения в другое в границах зоны обслуживания по случайной или же заблаговременно линии движения с точной точностью. Совокупность перемещений робота

представлены в виде глобальных (межоперационных), региональных (внутри операционных) и локальных (технологических) перемещений.

Глобальные (межоперационные) перемещения робота – это перемещения от объекта к объекту на подвижном основании. Региональные перемещения производятся рабочими органами стационарного робота в границах его зоны обслуживания. К локальным относят движения рабочего органа при ориентирующих перемещениях или же при выполнении технологических операций. В зависимости от вида применяемых в структуре манипулятора ПР кинематических пар гарантируется поступательные, вращательные и комбинированные перемещения. Таким образом, внедрение кинематических пар в сочетании с теми или другими группами перемещений дает возможность создавать манипуляторы ПР с требуемыми зонами обслуживания, работающие в конкретной (заданной) системе координат: прямоугольной P , сферической (поверхность S_s) , цилиндрической C и сферической (объем S_v) . Каждой из систем координат, в которых задумывается ПР, соответствует конкретный порядок перевода его рабочих органов из одной точки P_1 рабочей зоны в иную P_2 , собственно что предусматривается при программирование перемещений ПР.

Труднее обстоит дело с обратной связью по положению призванной обеспечить остановку в конце кинематической цепи исполнительного органа. Это позволит корректировать все промахи механической части, охватывая мертвые ходы механизма, люфты и упругие деструкции. Датчики обратной связи по положению различают 3-х типов : импульсные, кодовые и аналоговые.

Импульсные датчики используются в системах отсчета координат по приращениям , , так как не могут дать информацию в неподвижном

состоянии. В приборе управления обязан быть счетчик для регистрации поступающих от датчика импульсов и их сбережения. Импульсные датчики имеют все шансы быть разного принципа воздействия, в том числе фотоэлектрические, индуктивные и т.д. системы импульсных датчиков обратной связи многочисленны.

Кодовый датчик обратной связи выделяется тем, что на его выходе складывается код, позволяющий с важной точностью предопределять состояние исполнительного органа в любой точке данного движения, в том числе и в недвижимом состоянии. Существует некоторое количество типов аналоговых датчиков, выпускаемых серийно. К ним возможно отнести многооборотный потенциометр на подобии ППМЛ, имеющий надлежащие свойства : разрешающую способность – не менее 0,01 % ; быстродействие – не менее 200 об/мин; надежность – 1000 ч при вероятности отказа 0,92. Устройство числового программного управления предназначено для управления манипулятором ПР при автоматизации всевозможных технологических процессов изготовления , которые требуют позиционного управления. Основная область использования приборов такого типа – управление манипуляторами при автоматизации транспортных и вспомогательных, загрузочно-разгрузочных операций, связанных с обслуживанием группы металлорежущих станков.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОМЫШЛЕННОМ РОБОТЕ ТУР-10

Промышленный робот типа ТУР 10 применяется для автоматизации технологических и вспомогательных функций при обслуживании ТО.

Описание ПР «ТУР-10»

При помощи руки робота в виде ШР механизма с 5 степенями подвижности, может передвигать рабочий орган(инструмент или схват) в любую точку рабочего пространства и ориентировать его произвольным образом в плоскости звеньев руки в пределах ограничений движения (рис. 1).

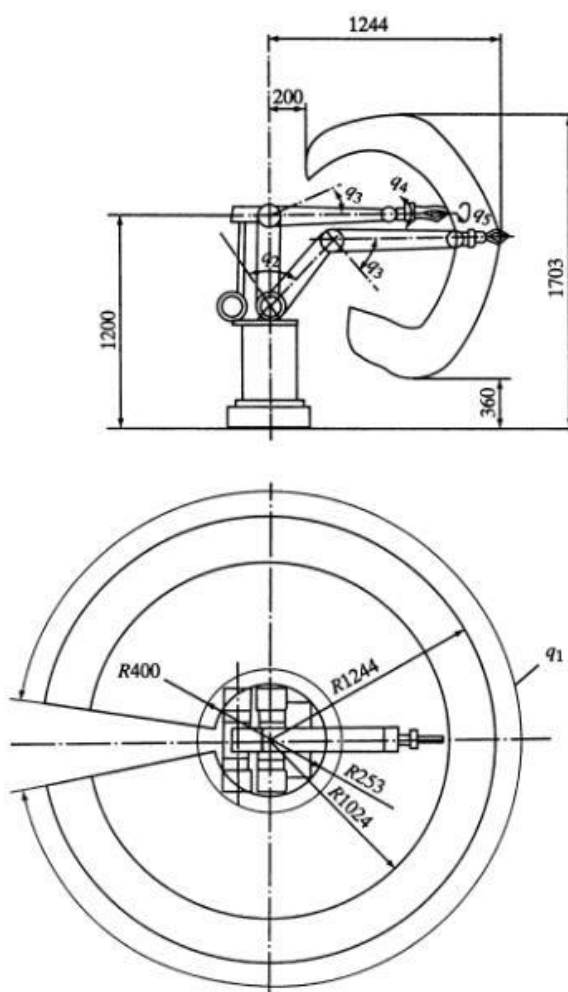


Рисунок 1 — Рабочее пространство и размеры звеньев «ТУР -10»

Промышленный робот «ТУР-10» состоит из манипулятора, устройства ЧПУ УПМ-772, блока управления и пневмопанели.

Главным механизмом робота является манипулятор(см. рис. 2)

Главные узлы:

- механизм поворота 1;
- механическая рука 2;
- электромеханические приводы 3;
- механизм уравнивания руки 4.

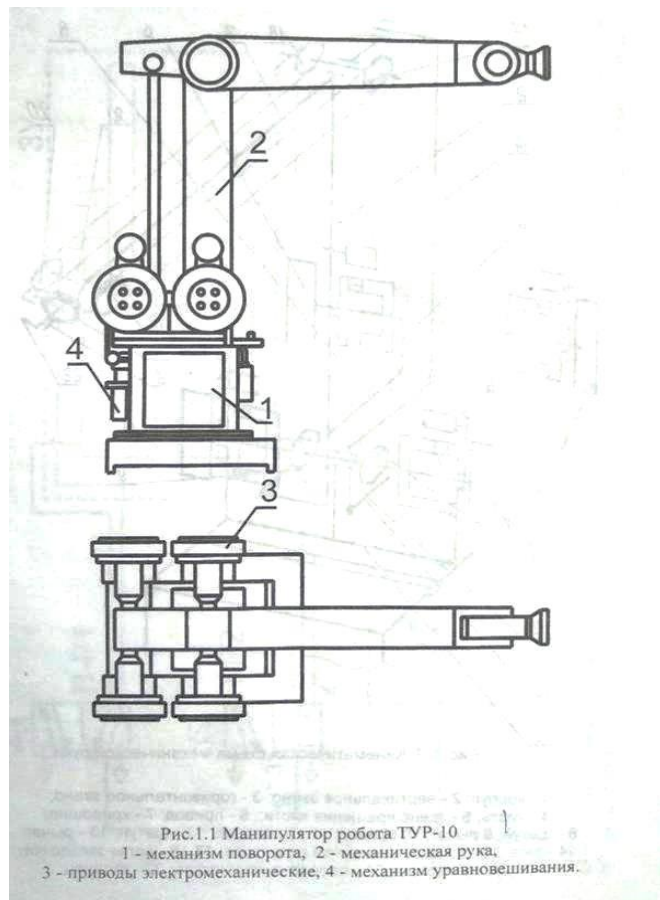


Рисунок 2 — Манипулятор робота ТУР -10

Механическая рука манипулятора предназначена для перемещения захватного устройства в вертикальной плоскости по четырем степеням подвижности. Кинематическая схема руки представлена на рис. 1.2. Рука установлена шарнирно на поворотной платформе механизма поворота

при помощи корпуса 1. Рука содержит вертикальное звено 2, шарнирно соединенное горизонтальное звено 3. К горизонтальному звену крепится механизм ориентации захвата (кисть), состоящий из механизма сгиба (звено 4) и механизма вращения (звено 5). Фланец 22 звена вращения кисти 5 служит для крепления захватного устройства или инструмента.

Передача движения к вертикальному звену 2 от привода 6 осуществляется КШ механизмом, состоящим из кривошипа 7, закрепленного на выходном валу привода, шатуна 8, рычага 9.

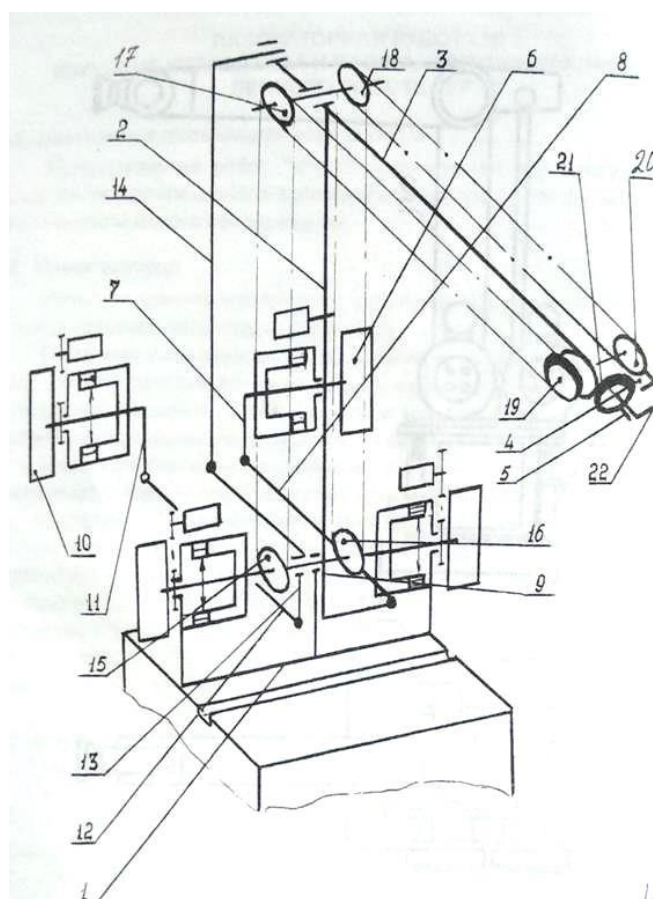


Рис. 1.2. Кинематическая схема механической руки

1 - корпус; 2 - вертикальное звено; 3 - горизонтальное звено;
4 - кисть; 5 - звено вращения кисти; 6 - привод; 7 - кривошип;
8 - шатун; 9 рычаг; 10 привод; 11 - кривошип; 12 - шатун; 13 - рычаг;
14 - тяга; 15, 16 - валы-звездочки редуктора; 17, 18 - валы-звездочки;
19, 20 - звездочки; 21 - передача коническая; 22 - фланец

Рисунок 3 — Кинематическая схема руки робота «ТУР -10»

Передача движения к горизонтальному звену 3 от привода 10 осуществляется КШ механизмом, состоящим из кривошипа 11 закрепленного на выходном валу привода, шатуна 12 г-образного рычага 13. Г-образный рычаг 13 шарнирно установлен на оси совпадающей с осью вращения вертикального звена и закрепленного на нем. Одним плечом рычаг 13 соединен с шатуном 12, а другим с тягой 14 шарнирно связанной с горизонтальным звеном 3. Оба кривошипно--шатунных механизма выполнены в виде шарнирных параллелограммов. Передача движения к механизму ориентации (сгиб и вращение; осуществляется с помощью цепных передач. Обе цепные передачи выполнены идентично и содержат по две ветви:

- от выходных валов звездочек редукторов 15 и 16 к валам-звездочкам 17 и 18, установленным в шарнире соединения вертикального и горизонтального звеньев;
- от звездочек 17 и 18 к звездочкам 19 и 20, приводящие в движение механизмы кисти.

Вращение кисти производится через коническую передачу 21 с передаточным отношением $i=2$

На выходном валу кисти закреплен фланец 22. Во фланце имеется отверстие, которое служит для подвода воздуха к пневматическим захватам от пневматических клапанов при помощи поливинилхлоридных трубок $\varnothing 3$ мм. Трубки крепятся к наружной части звеньев руки скобами.

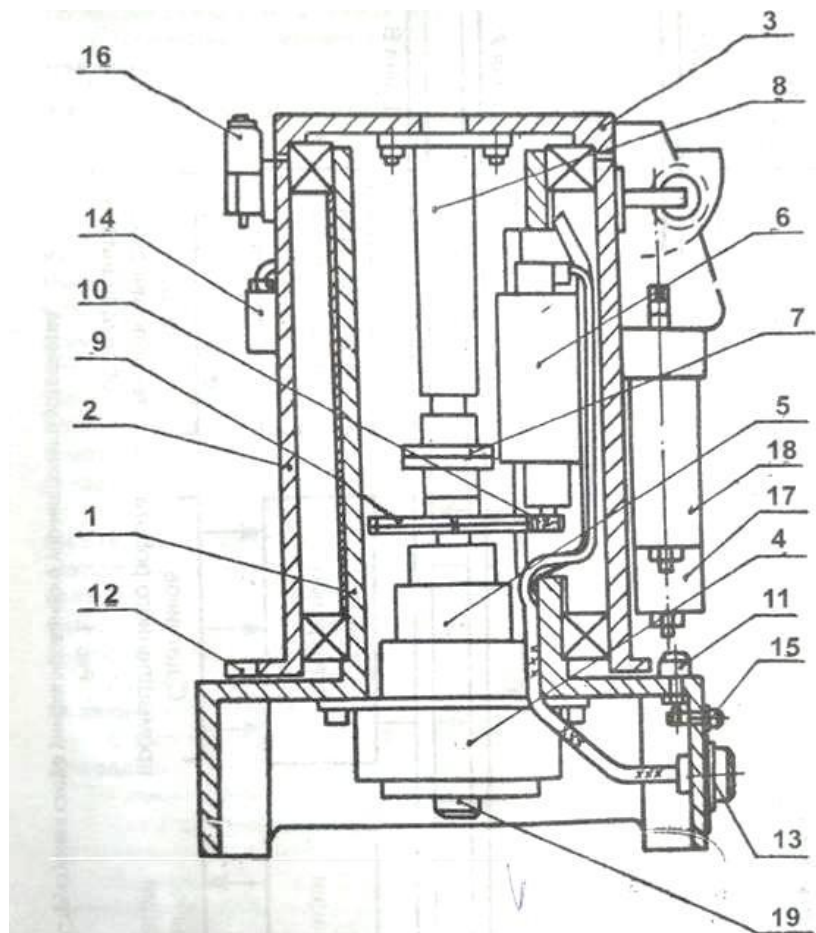
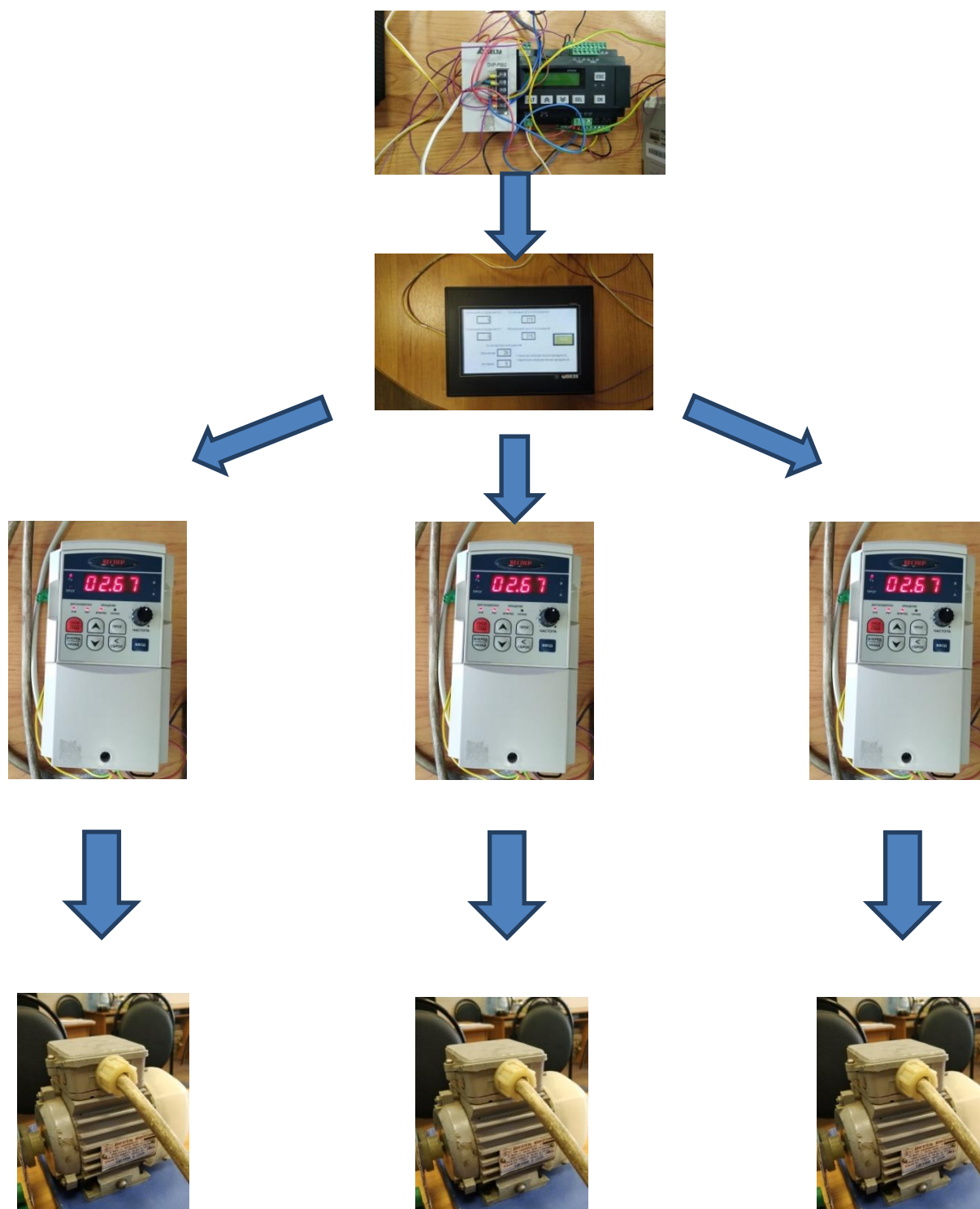


Рис. 1.6. Поворотная платформа манипулятора

1-основание, 2-стакан, 3-плита, 4-двигатель ПЯ-250Ф, 5-редуктор волновой, 6-датчик ППК-15, 7-муфта, 8-вал, 9,10-зубчатые колеса, 11-упор, 12-флажок, 13-контактный разъем, 14-пневмораспределитель, 15-штуцер, 16-электропневмораспределитель, 17,18- механизмы пружинные, 19-тахогенератор.

Рисунок 4 — Поворотная платформа манипулятора «ТУР -10»

2 МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО



2.1 Назначение и функции контроллера ОВЕН ПР200

Управляющая программа для прибора составляется с учетом количества имеющихся у него входов и выходов.

Функциональная схема работы прибора представлена ниже (рис. 5).

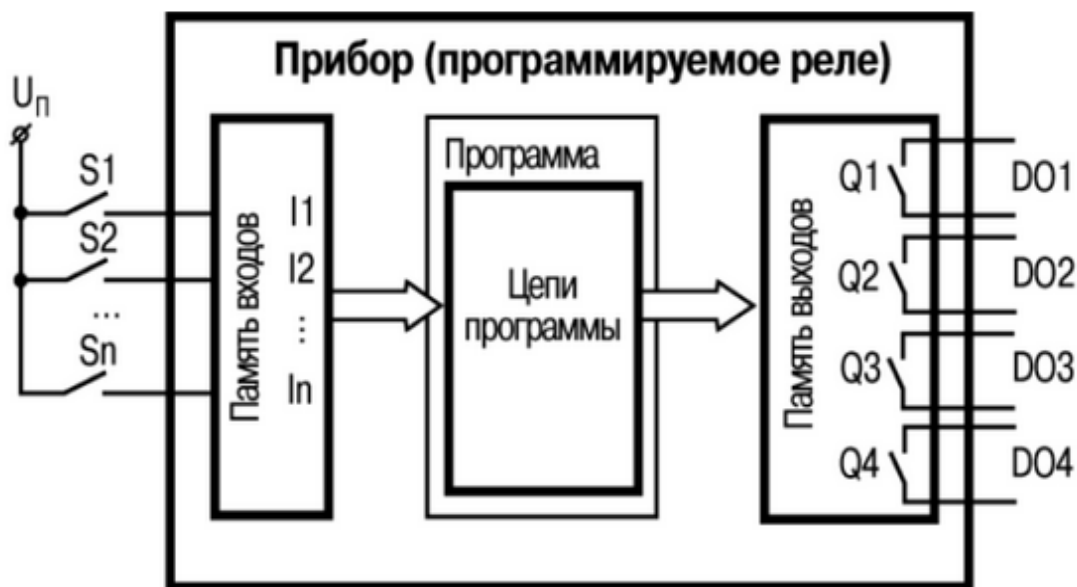


Рисунок 5 - Функциональная схема работы контроллера

Программируемые логические контроллеры серии DVP являются идеальным средством для построения высокоэффективных систем автоматического управления при минимальных затратах на приобретение оборудования и разработку системы.

Контроллеры способны работать в реальном масштабе времени и могут быть использованы как для построения узлов локальной автоматики, так и систем распределенного ввода-вывода с организацией обмена данными по RS-485 интерфейсу.

Для удобства отладки и написания программ разработчики предусмотрели пакет программирования, который не требует существенных

ресурсов компьютера и является простым инструментом для всех категорий специалистов.

Управляющая программа написана в ПЛК. Под понятием – программируемые логические контроллеры ПЛК (Programmable logic controllers, PLC) подразумеваются блочно-модульные микропроцессорные системы универсального и общего назначения, предназначенные для автоматизации в различных областях промышленности, техники и сферах инженерной деятельности. Далее представлена сама программа

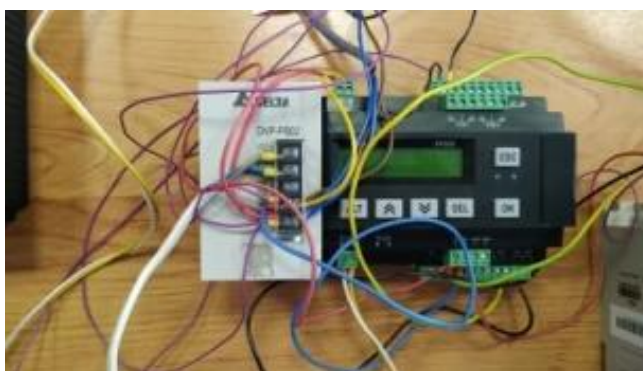


Рисунок 6 — Контроллер с блоком питания DELTA DVP-PS02

2.2 Разработка управляющей программы в среде OWEN Logic

OWEN Logic – среда программирования, предназначенная для создания алгоритмов работы коммутационных приборов, относящихся к классу программируемых реле, в частности, приборов серий ПР1хх, ПР200 и панели ИПП120 производства компании OWEN.

Функционал OWEN Logic отличается для следующих групп приборов:

- приборы ПР100, ПР102, ПР114, ПР200 и панели ИПП120;
- приборы на новой платформе – ПР103.

Основной функционал OWEN Logic доступен для всех приборов, функционал и интерфейсы для приборов на новой платформе недоступны для других приборов.

OWEN Logic позволяет пользователю разработать программу автоматизации системы по собственному алгоритму и записать ее в энергонезависимую память прибора. Для составления программы используется графический язык FBD стандарта МЭК 61131-3.

Перечень приборов, для программирования которых может использоваться OWEN Logic, представлен на сайте компании OWEN.

В разделах Входы и Выходы настраиваются параметры и комментарии для входов/выходов прибора и модулей расширения.

Параметры зависят от типа входов/выходов выбранного прибора.

Входы/выходы модулей расширения отображаются в дереве настроек с номером занимаемого слота в скобках.

Для правильной настройки входов/выходов прибора следует обратиться к руководству по эксплуатации прибора.

Добавление комментариев

Комментарий для входа/выхода можно написать в поле Комментарий или на панели свойств.

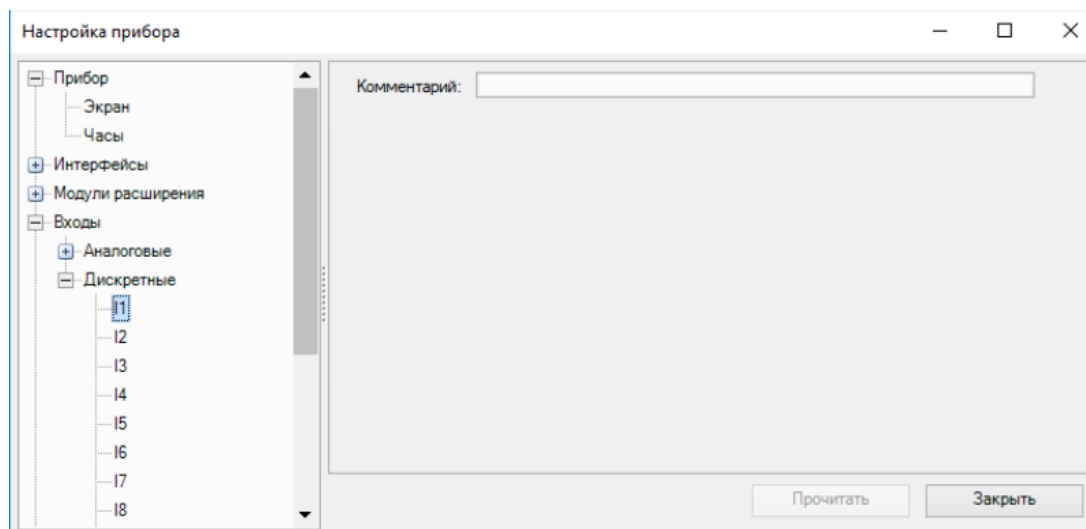


Рисунок 7 — Комментарий для входа/выхода

Текст введенного комментария будет отображаться во всплывающей подсказке при наведении курсора на вход/выход на схеме:

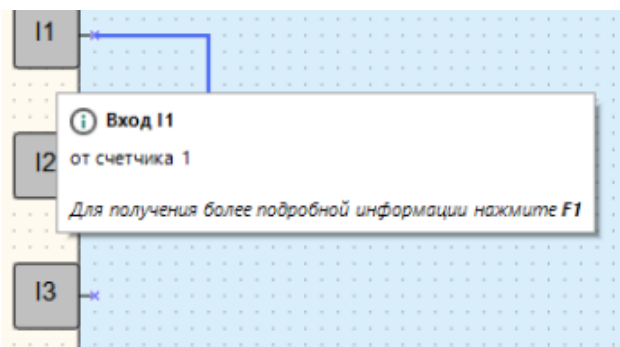


Рисунок 8 — Отображения комментария

Безопасное состояние выходов модулей расширения

Для выходов модулей расширения можно настроить безопасное состояние. Выход будет принимать безопасное состояние в случае потери связи с прибором.

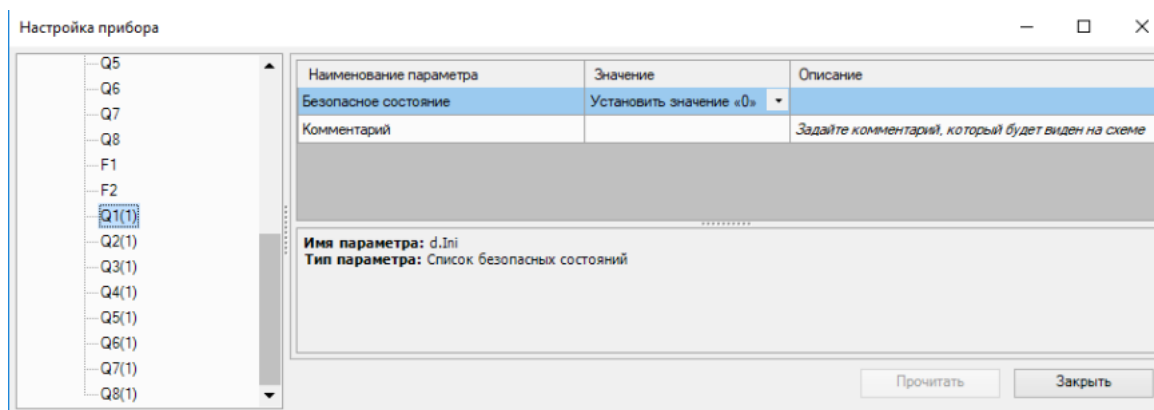


Рисунок 9 — Безопасное состояние выходов

Настройки для приборов на новой платформе

Окно настройки входов и выходов для приборов на новой платформе имеет другой интерфейс, и параметры в правой части окна оформлены в табличном виде.

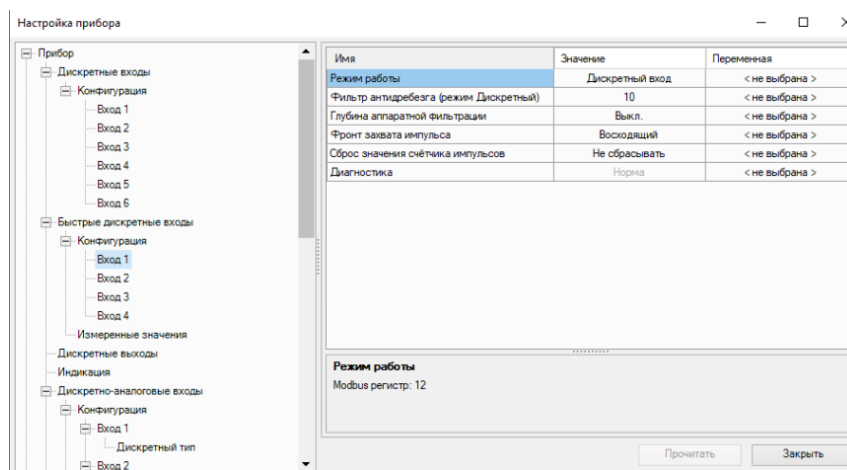


Рисунок 10 — Настройки входов и выходов

Для приборов на новой платформе меню настроек безопасного состояния выходов находится в ответвлении добавленного модуля расширения.

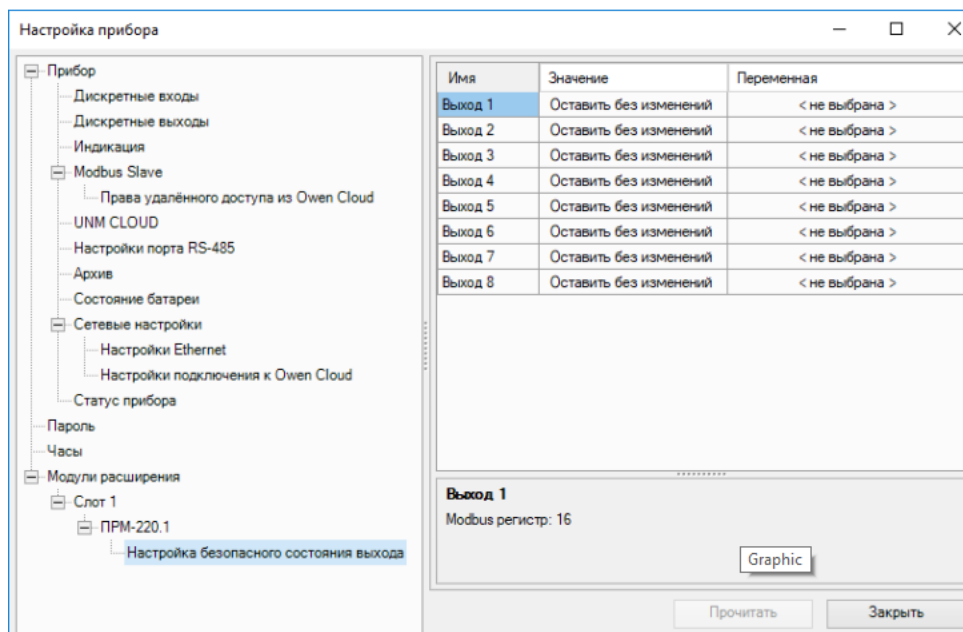


Рисунок 11 — Модуль расширения.

В OWEN Logic используются три типа переменных:

- булевский (двоичный);
- целочисленный;
- с плавающей запятой (вещественный).

Значения от одной переменной к другой могут передаваться только при совпадающих типах переменных.

Булевский тип

Переменная булевского типа может принимать одно из двух значений: 1 (True) или 0 (False).

На схеме переменные булевского типа соединяются черными линиями:

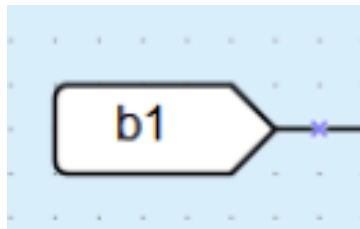


Рисунок 12 — Булевский тип

Целочисленный тип

Переменная целочисленного типа может принимать значение целого числа в диапазоне от 0 до 4294967295.

На схеме переменные целочисленного типа соединяются красными линиями:

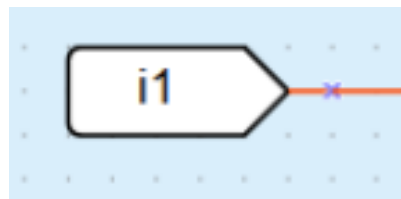


Рисунок 12 — Целочисленный тип

Тип с плавающей запятой

Переменная типа с плавающей запятой может принимать значение вещественного числа в диапазоне от $-3,402823E+38$ до $3,402823E+38$.

Числа одинарной точности с плавающей запятой обеспечивают относительную точность 7–8 десятичных цифр в диапазоне от 10^{-38} до примерно 10^{38} .

На схеме переменные типа с плавающей запятой соединяются фиолетовыми линиями:

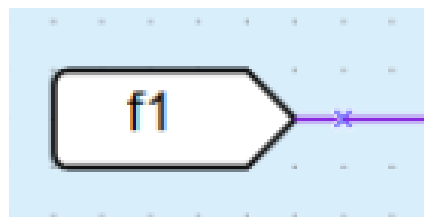


Рисунок 12 — Тип с плавающей запятой

Сервисные переменные

Сервисные переменные связаны с настройкой прибора и могут только считываться. Запись в сервисные переменные недоступна. Набор сервисных переменных может отличаться в зависимости от прибора.

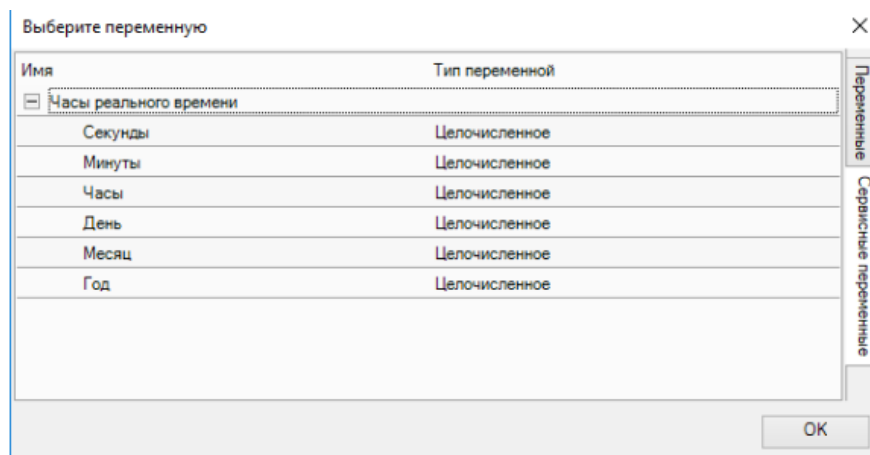


Рисунок 13 — Сервисные переменные

На схеме сервисные переменные обозначаются серым цветом:

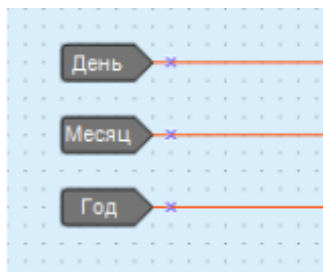


Рисунок 14 — Сервисные переменные

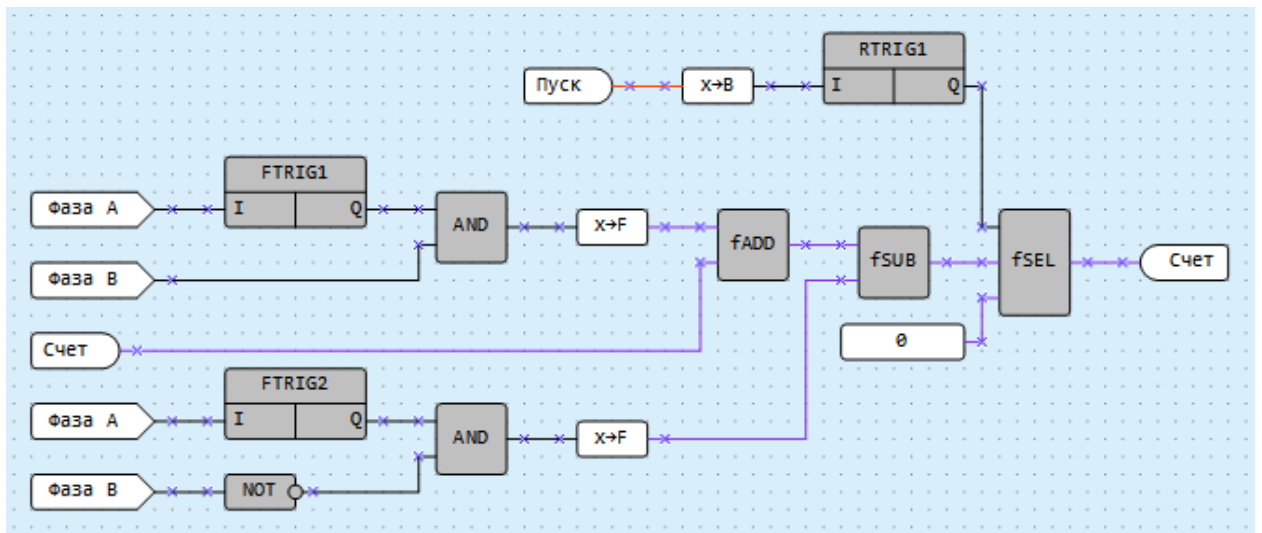


Рисунок 15 – Фрагмент управляющей программы ПЛК отвечающий за считывание количества импульсов с бесконтактных индуктивных датчиков

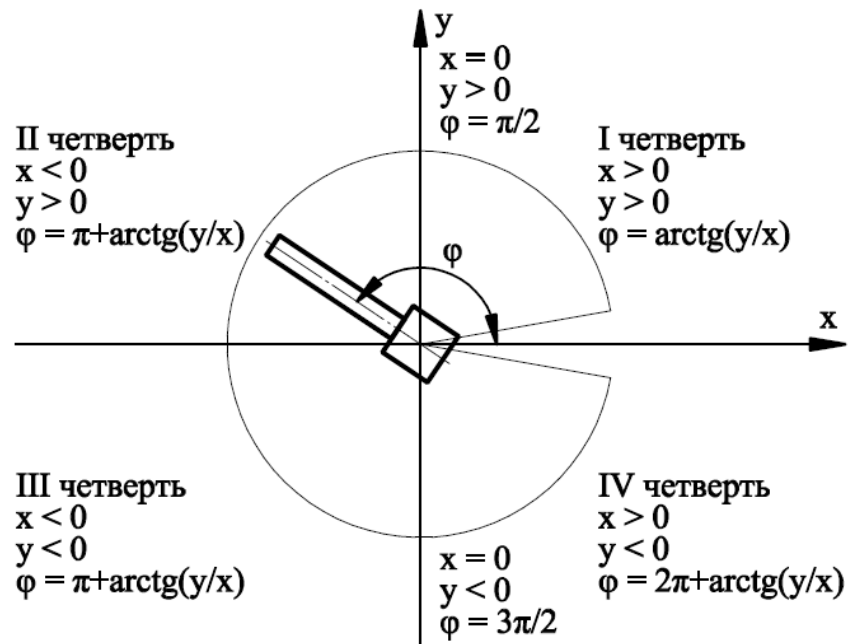


Рисунок 16 – Формулы для перевода декартовых координат в полярные

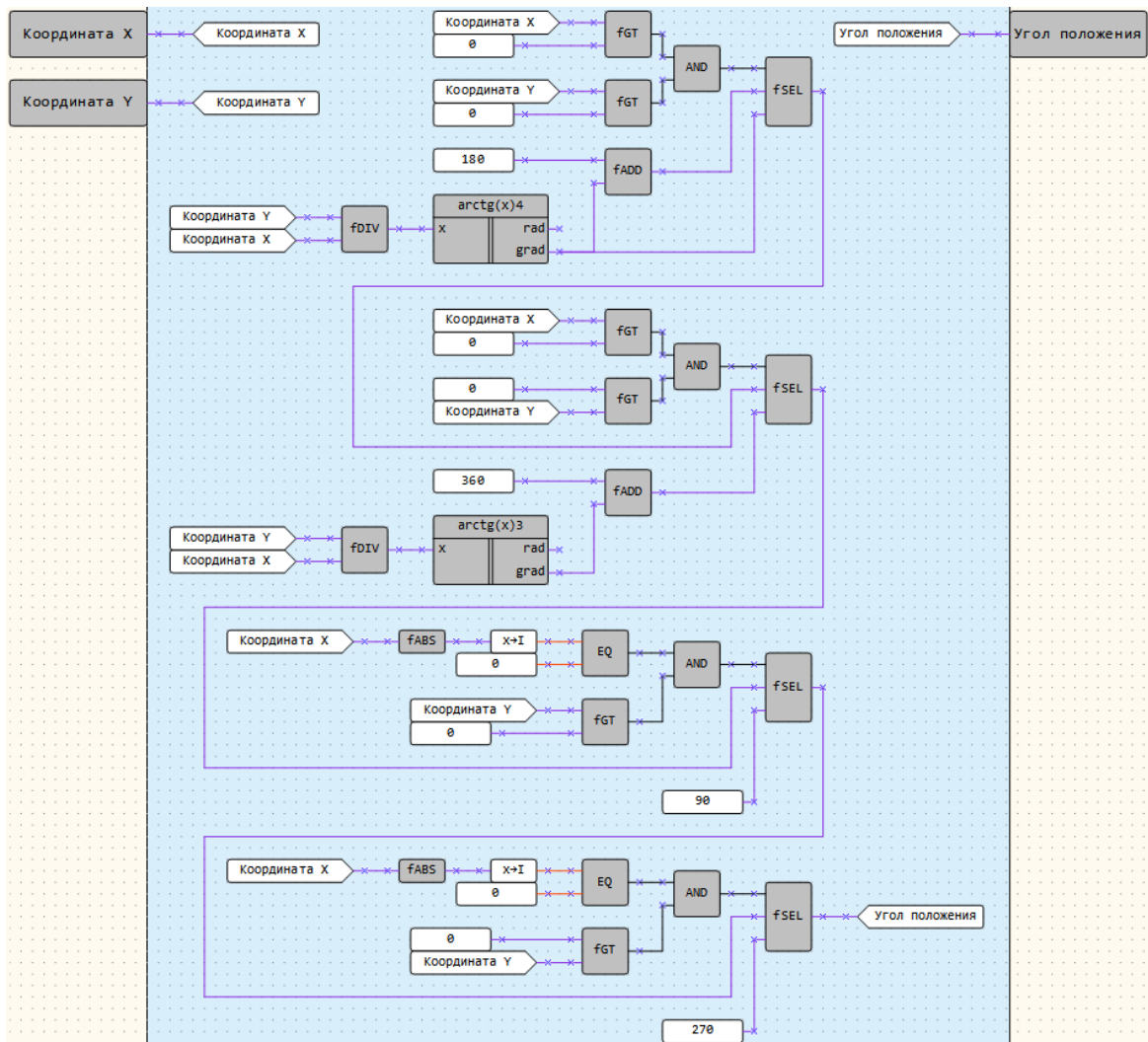


Рисунок 17 – Фрагмент управляющей программы ПЛК отвечающий за перевод декартовых координат в полярные

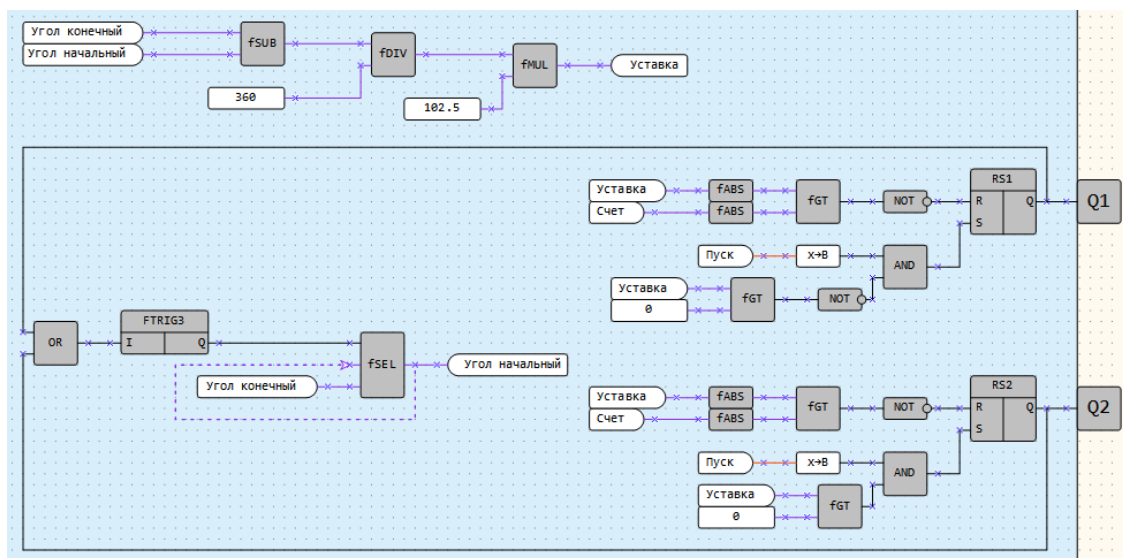


Рисунок 18 – Фрагмент управляющей программы ПЛК отвечающий за управление электроприводом поворотной платформы робота в части пуска/останова и направления вращения

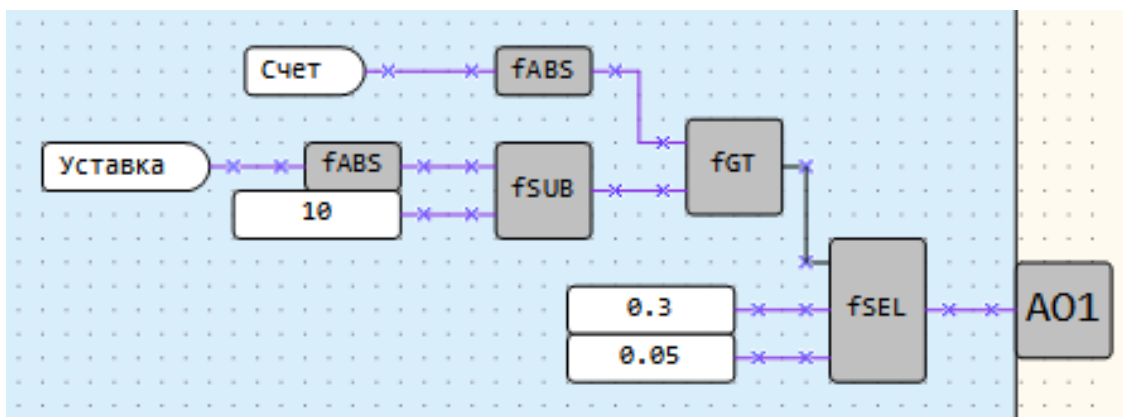


Рисунок 19 – Фрагмент управляющей программы ПЛК отвечающий за управление скоростью вращения электропривода поворотной платформы

2.3 Назначение и функции панели оператора ОВЕН СП270

Панель оператора представляет собой программируемый терминал, выполняющий функции интерфейса оператора в системе, включающей определенную совокупность технологических процессов, программируемый логический контроллер (ПЛК), выполняющий контрольные и управляющие функции относительно этих процессов, и оператора, контролирующего прохождение этих процессов и, при необходимости, корректирующего работу ПЛК.

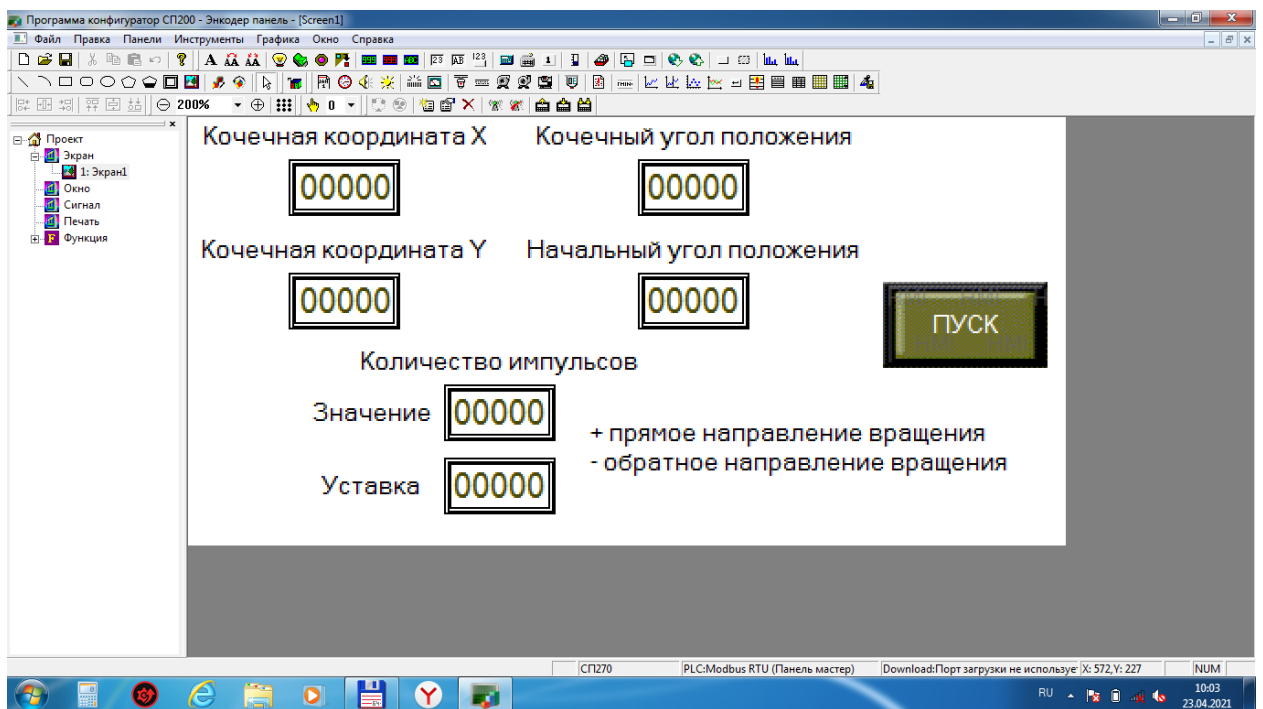


Рисунок 20 – Графический интерфейс панели оператора



Рисунок 21 – Графический интерфейс панели оператора в режиме эмуляции

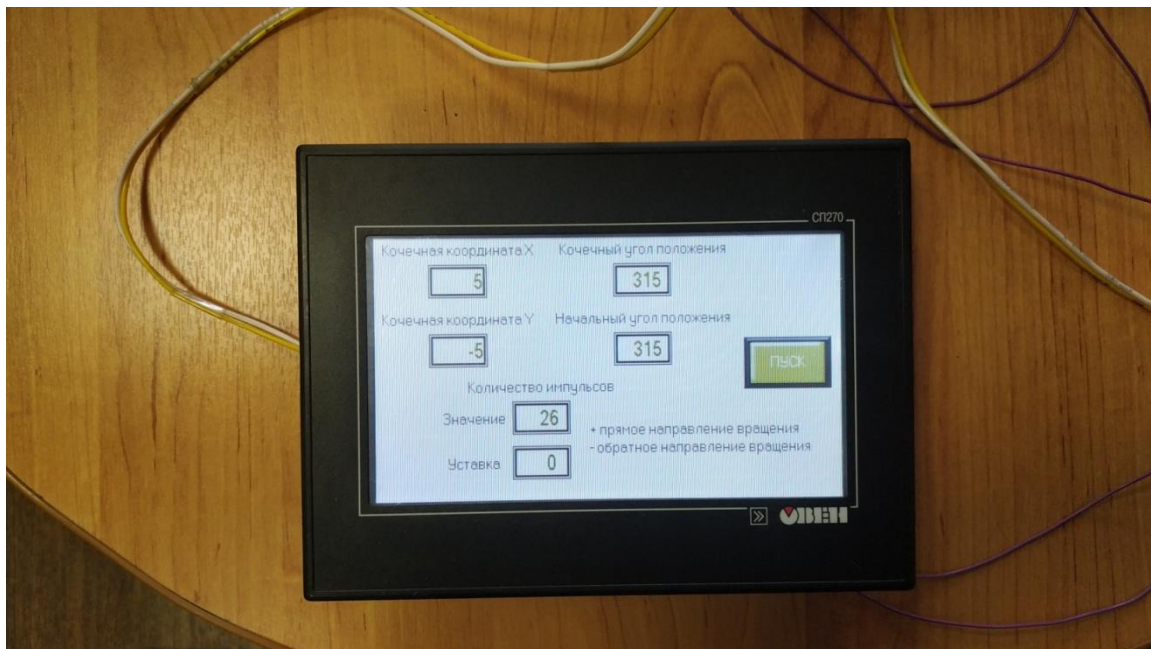


Рисунок 22 — панель оператора

2.4 Назначение и функции преобразователя частоты ВЕСПЕР Е2-8300

С помощью контроллера ОВЕН ПР200 можно организовать управление преобразователем частоты ВЕСПЕР Е2-8300 по интерфейсу RS-485 с использованием протокола Modbus RTU. Задание команд управления следует осуществлять посредством воздействия на сенсорный экран панели оператора ОВЕН СП270 с дальнейшей передачей их в контроллер по сети. В свою очередь необходимо обеспечить считывание с преобразователя частоты значений таких параметров как текущая частота тока электродвигателя, сам ток и выходной момент, а также сигнал аварийного состояния. Вместе с тем создать возможность для отображения на экране панели оператора в режиме реального времени указанных параметров текущего состояния контролируемой системы.

В настоящее время для регулирования скорости вращения электродвигателя широко используются преобразователи частоты (ПЧ).

Кроме регулирования скорости данные устройства позволяют избежать бросков тока при пуске двигателя и обеспечить его защиту в аварийном режиме. Наиболее широкое распространение получили ПЧ с промежуточным звеном постоянного тока, выполненные на базе инверторов напряжения. Структурная схема указанного преобразователя приведена ниже (рис. 5.1).

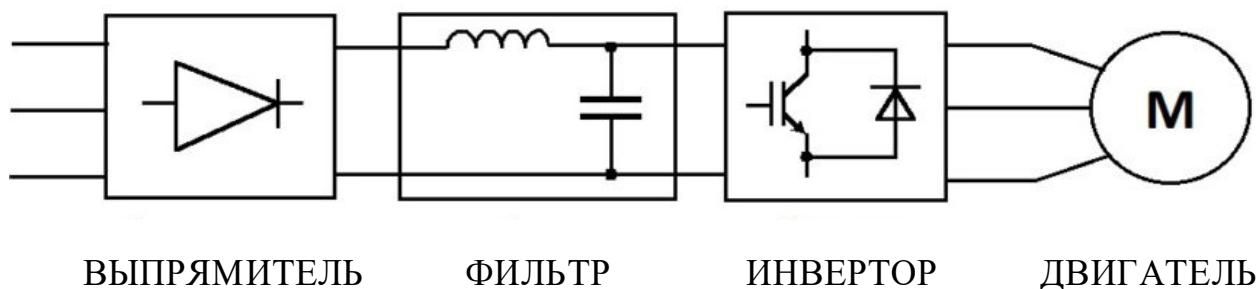
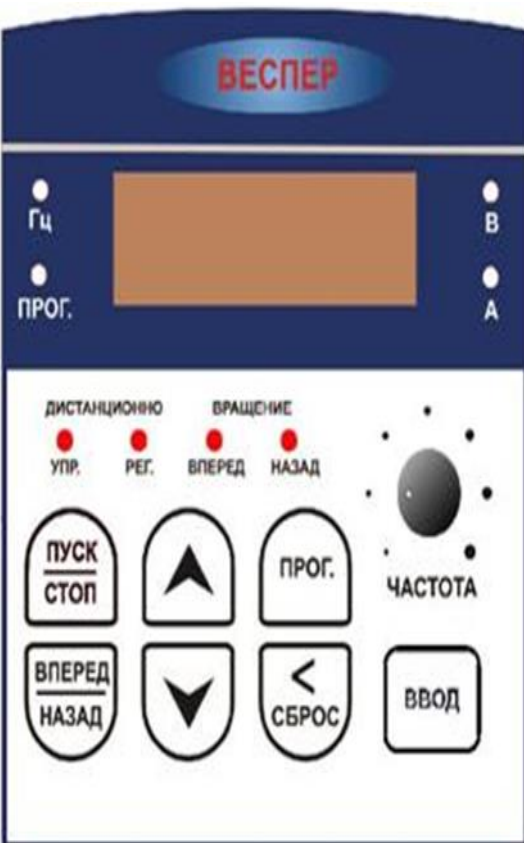


Рисунок 23 - Структурная схема преобразователя частоты с промежуточным звеном постоянного тока

2.5 Конфигурирование преобразователя частоты ВЕСПЕР Е2-8300

Назначение кнопок пульта управления указано в нижеприведенной таблице 1.

Таблица 1-Назначение кнопок пульта управления

	Кнопка	Режим управления	Режим программирования
		Увеличение заданной частоты	Увеличение номера или значения
		Уменьшение заданной частоты	Уменьшение номера или значения
		Переход к следующему разряду, сброс аварийного	Переход к следующему разряду
		Не используется	Чтение и запись значений параметров
		Переход в режим программирования	Выход из режима программирования
		Пуск и останов двигателя	Пуск и останов двигателя
		Выбор направления вращения	Не используется
		Задание частоты	Не используется

Конфигурирование параметров частоты

Режим управления устанавливается после подачи питания на преобразователь. В этом режиме доступны следующие функции:

- пуск/останов двигателя при установленном значении параметра 1-01 = 0000 (источник команды ПУСК/СТОП – пульт управления). Пуск двигателя обеспечивается нажатием кнопки «ПУСК/СТОП», останов – повторным нажатием этой же кнопки;
- выбор направления вращения двигателя кнопкой «ВПЕРЕД/НАЗАД» при установленном значении параметра 1-01 = 0000 (источник команды ПУСК/СТОП – пульт управления);
- увеличение и уменьшение заданной частоты при установленном значении параметра 1-06 = 0000 (источник задания частоты – кнопки на пульте управления). Увеличение заданной частоты –

кнопкой «▲», уменьшение – кнопкой «▼», переход к следующей изменяемой цифре – кнопкой «◀/СБРОС». При значении параметра 1-06 = 0001 задание частоты устанавливается потенциометром «ЧАСТОТА»;

- сброс индикации ошибки преобразователя кнопкой «◀/СБРОС»

Режим программирования устанавливается после нажатия кнопки «ПРОГ». В этом режиме доступны следующие функции:

- выбор номера параметра кнопками «▲» или «▼», переход к следующей цифре – кнопкой «◀/СБРОС»;
- просмотр значения параметра нажатием кнопки «ВВОД»;
- изменение значения параметра кнопками «▲» или «▼», переход к следующей цифре – кнопкой «◀/СБРОС»
- сохранение значения измененного параметра нажатием кнопки «ВВОД»;
- выход из режима программирования нажатием кнопки «ПРОГ.»

Состояние индикаторов пульта управления:

- светодиод «УПР. ДИСТАНЦИОННО» светится при значениях параметра 1-00 = 0001 (управление от внешних клемм), 0002 (от последовательной линии связи) или 0003 (от встроенного PLC);
- светодиод «РЕГ. ДИСТАНЦИОННО» светится при значениях параметра 1-06 = 0001 (задание частоты с потенциометра пульта управления), 0002 (от внешнего потенциометра), 0003 (сигналами БОЛЬШЕ/МЕНЬШЕ) или 0004 (от последовательной линии связи);
- светодиод «ВПЕРЕД» – индикация вращения вперед (мигает при

останове, горит при вращении);

- светодиод «НАЗАД» – индикация вращения назад (мигает при останове, горит при вращении);
- светодиод «ПРОГ.» светится в режиме программирования, на цифровом дисплее отображается номер или значение параметра;
- светодиод «Гц» светится в режиме отображения частоты. При остановленном двигателе на цифровом дисплее отображается заданная частота (мигает), при работе двигателя – выходная частота (не мигает);
- светодиод «В» светится в режиме отображения напряжения;
- светодиод «А» светится в режиме отображения выходного тока.

Таблица 2 - Схема пуска и остановки электродвигателя, изменение задания частоты, направления вращения

Описание	Нажатие кнопок	Индикация на дисплее	Индикаторы
Включение питания		Напряжение питания в течение 5 с (мигает):  Затем – значение заданной частоты (мигает): 	«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - мигает
Изменение задания частоты (до 50,00 Гц) перед пуском	  	Через 5 с (мигает): 	«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - мигает
Пуск электродвигателя		Индикация увеличения выходной частоты с заданным темпом разгона от 0 до 50,00 Гц, по окончании – выходная частота: 	«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - мигает
Изменение задания частоты (35,27 Гц) во время вращения	   	 Уменьшение значения выходной частоты с заданным темпом торможения до 35,27 Гц, по окончании: 	«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - горит «Гц» – горит «ВПЕРЕД» - горит
Изменение направления вращения		Уменьшение значения выходной частоты с заданным темпом торможения до 01,00 Гц, затем – увеличение значения с заданным темпом разгона до 35,27 Гц, по окончании: 	«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - горит Во время уменьшения выходной частоты: «Гц» – горит «ВПЕРЕД» - горит
Останов электродвигателя		Уменьшение значения выходной частоты с заданным темпом торможения до 01,00 Гц, по окончании – заданная частота 35,27 Гц (мигает): 	Во время увеличения выходной частоты и по окончании: «Гц» - горит «НАЗАД» - горит «Гц» – горит «НАЗАД» - мигает

Таблица 3 - Схема пуска и останова электродвигателя, индикация текущих параметров

Описание	Нажатие кнопок	Индикация на дисплее	Индикаторы
Включение питания <i>*Примечание. Для индикации текущих параметров необходимо запрограммировать константы группы 4</i> 4-00 = 0001 – ток двигателя; 4-01 = 0001 - напряжение на двигателе; 4-02 = напряжение звена постоянного тока; 4-03 = 0001 – состояние встроенного PLC; 4-05 = 0001...0004 – скорость вращения в об/мин.		Напряжение питания в течение 5 с (мигает):  Затем – значение заданной частоты (мигает): 	«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - мигает
Пуск электродвигателя		Индикация увеличения скорости вращения с заданным темпом разгона от 0 до 180 об/мин (например, при 4-05 = 0001): 	«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - горит
Индикация номера последней просмотренной константы, например, 4-05			«ПРОГ» – горит «ВПЕРЕД» - горит
Индикация напряжения двигателя			«В» – горит «ВПЕРЕД» - горит
Индикация напряжения звена постоянного тока			«В» – горит «ВПЕРЕД» - горит
Индикация тока двигателя			«А» – горит «ВПЕРЕД» - горит
Индикация скорости вращения двигателя			«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - горит
Останов двигателя		Уменьшение значения скорости с заданным темпом торможения до 0 об/мин, по окончании – задание частоты 5,00 Гц (мигает): 	Во время уменьшения выходной частоты: «Гц» – горит «ВПЕРЕД» - горит «Гц» – горит «ВПЕРЕД» - мигает

Продолжение таблицы 2

Описание	Нажатие кнопок	Индикация на дис- плее	Индикаторы
Включение питания		Напряжение питания в те- чение 5 с (мигает):  Затем – значение задан- ной частоты (мигает): 	«Гц» – горит «ВПЕРЕД» - мигает
Вход в режим программи- рования		Индикация номера кон- станты 0-00: 	«ПРОГ» - горит «ВПЕРЕД» - мигает
Изменение номера кон- станты, например, 1-06	  		Выбранный последний разряд мигает «ПРОГ» - горит «ВПЕРЕД» - мигает
Чтение значения констан- ты (например, 0002)			«ПРОГ» – мигает «ВПЕРЕД» - мигает
Изменение значения кон- станты (например, 0003)	  		«ПРОГ» – мигает «ВПЕРЕД» - мигает
Запись нового значения константы (0003)		Индикация на 1 с  Затем – индикация номе- ра константы (1-06) 	Первый разряд (цифра 6) мигает «ПРОГ» – горит «ВПЕРЕД» - мигает
Выход из режима про- граммирования		Индикация задания частоты 5,00 Гц (мигает): 	«ПРОГ» – горит «ВПЕРЕД» - мигает

2.6 Назначение и функции датчика угла поворота

Энкодер – это устройство для преобразования угла поворота вращающегося объекта, например вала, в цифровые или аналоговые сигналы, позволяющие определить его угол поворота. Энкодер имеет множество применений, они широко применяются в промышленности в сервоприводах, роботостроении, автомобилестроении. Энкодеры делятся по выдаче информации. Они бывают либо абсолютные, либо инкрементальные. В случае инкрементального датчика, наличие сигнала на выходе говорит о том, что вал в ту или иную сторону, скорость и текущее положение необходимо вычислять самостоятельно, считывая импульсы. На валу имеется вал с отверстием равномерно расположенные на траектории движения датчиков. Датчиков в свою очередь два. В начальный момент времени оба датчика не попадают в окно. Поворачивая вал и первый датчик попадает на окно и начинает генерировать единицу. Вал крутится дальше и второй датчик тоже попадает на окно и выдает единицу, при этом первый еще не закрывается. Еще крутим вал, первый вал перекрывается шторкой, и тем самым генерирует ноль, второй продолжает генерировать единицу до определённого момента. Оба датчика генерируют ноль, весь цикл завершается и после того как датчик один попадает на следующее окно, на нем снова возникает единица и соответственно цикл повторяется. Таким образом, у нас есть два меандра – синусный и косинусный со сдвигом 90 градусов, при этом зависимость того, кто кого опережает является следствием направлением вращения вала. С одной стороны датчик очень простой и удобной, но нам необходимо вручную просчитывать импульсы и рассчитывать его текущее положение вала и его частоту вращения. С другой стороны если мы потеряем

хотя бы один импульс , у нас начнет накапливаться постепенно ошибка определения положения вала ротора. Если это критично , то нам необходимо прибегать к каким-то дополнительным мерам, например метки нулевой отметки. При которой все значения датчика сбрасываются и мы начинаем отсчет текущего положения вала именно с этой метки.

Абсолютный энкодер. У них на выходе имеются сигнал которой можно однозначно интерпретировать за текущее положение вала ротора. Такие датчики имеют узкое применение , например одно из них – однозначно считывать текущее местоположение какой-либо составной части механизма. В индуктивных энкодерах, часто называемых инкодерами, применены индукционные или трансформаторные принципы для измерения позиции мишени или ротора относительно статора.



Рисунок 24 — Энкодер с индуктивными датчиками

2.7 Модернизация электроприводов

Приводы промышленных роботов в значимой степени определяют динамические свойства манипуляторов – ускорение, скорость перемещения рабочего органа, точность размещения и т.д. на подобии и системы привода находятся в зависимости эксплуатационные характеристики, габаритные размеры, употребление энергии, степень шумов, вероятность эксплуатации роботов во всевозможных средах. Уместно обозначить, что задача создания приводов для роботов содержит большое количество совместного с задачей создания приводов для металлорежущих станков с ЧПУ. Один из весомых характеристик привода промышленного робота – его метод отсчета координат.

Есть 2 метода отсчета координат – относительный (по приращениям) и абсолютный. При относительном методе отрезки и линии движения пропорциональны подходящим отсчетам импульсного датчика. Различие абсолютного отсчета координат заключается в том, что датчик обратной связи всякий раз показывает отсчет движения от начала координат. Для этого используется например кодовые датчики обратной связи. Выбор на подобии приводов – доля совместной задачи проектирования и создания, промышленного робота. При этом нужно принимать во внимание большое количество всевозможных моментов и суждений :

- характер нагрузки на рабочий орган манипулятора и его промежуточные звенья ;
- кинематические свойства манипулятора, т.е. нужные угловые и линейные движения, скорости, ускорения, законы перемещения рабочего органа и переходные процессы разгона и торможения ;

- количество точек и точность позиционирования
- обстоятельства эксплуатации робота и прежде всего свойства находящейся вокруг среды. Определенных границ использования приводов различного типа не существует.

Электромеханический привод. Анализ и обобщение навыка и тенденций создания промышленных роботов в российской и иностранной робототехнике демонстрирует, собственно что все большее распространение получает электромеханический привод промышленных роботов. В последние годы используется электромеханические приводы с асинхронными двигателями с частотным управлением. Электроприводы обеспечивают регулировку скорости в большом спектре и имеют неплохие характеристики по габаритным размерам и массам.

Особенности электроприводов – уменьшенная инерция двигателей, вероятность встраивать в двигатели электрические тормозы и всевозможные датчики.

Основные плюсы электромеханического привода :

- Высокое быстродействие;
- Широкий спектр регулировки частоты вращения;
- Компактная система двигателей и вероятность встраивать датчики скорости и положения;
- Равномерность вращения;
- Большой вращающий момент на наибольшей скорости;
- Высокая надежность;
- Высокая точность позиционирования за счет использования цифровой измерительной системы с высокоточными датчиками в цепи обратной связи;

- Низкие значения шума и вибрации;
- Широкие способности взаимозаменяемости двигателей;
- Компактная система преобразователей;
- Удобство подвода энергии (по стандартным проводам).

основной элемент , именно модифицирующий электрическую энергию в механическую, в электроприводе – электрический двигатель. Управляется последний конечно всего с поддержкой надлежащих преобразовательных и управляющих приборов, которые создают статические и динамические свойства электропривода, отвечающие требованиям производственного механизма. Речь идет не только лишь о сообщении вращательного или же поступательного перемещения, но ключевым образом об обеспечивании рационального режима работы механизма или же машин, при котором достигается большая производительность при высокой точности. По степени маневренности электропривод имеет возможность быть :

1) Нерегулируемый – для приведения в перемещение исполнительного органа рабочей машины с одной рабочей скоростью; характеристики привода меняются лишь только в итоге возмущающих устройств;

2)Регулируемый – для сообщения переменной или же неизменной скорости перемещения исполнительному органу машины; характеристики привода имеют все шансы переменяться под действием управляющего устройства;

3)Программно-управляемый – управляемый в согласовании с данной программой;

4) Следящий – автоматически отрабатывающий движение исполнительного органа рабочей машины с конкретной точностью в согласовании с произвольно изменяющимся задающим сигналом;

5) Адаптивный – автоматически избирающий структуру или же характеристики системы управления при изменении критерий работы машины для достижения рационального по подобранным аспектам режима. Электроприводы возможно систематизировать и по роду передаточного прибора. они разделяются на :

1) Редукторные – электродвигатель передает вращательное перемещение рабочему органу через редуктор;

2) Безредукторные – предоставление перемещения от электродвигателя исполняется именно рабочему органу или через передаточный прибор, не имеющее редуктора.

По уровню автоматизации различают следующие электроприводы :

1) Неавтоматизированный с ручным управлением;

2) Автоматизированный ,управляемый автоматическим регулировкой параметров;

3) Автоматический , в котором управляющее влияние вырабатывается автоматическим устройством без роли оператора. Два последних на подобии электропривода используются в подавляющем большинстве случаев. В реальное время различают замкнутый электропривод (охваченной обратными связями) и разомкнутый.

Унифицированная серия асинхронных электрических двигателей, разработанных для комплектации приводов, машин и механизмов

применяемых в различных отраслях промышленности. Используются в качестве приводов станков, задвижек, вентиляторов и других устройств.

Технические характеристики:

Мощность 0,09 кВт.

Напряжение 220/380 В.

Частота вращения 1350 об/мин.

Номинальный ток 0,92/0,55 А.

Габаритный размер 178×102×130мм.

Масса 3,4 кг.



Рисунок 25 – Двигатель асинхронный

3 МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА ТУР-10

3.1 Определение номинальной грузоподъемности ПР

Номинальная грузоподъемность равна сумме масс объекта манипулирования и схвата.

Ориентировочно грузоподъемность определяется по формуле:

$$m_H = k_C \cdot k_{\Pi} \cdot m_O,$$

где $k_C = 1,1 \dots 1,35$ - коэффициент, учитывающий массу схвата, принимаем $k_C = 1$; k_{Π} - коэффициент, учитывающий тип привода схвата ($k_{\Pi} = 1,3$ для пневмопривода); m_O - масса объекта манипулирования .

Массу объекта манипулирования m_O ,

$$m_O = 15$$

$$m_H = 1 \cdot 1,3 \cdot 15 = 19,5 \text{ кг}$$

Полученную грузоподъемность (кг) округляют до ближайшего большего значения из предпочтительного ряда (ГОСТ 25204-82) для станочных роботов: 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160.

Следовательно, принимаем $m_H = 20 \text{ кг}$

3.2 Расчет ориентирующего механизма

Ориентирующие механизмы (ОМ) роботов предназначены для ориентации объекта манипулирования и обычно имеют от одной до трех степеней подвижности, которые чаще всего представляют собой механизмы с вращательными парами. Вращение звеньев ОМ осуществляются с помощью различных механических передач (зубчатых, волновых, планетарных, червячных и др.) от электродвигателей постоянного тока, либо от пневмодвигателя.

Последовательность проектирования и расчета ОМ рассмотрим на примере механизма с тремя степенями подвижности.

1. Исходя из технологических требований, задаемся величинами перемещений (в данном случае угловых), ускорений, скоростей.

2. Вычерчиваем структурную схему, обозначая римскими цифрами оси вращения; нумерация проставляется от степени подвижности, связанной с выходным звеном НМС.

3. Определяем массу исполнительного механизма (схвата) и его центр тяжести совместно с объектом манипулирования.

4. Находим максимальное расстояние от центра тяжести объекта манипулирования до оси выходного фланца ОМ.

5. Вычисляем усилия и моменты, действующие на выходную степень подвижности ОМ.

6. По вычисленным усилиям и моментам определяем размеры элементов выходной степени подвижности и далее разрабатываем ее компоновочный чертеж.

7. Находим расстояния от центров тяжести рабочего органа и объекта

манипулирования, подвижных элементов выходной степени подвижности до оси второй степени подвижности.

8. Вычисляем усилия и моменты, действующие на выходное звено второй степени подвижности, рассчитываем размеры кинематических элементов и разрабатываем ее компоновочных чертеж.

9. Находим расстояния от центров тяжести исполнительного механизма и объекта манипулирования, схвата, подвижных элементов третьей и второй степеней до оси первой степени.

10. Вычисляем усилия и момент, действующие на кинематические элементы первой степени подвижности и рассчитываем размеры кинематических элементов

Определим усилия и момент, действующие на третью (выходную) степень подвижности ориентирующего механизма, используя расчетную схему (рисунок 26).

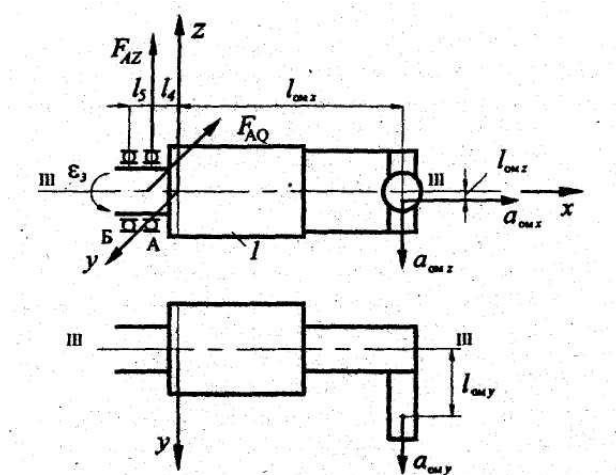


Рисунок 26 - Расчетная схема ориентирующего механизма.

Момент, действующий на выходной элемент третьей степени подвижности:

$$T_3 = K_{\Delta} \cdot (T_{CT3} + T_{ДЗ}),$$

Где $K_{\Delta} = 1,1 \dots 1,3$ - коэффициент запаса, причем большее значение коэффициента соответствует большей грузоподъемности.

Статический момент от смещения осей центра тяжести объекта манипулирования и схвата:

$$T_{CT3} = m \cdot g \cdot l_{OMY},$$

где m – масса объекта манипулирования и исполнительного механизма;

$l_{OMY} = 0,06$ м – задаемся исходя из габаритов объекта манипулирования.

$$T_{CT} = 15 \cdot 9,81 \cdot 0,19 = 27,95 \text{ Н/м}^2.$$

Динамический момент, возникающий в результате наличия углового ускорения ε_3 (рад/с²) одной степени подвижности и линейных ускорений центра масс исполнительного механизма a_{OM} (м/с²):

$$T_{ДЗ} = m \cdot (l_{OMY} \cdot a_{OMz} + l_{OMx} \cdot a_{OMx}) + \varepsilon_3 \cdot m \cdot \sqrt{l_{OMz}^2 + l_{OMY}^2},$$

$$T_{ДЗ} = 15 \cdot (0,19 \cdot 0,2 + 0 \cdot 0,2) + 600 \cdot 15 \cdot (0,19^2)^{1/2} = 1710,57$$

$$T_3 = 1,2 \cdot (27,95 + 1710,57) = 886,22$$

На выходной фланец действует внешний изгибающий момент, поэтому его обычно монтируют на двух подшипниках, между осями которых устанавливается расстояние l_5 , а до переднего – l_4 . Максимальное усилие, действующее на подшипник:

$$F_{AZ} = K_{\Delta} \cdot m \left[(a_{OMz} + \varepsilon_3 / l_{OMY}) \cdot (l_{OMx} + l_4 + l_5) + a_{OMx} \cdot l_{OMz} \right] / l_5 ;$$

$$F_{AZ} = 1,2 \cdot 15 \cdot ((0,2 + 600/0,17) \cdot (0,351 + 0,05 + 0,08) + 0,05) / 0,05 = 611188,57$$

$$F_{AY} = K_{\Delta} \cdot m_{OM} [(a_{OMz} + g) \cdot (l_{OMX} + l_4 + l_5)] / l_5 ;$$

$$F_{AY} = 1.2 * 15[(0.2 + 9.81) \cdot (0.351 + 0.08 + 0.05)] / 0.05 = 339, H.$$

$$F_A = \sqrt{F_{AZ}^2 + F_{AY}^2} ;$$

$$F_A = \sqrt{(611188,57^2 + 339,7^2)} = 611188,66$$

По усилию F_A выбираем подшипники сферические роликовые

3.3 Расчет механизма вращения траверсы

Мощность двигателя механизма вращения определяется по формуле:

$$P_{дв} = k_1 \cdot P_{ст} / \eta_{MB};$$

где $k_1 = 1$ – коэффициент конструкции; η_{MB} – КПД привода вращения.

$$\eta_{MB} = \eta_{II}^3 \cdot \eta_M^2 \cdot \eta_{ЗП} \cdot \eta_{ЧП} \quad (\eta_{II} - \text{КПД пары подшипников; } \eta_M - \text{КПД муфты;}$$

$\eta_{ЗП}$ – КПД зубчатой передачи; $\eta_{ЧП}$ – КПД червячной передачи);

$$\eta_{MB} = 0,98^3 \cdot 0,95^2 \cdot 0,99 \cdot 0,7 = 0,6$$

$P_{ст}$ – статическая мощность привода:

$$P_{ст} = 10^{-3} \cdot T_{TP} \cdot \omega,$$

где T_{TP} – суммарный момент сопротивления повороту, Н·м; ω – угловая скорость поворота механизма, рад/с.

$$T_{TP} = T_A + T_B + T_6,$$

где T_A и T_B – моменты сопротивления, возникающие соответственно в опорах А и В от действия горизонтальных реакций R_A и R_B ; T_6 – момент сопротивления от действия вертикальной реакции R_{62} .

$$T_{A(B)} = 10^{-3} \cdot R_{A(B)} \cdot (d_{A(B)} / 2) \cdot f,$$

где $d_{A(B)}$ – диаметр цапф, мм; f – коэффициент трения опор качения: $f = 0,05$.

$$T_6 = 10^{-3} \cdot R_{62} \cdot (d_B / 2) \cdot f,$$

$$R_{\epsilon 2} = (m_T + m_0 + m_C + m_K) \cdot g,$$

где m_K – масса поворотного узла 11; ориентировочно:

$$m_K = k_2 \cdot m_C = 20 \cdot 15 = 300 \text{ кг}$$

($k_2 = 20 \dots 30$ – коэффициент конструкции, зависящий от типа и грузоподъемности ПР).

$$R_{\epsilon 2} = (150 + 57 + 15 + 300) \cdot 9.81 = 5120,8$$

$$R_A = R_B = \frac{(m_0 + m_C) \cdot g \cdot l_0}{l_2} = \frac{(57 + 15) \cdot 9,81 \cdot 1,435}{0,7} = 1447,96 \text{ Н}.$$

Для определения диаметра цапф под подшипники необходимо определить диаметр оси поворота из условия прочности на изгиб, мм:

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{из}}{0,1 \cdot [\sigma_{из}]}} ,$$

где $[\sigma_{из}] = 80 \dots 120$ МПа – допускаемое напряжение изгиба; $M_{из}$ – изгибающий момент, Н·м:

$$M_{из} \approx (m_0 + m_C) \cdot g \cdot l_0 = (57 + 15) \cdot 9.81 \cdot 1.435 = 1013,57 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{1013,57}{0,1 \cdot 100}} = 46,2 \text{ мм}.$$

Тогда:

$$T_{\epsilon} = 10^{-3} \cdot 5120,86 \cdot (46/2) \cdot 0,05 = 5,9 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$T_A = 10^{-3} \cdot 1447,96 \cdot (46/2) \cdot 0,05 = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$T_B = 10^{-3} \cdot 1447,96 \cdot (46/2) \cdot 0,05 = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$T_{TP} = 1,7 + 1,7 + 5,9 = 9,3 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$P_{CT} = 10^{-3} \cdot 9,3 \cdot 2,5 = 0,023 \text{ кВт},$$

$$P_{дв} = 1 \cdot 0.023 / 0.6 = 0.038 \text{ кВт};$$

Далее по каталогу [2] выбираем ближайший двигатель постоянного тока серии ДК1 большей мощности типа ДК1-1,7, который имеет следующие основные параметры:

$$P_{ном} = 0,75 \text{ кВт};$$

$$T_{ном} = 7,35 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$n = 1000 \text{ об/мин};$$

$$J_{дв} = 0,00133 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Мощность выбираемого двигателя по каталогу следует брать больше расчетной, т.к. не учитываются инерционные нагрузки, возникающие в момент пуска двигателя. Поэтому выбранный двигатель проверяют по условиям пуска, для чего определяют коэффициент его перегрузки ϕ , который сравнивается с допустимым значением $[\phi]$.

$$\phi = (T_{п} / T_{н}) \leq [\phi];$$

где $T_{н}$ – номинальный момент двигателя :

$$T_{н} \approx \frac{10^4 \cdot P_{дв}}{n_{дв}} \approx \frac{10^4 \cdot 0.038}{1000} = 0.38 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$T_{п}$ – пусковой момент двигателя :

$$T_{п} = T_{ст} + T_{ин} + J_{пр};$$

где $T_{ст}$ – статический момент на валу двигателя:

$$T_{ст} = T_{тр} / (i_{мв} \cdot \eta_{мв}) = 9,3 / (41,8 \cdot 0,6) = 0,37 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$i_{мв} = \omega_{дв} / \omega = n_{дв} / n$ - передаточное отношение механизма вращения :

где $n = 30\omega / \pi$ - частота вращения механизма

$$n = 30 \cdot 2,5 / 3,14 = 23,9 \text{ мин}^{-1};$$

$$i_{MB} = \frac{1000}{23,9} = 41,8$$

$T_{ин}$ – момент силы инерции вращающихся частей механизма привода,
Н·м:

$$T_{ин} = \frac{10^{-4} \cdot C \cdot J_{дв} \cdot n_{дв}}{t_p};$$

где $C = 1,1 \dots 1,4$ – коэффициент, учитывающий моменты инерции всех вращающихся деталей привода, кроме ротора двигателя;

$t_p = 0,4$ с – время разгона;

$$T_{ин} = 10^{-4} \cdot 1,3 \cdot 0,00133 \cdot 1000 / 0,5 = 0,00027 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$J_{пр}$ – момент сил инерции массы объекта, приведенный к валу двигателя, кг·м²:

$$J_{пр} = \frac{(m_0 + m_c) \cdot l_0^2}{i_{MB}^2} = \frac{(57 + 15) \cdot 1,435^2}{41,8^2} = 0,085 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$T_{п} = 0,37 + 0,00027 + 0,085 = 0,46 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\varphi = 0,46 / 0,38 = 1,2 \leq [\varphi] = 5$$

Данный двигатель удовлетворяет условию.

3.4 Расчет захватного устройства

Схваты ПР служат для захватывания и удерживания объекта манипулирования во время его транспортировки. Основными требованиями, предъявляемыми к схватам, являются надежность захватывания и удержания объекта, точность ориентирования и базирования, а также недопустимость разрушения и повреждения детали. В настоящее время разработано большое количество конструкций схватов, имитирующих кисти человека, с пневмо- или электромеханическим приводом.

Проектирование схватов проводят в следующем порядке:

1. Выбирают тип схвата.
2. Определяют усилие схвата.
3. Определяют необходимое перемещение губок схвата.
4. Определяют мощность привода.
5. Определяют усилия в кинематических элементах схвата, рассчитывают их размеры.

При выборе типа схвата необходимо учитывать множество факторов, основными из которых являются масса, форма и свойства объекта манипулирования, изменение этих характеристик в процессе обработки, требования к времени захвата и точности позиционирования, свойства захватываемой поверхности.

Однозначных рекомендаций по выбору типа схвата и его кинематики в общем случае дать невозможно, поэтому необходимо ориентироваться на уже разработанные аналоги.

Определим усилия, действующие на губки, исходя из условий равновесия. Принимаем схему схвата, когда центр тяжести детали 1 расположен между парами губок 2 и 3 (рисунок 27).

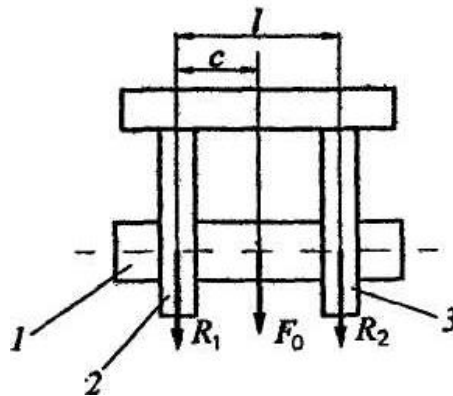


Рисунок 27 - Схема захвата детали.

$$R_1 = \frac{l-c}{l} \cdot F_0 = \frac{0,1-0,05}{0,1} \cdot 122,63 = 61,315 \text{ Н};$$

$$R_2 = \frac{c}{l} \cdot F_0 = \frac{0,05}{0,1} \cdot 122,63 = 61,315 \text{ Н};$$

где $F_0 = 50 \cdot 9.81 = 490.5 \text{ Н}$ – сила веса детали.

При проектировании схватов за расчетные принимают усилия, вычисленные с учетом ускорения при перемещении по формуле:

$$F = m_0 \cdot (g + a) \cdot K_1 \cdot K_2$$

где $m_0 = 15 \text{ кг}$ – масса детали;

K_1 – коэффициент, зависящий от положения заготовки по отношению к губкам схвата и направления действия силы тяжести (для плоских губок и деталей: $K_1 = \tan \alpha / 2 + a / 2 \cdot b = 0,55 + 0,05 / 2 \cdot 0,1 = 0,8$);

$K_2 = 1,3 \dots 2,0$ – коэффициент запаса.

$$F = 15 \cdot 10.21 \cdot 0.8 \cdot 1.6 = 196,032 \text{ Н}.$$

Определим величины нормальных усилий, с которыми губки схвата воздействуют на деталь, зависят от ориентации детали в пространстве и конструкции губок. Для схемы (рисунок 28) удерживающие усилия определяются по формуле:

$$F_{N1} = F_{N2} = F \cdot \frac{\sin \alpha_1 - f \cdot \cos \alpha_2}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2) - 2 \cdot f \cdot \cos(\alpha_1 + \alpha_2)},$$

где $f = 0,12 \dots 0,15$ - для незакаленных пальцев без насечки (сталь марок 45, 50).

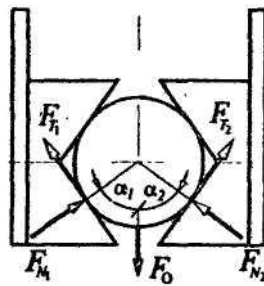


Рисунок 28 - Схема для определения величин нормальных усилий, действующих на деталь.

$$F_{N1} = F_{N2} = F \cdot \frac{\sin 55^\circ - f \cdot \cos 55^\circ}{\sin(55^\circ + 55^\circ) - 2 \cdot f \cdot \cos(55^\circ + 55^\circ)} = 196,032 \cdot \frac{0,82 - 0,12 \cdot 0,57}{0,94 - 2 \cdot 0,12 \cdot 0,34} = 171,64 \text{ Н.}$$

Определим из условия равновесия удерживающие моменты относительно осей вращения рычагов при захвате детали (рисунок 29).

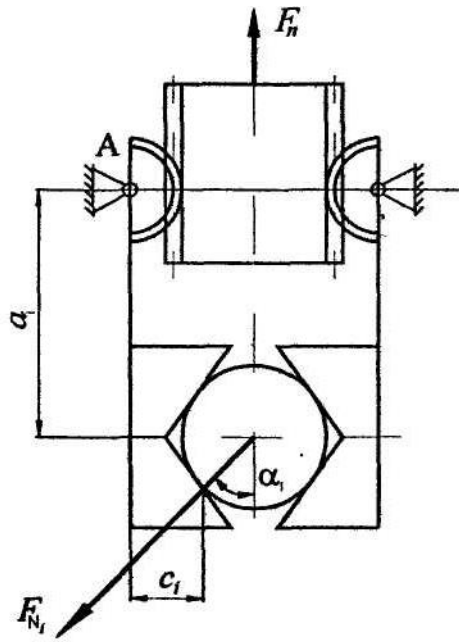


Рисунок 29 - Схема для определения удерживающего момента.

$$T_j = \sum_{i=1}^k F_{Ni} \cdot \cos \alpha_i [a_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i \pm c_i - f \cdot (a_i \pm c_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i)],$$

где a_i и c_i – проекции расстояния от точки подвеса А до i -й точки контакта пальца с деталью, мм; k – число точек контакта; j -я губка.

Верхний знак перед c_i выбирается для точек контакта, лежащих между осями подвеса пальцев.

$$\begin{aligned} T_1 &= 171,64 \cdot \cos 55^\circ [0,1 \cdot \operatorname{tg} 55^\circ + 0,05 - 0,12 \cdot (0,1 - 0,05 \cdot \operatorname{tg} 55^\circ)] \\ &\quad + 171,64 \cdot \cos 55^\circ \\ &\quad \times [0,1 \cdot \operatorname{tg} 55^\circ + 0,05 - 0,12 \cdot (0,1 - 0,05 \cdot \operatorname{tg} 55^\circ)] = 169,26 \end{aligned}$$

Для второй губки удерживающий момент будет равен T_1 .

Затем определяем усилие F_{Π} привода захватного устройства. Для схвата с реечным механизмом:

$$F_{\Pi} = 2 \cdot \sum_{j=1}^n T_j / (m_c \cdot z_c \cdot \eta),$$

где $m_c = 2,5\text{мм}$ – модуль сектора; $z_c=17$ – полное число зубьев сектора (на окружности соответствующего колеса); $n=2$ – число пар губок схвата; $\eta = 0,65$ - КПД механизма.

$$F_{\Pi} = 2 \cdot \left[\frac{169,26}{(2,5 \cdot 17 \cdot 0,65)} + \frac{169,26}{(2,5 \cdot 17 \cdot 0,65)} \right] = 24,5$$

При известных размерах детали $d_{\max}$ и $d_{\min}$ определяем необходимое перемещение губки схвата (рисунок 10):

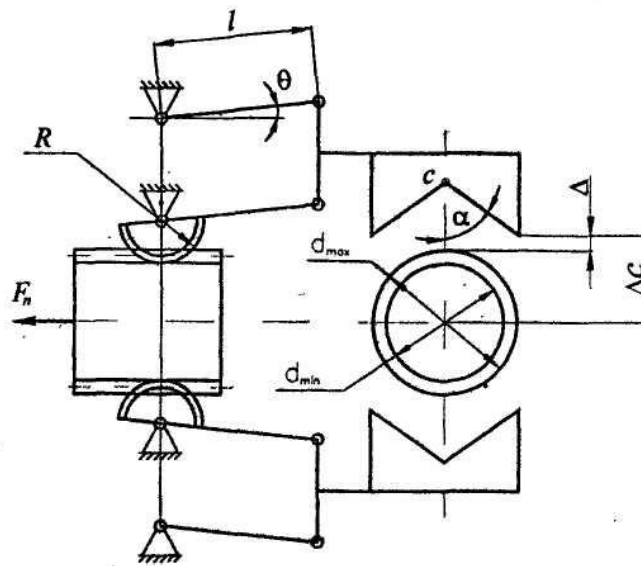


Рисунок 30 - Схема схвата с реечной передачей.

$$\Delta C = \frac{d_{\max}}{2} \cdot (1 - \sin \alpha) + \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} + \Delta,$$

где $\Delta=0,01\text{м}$ – дополнительных ход губки для выхода детали из призмы, зависящий от габаритов детали.

Определим угол поворота θ из следующего соотношения:

$$\theta = \frac{\Delta C}{l} = \frac{0,094}{0,1} = 0,94^\circ.$$

Радиус зубчатого сектора определяется по известным формулам:

$$R = m_c \cdot z_c / 2,$$

где $m_c = 2,5\text{ мм}$ – модуль передачи; $z_c=17$ - число зубьев колеса.

$$R = 2,5 \cdot 17 / 2 = 21,5 \text{ мм.}$$

При заданном времени срабатывания схвата $t_3 = 3\text{ с}$ определяется частота вращения сектора:

$$n_c = \frac{60 \cdot \theta}{\pi \cdot t_3} = \frac{60 \cdot 0,94}{3,14 \cdot 3} = 5,99 \text{ об/с.}$$

Тогда потребная мощность электродвигателя:

$$P'_д = \frac{k \cdot F_{II} \cdot R \cdot n_c}{9550 \cdot \eta_{II} \cdot \eta_c},$$

где $k = 1,3...2,0$ – коэффициент запаса, большие значения которого принимают для схватов без самоторможения;

$\eta_{II} = 0,85...0,95$ - КПД механического привода;

$\eta_c = 0,9...0,95$ - КПД схвата.

$$P'_д = \frac{1,5 \cdot 651 \cdot 21,5 \cdot 5,99}{9550 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 11,6 \text{ кВт.}$$

4 ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

Точность позиционирования промышленного робота определяется измерением отклонения реального положения точки позиционирования от расчетного, заданного программно. Она определяет возможность применения робота для автоматизации того или иного производственного процесса.

Точность позиционирования количественно оценивается погрешностью позиционирования, определяемой величиной отклонения между координатами реального положения точки позиционирования и программно заданными координатами аналогичной точки.

Основными причинами ошибок позиционирования рабочего органа промышленного робота:

- ошибки за счет устройств управления. Движение рабочего органа промышленного робота в общем случае определяется работой устройства управления, следовательно, ошибки управления неизбежно приведут к ошибкам положения рабочего органа в пространстве;

- ошибки приводов. Ошибки привода возникают в результате неточной остановки движущегося звена, неточности работы элементов привода. Данные ошибки измеряются, а результаты статистически обрабатываются;

- технологические ошибки изготовления звеньев и механизмов манипулятора. В результате реальные геометрические параметры звеньев манипулятора будут отличаться от величин, заданных рабочими чертежами и документацией. Такие погрешности обычно относятся к постоянным составляющим, величина которых определяется экспериментально, путем измерений реальных конструкций и сравнением с проектными размерами;

- ошибки, обусловленные упругими свойствами кинематических

звеньев манипулятора. Эти ошибки определяются тем, что в процессе работы манипулятор является разомкнутой системой и приобретает значительную податливость.

- ошибки за счет необходимых расстояний в кинематических парах, которые должны обеспечивать нормальное функционирование механизмов робота. Такие величины в большой степени воздействуют на точность позиционирования промышленного робота.

Погрешности позиционирования могут зависеть от того, в каких условиях применяется промышленный робот. Их можно типизировать, разделяя на:

- погрешности, изменяющиеся с изменением условий смазки поверхностей трения;

- погрешности, вызванные сочетанием поступательных и вращательных перемещений робота, причем их величина зависит от преимущественного перемещения;

- погрешности, возникающие при изменении количества перемещаемого груза во время манипулирования. Если масса перемещаемого изделия при манипулировании увеличивается, то погрешность позиционирования также становится больше. Точность манипулятора соответственно уменьшается

Заключение

Реализован не просто один электропривод, а заменена вся система управления вместе с исполнительными механизмами . то есть заменено целиком и полностью система управления робота с исполнительными механизмами в частности поворотной платформы самого робота. Установлены контроллер – основное головное устройство системы управления, для задания координат и отображения информации применен панель оператора. Разработана управляющая программа для контроллера. На первом этапе реализовано замена двигателя постоянного тока исполнительного механизма поворотной платформы на двигатель переменного тока асинхронного двигателя , который управляется непосредственно преобразователем частоты, который в свою очередь получает управляющую команду от головного устройство от контроллера ПР -200 фирмы ОВЕН, а задание информации отображения происходит с помощью терминала , панели оператора. Разработан первый этап , только поворотная платформа , не затрагивая механизмы схвата, механизмы перемещения руки, а только решена маленькая узкая задача, только поворотную платформу робота. Добавлены новые элементы : контроллер , панель оператор, преобразователь частоты и заменены исполнительные механизмы двигатель постоянного тока на асинхронный двигатель.

Реализована задание с помощью панели оператора , задаются конкретные точки перемещения руки робота, его схвата в декартовых системах координат, а контроллер , для которого разработана управляющая программа , пересчитывает декартовые системы координат в полярные для

перемещения поворота в нужном направлении, в точку нашей поворотной платформы робота.

По аналогии с этой системой управления можно реализовать и остальные приводы управления. На данном этапе реализована одна ось свободы робота, проверено работает ли это решение. Весь робот будет управляться от этого контроллера, задаваться и отображаться на панели оператора, но для этого должна появиться третья координата – по вертикали, и соответственно другие приводы будут работать по такому же принципу работы.

Список использованной литературы

1. Проектирование и расчет промышленных роботов. В.В. Панчурин, И.И. Михеев, В.В. Голубовский.. – Пенза 2004.
2. Промышленные роботы в машиностроении: Альбом П81 схем и чертежей: Учеб. пособие для технических вузов/ Ю.М. Соломенцев, К.П. Жуков, Ю.А. Павлов и др.; Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева.- М.: Машиностроение, 1986.-140 с.: ил.
3. Роботизированные технологические комплексы/ Г.И. Костюк, О.О. Баранов, И.Г. Левченко, В.А. Фадеев – Учеб. Пособие. – Харьков. Нац. аэрокосмический университет «ХАИ», 2003. – 214 с.
4. Гибкие производственные комплексы /под. ред. П.Н. Белянина. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
5. Управление робототехническими системами и гибкими автоматизированными производствами /под. ред. Н.М. Макарова, – М.: Радио и связь, 1981, ч. 3 – 156 с.
6. Гибкие производственные системы. Н.П. Меткин, М.С. Лапин, С.А. Клейменов, В.М. Критский.– М.: Издательство стандартов, 1989. – 309 с.
7. Промышленная робототехника Ямпольский Л.С., Яхимович В.А., Вайсман Е.Г. Под ред. Л. С. Ямпольского. — К.: Техника, 1984г. —264 с.
8. Промышленная робототехника Бабич А.В., Баранов А.Г., Калабин И.В. и др. Под ред. Я. А. Шифрина — М.: Машиностроение, 1982г. — 415 с

ПРИЛОЖЕНИЕ А. НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРЕЗЕНТАЦИЯ